

О. ДЗЮБИНСЬКА, С. ДРОБИШИНЕЦЬ, Д. КИСЛЮК, С. РОТКО,
В. САМЧУК, С. СИНІЙ, П. СУНАК, О. УЖЕГОВА, О. ЧАПЮК

БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

МАГІСТЕРСЬКИЙ КУРС

Навчальний посібник

Луцьк, 2023

УДК 69+624/625 (075)
Б 90

*Рекомендовано вченою радою ЛНТУ
(протокол № 12 від 30.06.2023)*

Рецензенти:

А. А. Бочаров, головний інженер ДП «УКРДІПРОДОР», Волинський ВКП;

А. В. Уль, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру Волинського національного університету імені Лесі Українки;

В. І. Шваб'юк, доктор технічних наук, професор Луцького національного технічного університету.

Дзюбинська О. В., Дробишинець С. Я., Кислюк Д. Я., Ротко С. В., Самчук В. П., Синій С. В., Сунак П. О., Ужегова О. А., Чапюк О. С.
Будівництво та цивільна інженерія. Магістерський курс: Навчальний посібник. Луцьк, ЛНТУ. 2023. 675 с.

Навчальний посібник містить основні засади з обов'язкових освітніх компонентів, що викладаються для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія за другим (магістерським) рівнем вищої освіти. Окреслено тематику кожного компоненту та викладено лекційний курс із визначенням питань для самостійної перевірки знань, запропоновані бібліографічні джерела для поглибленого вивчення курсу з метою набуття відповідних компетентностей.

Навчальний посібник призначений для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, а також може бути корисним для інженерно-технічних працівників проєктних і будівельних організацій.

УДК 69+624/625 (075)
Б 90

© **О. В. Дзюбинська, С. Я. Дробишинець, Д. Я. Кислюк, С. В. Ротко, В. П. Самчук, С. В. Синій, П. О. Сунак, О. А. Ужегова, О. С. Чапюк.**
2023

ПЕРЕДМОВА

Навчальний посібник «Будівництво та цивільна інженерія. Магістерський курс» укладено для здобувачів вищої освіти ступеня магістр освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія».

Магістерська підготовка триває 1 рік і 4 місяці, всього три семестри. На першому курсі передбачене теоретичне навчання, по шість освітніх компонентів щосеместру з підсумковим контролем – іспит або залік.

Обов'язкові освітні компоненти:

дисципліни загальної підготовки – ОК01 «Методологія наукових досліджень», ОК02 «Нормативне забезпечення будівництва», ОК03 «Управління проєктами у будівництві»;

дисципліни професійної підготовки – ОК04 «Автоматизоване проєктування та BIM-технології у будівництві», ОК05 «Сучасні технології у будівництві», ОК06 «Інженерні споруди», ОК07 «Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель та споруд».

Крім обов'язкових освітніх компонент, кожен здобувач має можливість індивідуально обрати з каталогу для вивчення дві загальні дисципліни вільного вибору і три професійні дисципліни вільного вибору. Вибіркові дисципліни вивчають у весняному (другому) семестрі; підсумковий контроль – залік.

У третьому семестрі передбачена практична підготовка здобувача – ОК08 «Переддипломна практика» і виконання випускної кваліфікаційної роботи – ОК09 «Підготовка та захист кваліфікаційної роботи / проєкту».

Посібник складено згідно з програмами обов'язкових дисципліни, кожен розділ відповідає певній освітній компоненті.

У кожному розділі посібника наведені основні теоретичні відомості з освітнього компоненту, розкриті усі актуальні теми. До кожного розділу наведено контрольні запитання.

Теоретичний матеріал посібника ілюстрований, доповнений необхідними схемами і рисунками.

Розділ 1 «Методологія наукових досліджень» підготував кандидат технічних наук, доцент Сергій Васильович СИНІЙ. Розділ 2 «Нормативне забезпечення будівництва» розробив кандидат технічних наук, доцент Дмитро Ярославович КИСЛЮК. Розділ 3 «Управління проєктами у будівництві» уклала кандидат економічних наук, доцент Оксана Василівна ДЗЮБИНСЬКА. Над розділом 4 «Автоматизоване проєктування та BIM-технології у будівництві» працювали кандидат технічних наук, доцент Світлана Володимирівна РОТКО і кандидат технічних наук, доцент Володимир Петрович САМЧУК. Розділ 5 «Сучасні технології у будівництві» укладав кандидат технічних наук, доцент Олександр

Сергієвич ЧАПЮК. Розділ 6 «Інженерні споруди» розробив кандидат технічних наук, доцент Павло Олегович СУНАК. Розділ 7 «Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель та споруд» підготував кандидат технічних наук, доцент Сергій Ярославович ДРОБИШИНЕЦЬ. Передмову, розділ 8 «Переддипломна практика», розділ 9 «Підготовка та захист кваліфікаційної роботи/проєкту» та загальне редагування посібника виконала завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії, кандидат технічних наук, доцент Ольга Анатоліївна УЖЕГОВА.

Посібник придатний як для аудиторного, так і для самостійного опрацювання матеріалу. Він призначений для здобувачів вищої освіти, а також може бути корисним для інженерно-технічних працівників проєктних і будівельних організацій.

Автори висловлюють подяку рецензентам – доктору технічних наук, професору, завідувачці кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру Волинського національного університету імені Лесі Українки Анні Володимирівні УЛЬ, доктору технічних наук, професору Шваб'юку Василю Івановичу, головному інженеру ДП «УКРДІПРОДОР» Андрію Андрійовичу БОЧАРОВУ за корисні поради та зауваження, урахування яких сприяло підвищенню якості змісту навчального посібника.

Розділ 1

МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У даному розділі розглянуто основні положення дисципліни "Методологія наукових досліджень" на основі узагальнення її теоретичних та практичних особливостей і адаптації до сучасних потреб спеціальності "Будівництво та цивільна інженерія". Це дозволить у подальшому застосовувати та удосконалювати розглянуті положення у відповідності до розвитку актуальних нормативних та інших вимог з освіти та науки, професійної діяльності фахівців у сфері будівництва.

При підготовці даного розділу враховано результати проведеного дослідження літературних та інших джерел [1-9 та ін.] щодо особливостей методології та методики викладання дисципліни для студентів вищих навчальних закладів освіти.

Структурою дисципліни передбачено 2 залікових модулів, їм відповідають 2 змістових модулі, які охоплюють 12 тем. Список рекомендованих джерел інформації узагальнено для усіх тем та наведено в тексті матеріалів дисципліни після останньої теми.

Тема 1.1. Формування та розвиток науки

1.1.1. Історичні умови зародження науки.

Історія зародження науки вимірюється багатьма тисячами років.

Вже на початкових етапах розвитку «*homo sapiens*», тобто "людини розумної", у неї виникла потреба у проведенні розумної практичної діяльності, здійснення якої забезпечувалось (і забезпечується у наш час) на основі знань, отриманих з досвіду пізнання навколишнього світу.

Виникнення науки було зумовлене двома причинами.

Першою причиною є практичні потреби діяльності людини.

Так, завдяки властивому для людини інтелектуальному розвитку, відбувається поступове розширення сфер її практичної діяльності. Зокрема збирання (примітивний прототип сучасного сільського господарства) поступово доповнювалось виробничими сферами діяльності (примітивними прототипами сучасних процесів виробництва).

Прогресивним для людства стало удосконалення життєво важливих процесів діяльності, до яких належать добування та приготування їжі, захист від зовнішніх загроз (влаштування житла, створення знарядь праці та зброї).

Немає сумнівів, що історія будівництва, а отже – накопичення людиною знань та досвіду виробництва у цій сфері, почалася вже з найдавніших часів. Так, людина почала освоювати будівництво житла

(примітивного прототипу сучасного будівництва) в період епохи палеоліту (це орієнтовно 3 млн.-100 тис. років тому), тобто ще в часи коли з каменю та кістки почала створювати перші знаряддя праці та зброї (наприклад скребок, ніж та сокира, які зокрема придатні до використання для потреб будівництва) і навчилась використовувати вогонь (очевидно, що відтоді людиною почав накопичуватися досвід з принципів влаштування опалення та вентиляції приміщень). Епоха мезоліту (близько 12000–7000 р. до н. е.) відзначилась зокрема удосконаленням процесів обробки одного з найдавніших природних будівельних матеріалів – дерева (в т.ч. – виготовленням човна, використанням лучкового свердла), а епоха неоліту (це орієнтовно до 3000 р. до н. е.) – зведенням глиняних, рублених, пальових будівель. Вже до 1000 р. до н. е. людина застосовувала знаряддя праці із заліза, що також позитивно відобразилося на удосконаленні та розвитку тогочасного будівництва.

Другою причиною є розвиток пізнавальної діяльності людини (у наш час теорія пізнання вивчається у гносеології, яка є розділом філософії). Завдяки його впливу удосконалюються сфери діяльності людини, які помітно вплинули на еволюцію людини зокрема зі змінами в її тілі та психіці (це відбувається й у наш час).

Пізнання – це мистецтво інтерпретації дійсності, яке дозволяє людині усвідомити знання про об'єктивну дійсність.

У процесі пізнання людина застосовує та удосконалює свої знання для вивчення об'єктивної дійсності та перетворення її для розвитку умов своєї життєдіяльності. Тобто у свідомості та діяльності людини відбувається перехід від незнання до знання, а накопичення та систематизація певного рівня знань стали передумовою до формування науки.

Розвиток країн стародавніх цивілізацій (таких як єгипетська, месопотамська, індійська, китайська та ін.) та писемності значно покращив можливості людства щодо механізмів накопичення, збереження, узагальнення існуючих знань про людину та навколишній світ, а також досвіду їх використання у практичній та освітній діяльності.

Високий рівень тодішніх фізичних знань (емпіричної фізики) втілено зокрема у відомі пам'ятки архітектури Близького Сходу (залишки деяких з них збереглися і до наших днів), серед них: складні споруди іригаційних систем з каналів, дамб і акведуків; єгипетські піраміди; висячі Сади Семіраміди; зикурати, які також вважаються першими центрами науки, із формуванням знань з астрономії та філософії. Сам факт успіхів у будівництві засвідчує про достатній рівень знань з математики та механіки. Одночасно розвинулись знання в області суднобудування, географії, медицини.

Однак тодішні знання мали розрізнений характер та лише формувались, їх положення подавались без доведення як емпіричні

правила для певної діяльності людини. При цьому розвиток тогочасних звичаїв та традицій суспільства, характерних для Древньої Греції, сприяв діяльності філософів, які впроваджували та поширювали раціональну практику – досвід аргументації рішень у різних сферах діяльності людини. Створились передумови до виникнення науки.

1.1.2. Основні етапи формування науки.

Історія розвитку науки вимірюється багатьма століттями, з часу її виокремлення з філософії, та відображає історію розвитку суспільства.

Передумови формування науки були створені у Давній Греції у період 8-6 ст. до н. е., а виникнення власне науки в Європі припадає на 6-5 ст. до н. е. У цей період фізичні вчення також розвивались у стародавніх Китаї та Індії.

Науку античного світу (яку ще називають протонаукою) прийнято вважати історично першою формою науки. Вона виникла в античній Греції у 6 ст. до н. е., мала риси натуральної філософії, яка виокремилась з міфології. Ця філософія природи вивчала її як єдине ціле, поєднуючи у собі філософію та природознавство. Так, у 6-4 ст. до н. е. на заміну міфології з її поясненням явищ навколишнього світу через уяви та фантазії, зокрема через засновані на антропоморфізмі (поясненні навколишнього світу через уподібнення до властивостей людини) релігійні уявлення про надприродні сили, прийшла натурфілософська концепція закономірного початку Фалеса (7-6 ст. до н. е.), Емпедокла та Демокріта (5-4 ст. до н. е.). Різноманіття світу Емпедокл обґрунтовував стихіями вогню, повітря, води, землі, а Демокріт – моделлю будови світу з атомів та пустоти.

У 4-3 ст. до н. е. питання науково-філософських пошуків вивчали Сократ, його учень Платон, Арістотель (учень Платона). Діалог як пошук відповідей на питання Сократ втілював у своєму діалогічному методі, який Платон використовував для своєї універсальної системи уявлень, яка зокрема стосується і методології пізнання. Платон створив вчення про сферу ідеального, яка спирається на ідею як реальність створену розумом. Важливою для формування наукових закладів заслугою Платона є створення у 387 р. до н. е. Академії. Ця наукова структура створила основи платонівської традиції щодо ролі системи викладацької та наукової діяльності в розвитку науки.

Цивілізація та культура античної Греції сприяли поділу праці на фізичну та розумову, поширенню дискусій, обґрунтуванню правил логіки, розвитку писемної культури для обґрунтування дійсності та створення наукової термінології, створенню поняття гіпотези та інших, що у свою чергу послужило методологічним підґрунтям для формування науки. Завдяки цьому розвиток пізнання дозволив визначити важливі формулювання принципів, тверджень, законів, які з плином часу

поступово виокремлювали з натурфілософії нові галузі знання, враховуючи пов'язані з будівництвом та архітектурою логіку Арістотеля, учня Платона, та геометрію Евкліда (4 ст. до н. е.), механіку Архімеда (3 ст. до н. е.).

Фундаментальні твори, об'єднані у працю "Метафізика" Арістотель написав з критичним переосмисленням вчення Платона, з використанням термінології та аргументації у раціональному стилі, який контрастує з поетичним стилем праць Платона. У свою натурфілософську систему, яка мала величезний вплив на науку періоду Середньовіччя, Арістотель заклав багато нових наукових понять, а наукові основи з "Метафізики" важливі для багатьох наук і в наш час.

Метафізика – філософія буття, роздуми про граничні і надчуттєві принципи і засади буття [4].

Геометрія Евкліда вважається історично першим зразком наукового раціонально-теоретичного обґрунтування математичної теорії. Архімед першим використовував на практиці невласиве для поглядів античної науки поняття експерименту як засобу перевірки теоретичних міркувань і є автором багатьох важливих винаходів.

Розквіт античної науки (на територіях Давньої Греції, Давнього Риму) охоплює період 3 ст. до н. е. – 3-4 ст. н. е. (даний період ще називають Еллінізм). Однією з важливих подій того часу було створення Птолемеем в Александрії науково-навчально-культурного закладу, назва якого Мусей (Мусейон). Цей центр наукових досліджень мав велику бібліотеку (близько 700 тис. рукописів), у ньому вчилися та працювали багато видатних учених, які внесли вагомий вклад у формування наукових знань з різних сфер людської діяльності. Однак із 1 ст. н. е. почався занепад елліністичної науки.

Період Середньовіччя (його поділяють на: Раннє, 4 – 11 ст.; Високе, 12-13 ст.; Пізнє, 14 ст.) характеризується розвитком наукового світогляду під значним впливом пануючих у суспільстві християнських догм. Таким чином у Європі після античного періоду зі значним розквітом фізико-математичних наук виникла та почала розвиватися схоластика. Важливою ознакою цієї філософії стало прагнення синтезувати ідеї античної науки (логіки Платона, Арістотеля та ін.) з релігійним світоглядом (християнським богослов'ям). Схоластика сприяла розвитку формально-логічних методів та виступала в ті часи раціоналістичним методом пізнання зі своїми доказами та достовірними знаннями і сприяла формуванню філософії вчення про буття (сучасної науки онтології – вчення про першооснови буття).

Переосмисливши платонівську теорію Аврелій Августин (4-5 ст.) створив впливове у західній культурі вчення християнського платонізму (його ще називають августиніанством), відкрив поняття унікальності

людської особистості, зробив великий внесок у розвиток теології, психології, етики, естетики та інших наук.

У часи Високого Середньовіччя фізико-математичні науки набували нового розвитку вченими країн Сходу, таких як Індія, Китай, арабські країни. Переосмислені в арабському перекладі праці Арістотеля потрапивши в Європу дали новий поштовх до розвитку наук, що вивчають природу.

Розвитку емпіричної науки також сприяло розширення мережі та розвиток перших європейських університетів – вони закладали традиції методології та організації наукової та освітньої діяльності, багато з яких діють і у наш час (наприклад, види навчальних занять, посади та вчені звання, принципи оформлення дисертації та іншого наукового тексту).

У Пізньому Середньовіччі відбувалась трансформація існуючих філософських ідей. Так, у 11-12 ст. на тлі критики аристотелівської онтології виникає метафізична теорія номіналізму, яка стверджує про існування конкретних речей та відсутність загальних понять (універсалій), оскільки вони є створеною у людській свідомості ілюзією. Номіналізм виник на противагу до реалізму – теорії, згідно якої реальність існує не залежно від людського мислення. Вираженими представниками цих філософських поглядів були теологи і філософи: номіналізму – Вільям Окам (1285 – 1347 роки); реалізму – Ансельм Кентерберійський (1033 – 1109 роки).

Завдяки філософії періоду Середньовіччя були збережені античні досягнення та продовжився розвиток емпіричної науки, почалась диференціація (розподіл) науки на самостійні дисципліни з формуванням їх методологічних засад, вибудовувалась система університетів, створились передумови потужного розвитку виробництва та науки. Продовжується нагромадження знань – про питому вагу тіл, визначення капілярності, швидкості руху (Аль-Хазіні, 1121 р.), про теорію зору (Альхаузен), про роботу дзеркал та визначення з оптики (Альхаузен; Е. Вітелій, 1271 р.; Р. Бекон 1214–1292 рр.), на основі поняття про швидкість руху визначено прискорення, кутову швидкість руху (14 ст.) тощо.

1.1.3. Епоха революційного розвитку науки.

У подальшому, після періоду Середньовіччя, в період Відродження (його ще називають Ренесансом) у 15 – 16 ст. та Поствідродження у 17 ст. в Європі почалась наукова революція, яку спричинив інтенсивний розвиток гуманітарних наук та архітектури гуманістичної культури, виробництва і великі відкриття в фізичних та математичних, технічних, медичних, географічних та інших науках. Інтенсивно розвиваються науки з мореплавства та географії, відбуваються великі відкриття нових земель, зокрема Америки Х. Колумбом (1451 – 1506 р.р.), що сприяло утвердженню думки про багатоманітність буття. На цей період розвитку

науки припадають важливі дослідження та відкриття Леонардо да Вінчі (1452 - 1519 рр.), М. Коперника (1473 - 1543 рр.), Дж. Бруно (1548 - 1600 р.р.), Ф. Бекона (1561 - 1626 р.р.), Г. Галілея (1564 - 1642 р.р.), Й. Кеплера (1571 - 1630 р.р.), В. Гілберта (1544 - 1603 р.р.), Р. Декарта (1596 - 1650 р.р.), Е. Торічеллі (1608 - 1647 р.р.), Б. Паскаля (1623 - 1662 р.р.), Р. Бойля (1627 - 1691 р.р.), Е. Маріотта (1620 - 1684 р.р.), Х. Гюйгенса (1629 - 1695 рр.), І. Ньютона (1643 - 1727 р.р.), Р. Гука (1663 - 1703 р.р.) та ряду інших вчених, дослідження яких та заслуга їх перед наукою детально висвітлені у багатьох сучасних літературних джерелах. Характерним для розвитку методології науки того часу є те, що поряд із спостереженнями відбувається утвердження експерименту як методу дослідження, активними розробниками якого були Ф. Бекон, Г. Галілей, Й. Кеплер.

Епоха раціоналізму, яка почалася зі вчень Р. Декарта (трактат "Початки філософії", 1644 р.) замінилася у наступному столітті досконалішою системою механіки І. Ньютона, як науки Нового часу. У широкому розумінні період Нового часу історично охоплює кін. 15 - поч. 20 ст. та відзначився утвердженням основних засад сучасної європейської цивілізації.

Таким чином у 18 ст. настала епоха Просвітництва, починаючи з якої розвиток науки включно до наших днів відбувається революційними темпами - з відносно спокійними періодами накопичення знань, після яких наступають періоди революційних змін у науці. Відповідно, у сучасних публікаціях етапи революційного розвитку науки називають окремими революціями або етапами чи періодами, стадіями однієї революції [1-8 та ін.], принципово суті понять це не змінює тому надалі називатимемо їх окремими революціями за [2-4 та ін.].

Наукова революція - радикальна, якісна зміна в розвитку науки [4]. У дослідженнях розвитку науки [1-4 та ін.] розрізняють три [2, 4 та ін.] або чотири [3 та ін.] наукові революції. Також розрізняють три етапи розвитку природничих наук, які щільно пов'язані з еволюцією наукових уявлень у фізичних науках [1 та ін.] та відповідні їм типи наукової раціональності [1-4 та ін.]: класичний, некласичний і постнекласичний (сучасний).

Перша наукова революція (17 - 18 ст.) зафіксувала перехід до геліоцентричної системи побудови світу (вважається, що всі небесні тіла обертаються навколо Сонця) за М. Коперником, Г. Галілеєм як альтернативу до геоцентричної (вважається, що всі небесні тіла обертаються навколо Землі), створеної у 2 ст. К. Птолемеєм. Сформувались ідеї класичного природознавства. Набули розвитку вчення Р. Декарта (1596 - 1650 р.р.), І. Ньютона (1643 - 1727 р.р.), Ж. д'Аламбера (1717 - 1783 р.р.), Л. Ейлера (1707 - 1783 р.р.), М.В. Ломоносова (1711 - 1765 р.р.), Д. Бернуллі (1700 - 1782 р.р.) Ж. Лагранжа (1736 - 1813 р.р.),

А. Лавуазьє (1743 – 1794 р.р.) І. Канта (1724 – 1804 р.р.), П. Лапласа (1749 – 1827 р.р.), та інших вчених, праці яких зумовили нові відкриття в науці.

Механіка завдяки відкриттю ньютонівського закону всесвітнього тяжіння домінувала в науковому сприйнятті картини світу та сприяла подальшому розвитку методології редукціонізму у вигляді розвинутих Р. Декартом традицій античних ідей Демокрита. Методологією редукціонізму передбачається можливість пояснення складних процесів шляхом їх розкладання на більш простіші. Протилежним до редукціоністичного був холістичний підхід, ідеї якого переважали у європейській філософії до 17 ст., а як західноєвропейське філософське вчення вони утвердилися у 30-х роках 20 ст. у працях Я. Смутса (1870 – 1950 р.р.) та Д. Голдейна (1860 – 1936 р.р.). За методологією холізму картина світу формується нематеріальним "фактором цілісності", ідея якого сягає античних уявлень з "Метафізики" Аристотеля про "ціле більше, ніж сума його частин". Ці два основні філософські підходи в науці функціонують та конкурують між собою, що дає кожному з них поштовхи до розвитку на новому рівні.

Наслідком наукової революції, особливо досягнень у природничих науках, стали кардинальні зміни у виробництві (у кін. 18 ст. пройшла промислова революція) та у суспільному ладі (сформувались капіталістичні відносини) – індустріалізація проникла у більшість сфер діяльності європейського суспільства та почала поширюватись на інші континенти.

Друга наукова революція (кін. 19 – поч. 20 ст.) пов'язана з переходом від класичної механіки до створення та розвитку революційних теорій некласичної фізики, тому таке узагальнення закріпилось і за назвою цього періоду науки в цілому – некласичної науки.

Знаковими для цього періоду стали відкриття у природознавстві, зокрема у фізиці: електрона (Д. Томпсон, 1897 р.); Х-променів, поширена назва яких "рентгенівські" (першим їх відкрив та дослідив у 1886 р. українець І. Пулюй, а у 1895 р. – також німецький вчений В. Рентген, який вміло оприлюднив результати їх відкриття, за що першим з фізиків був нагороджений заснованою у 1901 р. Нобелівською премією); основи квантової механіки (М. Планк, 1900 р., А. Ейнштейн, 1905 р., Н. Бор, 1913 р., Луї де Бройль, 1924 р., В. Гайзенберг та Е. Шредингер, 1925 р., П. Дірак, 1927 р. та ін.), яка також розпочала еру квантової хімії (В. Гайтлер та Ф. Лондон, 1927 р. та ін.) та квантової електродинаміки (Р. Фейнман, Ф. Дайсон, Д. Швінгер та С. Томонага у 1940-х роках); теорії відносності (А. Ейнштейн, 1905 р.). Також радикальні зміни відбулися в хімії, біології, математиці та інших науках, що сприяло поширенню нових мультидисциплінарних досліджень та розвитку різних напрямків наук, таких як фізична хімія, хімічна фізика, фізична космологія, теорія систем, біокібернетика тощо.

Третя наукова революція (сер. 20 – поч. 21 ст.) стала техніко-технологічною, коли розроблена методологія її теоретичних підходів дозволяє якісно удосконалювати розвиток продуктивних сил, тобто системи "людина – техніка".

Характерною ознакою сучасної науки є чергування темпів її розвитку – від повільних під час накопичення та удосконалення існуючих знань до швидких внаслідок інтенсивного впровадження революційних теорій науки та можливостей техніки. Зважаючи на це, важливим чинником науково-технічного прогресу людського суспільства є постійне підвищення освітньо-професійного рівня виконавців досліджень та міжнародної інтеграції їх знань та умінь.

Таким чином, процес формування та розвитку сучасної науки можна охарактеризувати як циклічний розвиток на її вищі рівні (розвиток по спіралі), кожен наступний з яких включає та удосконалює, інноваційно розвиває попередні рівні.

Етапи становлення науки, враховуючи викладені у [9] узагальнення, можна поділити на чотири послідовні рівні:

- донауковий період, без накопичення знань;
- емпіричний рівень, з накопиченням та передачею знань від людини до людини. Формуються та розвиваються засади порівняння, вимірювання, індукції та дедукції, а також аналізу – спочатку через якісні судження та показники, а далі – через кількісні показники та характеристики за допомогою статистичних даних та емпіричних формул;
- теоретичний рівень, з оперуванням об'єктами теоретичного рівня. Формуються та розвиваються засади застосування методів теоретичних досліджень, таких як висування гіпотез, моделювання, ідеалізація, абстрагування, узагальнення, уявний експеримент.
- методологічний рівень, з формуванням науки про науку. Формуються та розвиваються засади методології наукових досліджень, які включають встановлення об'єкта, постановки завдання досліджень та наукової проблеми, розробка методів та методик досліджень і проведення досліджень з фіксацією їх результатів, перевірка достовірності висновків з оцінкою значущості результатів досліджень.

Контрольні питання:

1. Проаналізуйте історичні умови зародження науки.
2. Як формувалась наука античного світу?
3. Як розвивалась наука Середньовіччя?
4. Як розвивалась наука Відродження та Поствідродження?
5. Як розвивалась наука під час першої наукової революції?
6. Як розвивалась наука під час другої наукової революції?
7. Як розвивалась наука під час третьої наукової революції?
8. Які характерні ознаки розвитку сучасної науки?

Тема 1.2. Основні поняття та визначення науки та її методології

1.2.1. Поняття науки та її класифікаційні ознаки.

Враховуючи значну історію розвитку науки, визначення поняття "наука" є досить складним та багатограним, яке описувалося та аналізувалося багатьма вченими, зокрема – у працях [1-17].

При цьому термін "наука" використовується для позначення різних галузей наукового знання і при загальноприйнятих у світовому науковому товаристві спільних ознаках відображає традиції наукової діяльності у тій чи іншій країні.

Наука – це сфера дослідницької діяльності для виробництва нових знань про навколишній світ.

Мета науки – це теоретичне відображення дійсності, тобто – опис, пояснення, прогнозування процесів і явищ дійсності із застосуванням теорій, гіпотез, законів природи, суспільства тощо.

Науковий підхід – спосіб вивчення об'єктивної реальності на основі наукових знань та професійної підготовки у заданій сфері людської діяльності.

Науковий підхід, зокрема, застосовується для проведення досліджень у будівництві та цивільній інженерії, він також є домінуючим у переважній більшості сфер людської діяльності. Таким чином, для досягнення очікуваних результатів досліджень у будівництві та цивільній інженерії науковці та інженери використовують, удосконалюють та розвивають існуючі наукові знання у цій сфері.

Історія розвитку науки супроводжується еволюцією класифікації наук.

Класифікація наук – розкриття логічно обґрунтованого та структурованого взаємозв'язку між науками.

Класифікація наук за заданими ознаками виконується у вигляді схеми (взаємного розташування та впливів, ряду, дерева розгалуження) чи таблиці їх ієрархії.

Відомі спроби класифікації наук, які здійснили у свій час Фалес і Демокріт, Аристотель, Френсіс Бекон, Фрідріх Гегель, Огюст Конт, Джеймс Джордж Фрезер, а також – український науковець та філософ Володимир Іванович Вернадський (1863 - 1945 р.р.), який був одним із засновників Національної академії наук України (НАН України) та названої на його честь Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського (НБУВ).

Оскільки наука постійно розвивається, то чітких меж між окремими науками та науковими дисциплінами немає, в тому числі і у зв'язку з розвитком та різноманітністю міждисциплінарних та комплексних наукових досліджень.

Зважаючи на велику різноманітність підходів щодо вибору критеріїв дослідження (за об'єктом, предметом, методом тощо), створення єдиної і універсальної класифікації сучасних наук є дуже складним завданням. Тому практично доцільною і часто застосовуваною науковцями є класифікація наук за певними ознаками.

У найзагальнішому вигляді науки поділяють на два великі розділи: точні (природничі) та соціально-гуманітарні, а дещо детальна класифікація розрізняє види наукового знання:

- суспільствознавство (суспільно-гуманітарні знання), до якого належать:

- гуманітарні науки - мовознавство (лінгвістика), філологія, літературознавство, культурологія, педагогіка, психологія, історія, мистецтвознавство, етика, естетика);

- соціальні (суспільні) науки – соціологія, соціальна психологія, право, політологія, політична економія, демографія, соціальна статистика, соціальна гігієна;

- наука про пізнання – діалектика, гносеологія, епістемологія;

- природничі знання, до яких належать науки:

- фізичні – фізика, хімія, астрономія, науки про матеріали, технічні науки (враховуючи науки у сфері будівництва та цивільної інженерії);

- науки про живе – біологія, медицина;

- науки про Землю – географія, геологія, ґрунтознавство, екологія, антропологія, кліматологія;

- формальні науки – математика, логіка, кібернетика, статистика (теорія ймовірностей), теоретична інформатика, теорія інформації.

Застосовуваний у формальних науках методологічний підхід до досліджуваних об'єктів – абстрактний, тобто незалежний від емпіричних методів.

Одержувані за допомогою формальних наук результати широко використовуються при вивченні всіх областей реальності, враховуючи науки у сфері будівництва та цивільної інженерії.

За стосунком до наукової діяльності розрізняють види наукового знання:

- фундаментальні - з'ясовують основні закони реального світу;

- прикладні - безпосереднє застосування у практичній діяльності людини (для вирішення конкретних технічних, виробничих та соціально-практичних та інших питань) результатів теоретичних та (або) експериментальних досліджень.

Відповідно, в сучасному українському законодавстві [18-20 та ін.] розрізняють:

- фундаментальні наукові дослідження – наукова теоретична та (або) експериментальна діяльність, спрямована на одержання нових знань

про закономірності розвитку природи, суспільства, людини, їх взаємозв'язку;

- прикладні наукові дослідження - наукова діяльність, спрямована на одержання нових знань, що можуть бути використані для практичних цілей.

Одним із детальніших прикладів сучасної класифікації наук є затверджена МОН України класифікація основних галузей науки (табл. 2.1). Таким чином, згідно діючої в державі класифікації основних галузей науки регламентуються основні напрямки наукової діяльності, зокрема:

Таблиця 2.1 – Чинна в Україні класифікація наук за галузями [20]

Шифр галузі знань	Основні галузі науки	Шифр галузі знань	Основні галузі науки
01	Освіта	15	Автоматизація та приладобудування
02	Культура і мистецтво	16	Хімічна та біоінженерія
03	Гуманітарні науки	17	Електроніка та телекомунікації
04	Богослов'я	18	Виробництво та технології
05	Соціальні та поведінкові науки	19	Архітектура та будівництво
06	Журналістика	20	Аграрні науки та продовольство
07	Управління та адміністрування	21	Ветеринарна медицина
08	Право	22	Охорона здоров'я
09	Біологія	23	Соціальна робота
10	Природничі науки	24	Сфера обслуговування
11	Математика та статистика	25	Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону
12	Інформаційні технології	26	Цивільна безпека
13	Механічна інженерія	27	Транспорт
14	Електрична інженерія		

- наукові дослідження;

- захисти науковцями кандидатських (PhD) та докторських дисертацій;

- здобуття студентами рівнів вищої освіти (зокрема – освіти бакалавра та магістра зі спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія у галузі знань 19 Архітектура та будівництво).

1.2.2. Наукознавство, методологія науки.

Наукознавство – вчення (наука) про науку, галузь досліджень закономірностей її функціонування, розвитку, взаємодії з іншими сферами людської діяльності (матеріального, соціального, духовного життя людства), функціонування та розвитку наукової діяльності.

Наукознавство відображає різноманітні процеси, явища всередині науки та її взаємодії з суспільством, виробництвом, технікою і технологіями, і таким чином є цілісною системою, що історично розвивається.

Виникнення наукознавства як нової соціальної дисципліни зумовлене зростанням впливу ролі та розвитку науки на розвиток суспільства.

Наукознавство як галузь знань служить для їх одержання та накопичення, систематизації та узагальнення, а також – забезпечення прогнозування та розвитку знань та практичних розробок їх застосування.

У сучасних технічних науках, враховуючи науки у галузі будівництва та цивільної інженерії, відбувається невинне прискорення циклу впровадження теоретичних розробок (фундаментальні – прикладні дослідження) у практичну діяльність людини (експериментальні розробки – виробниче впровадження).

На сьогодні сформувалися наукознавчі дисципліни, основними з яких є: історія науки, філософія науки, наукометрія, соціологія науки, економіка науки, психологія науки, культурологія науки, а також – методологія науки.

Метатеорія – базова форма вчення про будь-яку науку, теорія, що аналізує структуру, методи й властивості будь-якої іншої теорії або сукупності теорій.

Теорія, яку вивчає метатеорія називають предметною або об'єктною теорією. Наприклад: вивчення метатеорії логіки вивчає металогіка, метатеорії математики – метаматематика.

Метатеорію науки вивчають переважно методологія науки та філософія науки, а також їх доповнюють і інші наукознавчі дисципліни.

Філософські аспекти науки цікавили вчених ще з часів її виникнення. Для сучасної методології науки важливий вклад концепцій розуміння й аналізу науки, який зробили вчені В. І. Вернадський (1863 - 1945 р.р.), М. Полані (1891 – 1976 р.р.), К. Р. Поппер (1902 – 1994 р.р.), Т. С. Кун (1922 – 1996 р.р.), І. Лакатос (1922 – 1974 р.р.), П. К. Фейєрабенд (1924 – 1994 р.р.) та ін., Г. Хакен (1927), Р. Порті (1931 – 2007 р.р.), Ж. Бодріяр (1929 – 2007 р.р.) та ін.

Сучасні визначення методу та методології науки з точки зору філософії науки наступні:

метод – сукупність принципів, прийомів, правил, вимог пізнавальної й практичної діяльності, обумовлених природою й закономірностями досліджуваного об'єкта, якими необхідно керуватися в процесі пізнання;

методологія науки – вчення про методи пізнання і перетворення дійсності; про застосування принципів світогляду до процесів пізнання, до практики [2].

У сучасній науці розвинутий методологічний плюралізм, при якому методологічна теорія має багаторівневу концепцію, за якою стратегії наукового пізнання не обмежуються односторонністю принципів будь якої з існуючих методологій.

1.2.3. Наукова та науково-технічна діяльність в Україні.

Відповідно до Рекомендації ЮНЕСКО щодо наукової діяльності та науковців (дослідників) 2017 р. під «наукою» розуміється діяльність, у ході якої людство, діючи індивідуально, малими групами чи великими колективами, намагається в організованому порядку, на основі співробітництва та конкуренції виявити та усвідомити ланцюжки причинно-наслідкових зв'язків, відносин чи взаємодій на основі об'єктивного вивчення спостережуваних явищ та перевірки його результатів шляхом обміну висновками та даними та їх колегіального аналізу, пов'язує один з одним та зводить воедино підсистеми знань шляхом систематичного осмислення та концептуалізації і таким чином отримує можливість використовувати у своїх інтересах розуміння процесів та явищ, що відбуваються в природі та суспільстві [21].

Наукова та науково-технічна діяльність в сучасній Україні підпорядкована Міністерству освіти та науки України (МОН України) і регулюється нормативно-правовими актами, серед основних – Закони України "Про наукову і науково-технічну діяльність", "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки", "Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій", документи Уряду України "Концепція державної цільової програми розвитку дослідницьких інфраструктур в Україні на період до 2026 року" та ін. [18-20 та ін.].

Сучасна класифікація наукової і науково-технічної діяльності відображена в українському законодавстві, зокрема за [18]:

- наукова діяльність - інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання і використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження;

- науково-технічна діяльність - інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання і використання нових знань у всіх галузях техніки і технологій. Її основними формами (видами) є науково-дослідні,

дослідно-конструкторські, проектно-конструкторські, технологічні, пошукові та проектно-пошукові роботи, виготовлення дослідних зразків або партій науково-технічної продукції, а також інші роботи, пов'язані з доведенням наукових і науково-технічних знань до стадії практичного їх використання;

- науково-педагогічна діяльність - педагогічна діяльність у вищих навчальних закладах, пов'язана з науковою та (або) науково-технічною діяльністю;

- науково-організаційна діяльність - діяльність, що спрямована на методичне, організаційне забезпечення та координацію наукової, науково-технічної та науково-педагогічної діяльності.

Вищою державною науковою організацією України є Національна академія наук України (НАН України заснована 27.11.1918 р. у м. Києві, основи програмної організації її сучасної діяльності викладені у "Концепції розвитку Національної академії наук України на 2014 - 2023 роки"), а також до закладів, які здійснюють наукову діяльність в Україні належать галузеві академії, національна мережа закладів вищої освіти (ЗВО) [18-20 та ін.].

Крім того, для підвищення ефективності вітчизняної наукової та науково-технічної діяльності в напрямку удосконалення та розширення наукової співпраці між різними суб'єктами наукового співтовариства, МОН України підтримує розвиток дослідницьких інфраструктур з наданням їм статусу: центр колективного користування науковим обладнанням, національний науковий центр, державна ключова лабораторія [18-20 та ін.]. Згідно офіційного визначення на сайті МОН:

- дослідницька інфраструктура – сукупність засобів, ресурсів та пов'язаних з ними послуг, які використовуються науковим співтовариством для проведення досліджень на найвищому рівні, що охоплює найважливіші об'єкти наукового устаткування та обладнання або набори приладів, ресурси, що базуються на знаннях (колекції, архіви, депозитарії або банки даних наукової інформації), інфраструктуру, засновану на технології комунікацій (грід, комп'ютери, програмне забезпечення і мережевий зв'язок), та інші структури унікального характеру. Дослідницькі інфраструктури можуть бути локально розташованими, віртуальними або розподіленими (організована мережа ресурсів), державними або приватними. Дослідницькі інфраструктури можуть входити до міжнародних мереж [18-20].

Здійснення відповідної діяльності відбувається згідно затвердженої Кабміном 14.04.2021 р. "Концепції Державної цільової програми розвитку дослідницьких інфраструктур в Україні на період до 2026 року" [18-20].

При МОН України діє Рада молодих учених (РМУ) – консультативно-дорадчий орган сприяння участі молодих учених у

формуванні та реалізації державної політики наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності [20].

Контрольні питання:

1. Розкрийте поняття науки та її класифікаційних ознак.
2. Що ви розумієте під наукознавством, методологією науки?
3. Як здійснюється наукова, науково-технічна діяльність в Україні?

Тема 1.3. Основні поняття та визначення методології досліджень

1.3.1. Методологічні основи наукового пізнання.

У найзагальнішому вигляді методологію поділяють на два великі розділи:

- філософську методологію;
- спеціально-наукову методологію.

У спеціально-науковій методології розрізняють два її рівні:

- загальнонауковий – застосовується для різних наук;
- конкретно-науковий – характерний для певної науки, зокрема через теорії та методи досліджень у природничих, технічних, гуманітарних науках.

На рівні конкретної галузі наука спирається на специфічні для цієї галузі методологію та методи. Тому у сучасній науці вивчаються різні варіанти структурного розуміння поняття методології [1-17 та ін.]. Для наукового пізнання у сфері природничих наук, у тому числі і для галузі будівництва та цивільної інженерії, одним з важливих є наступні визначення [1-17 та ін.]:

- методологія (грец. *μεθοδολογία* – вчення про метод) – це наука про пізнання; вчення про правила мислення при здійсненні наукових досліджень, про принципи, форми і способи науково-дослідницької діяльності;

- методологія – це система принципів наукового дослідження, для конкретної науки – вчення про науковий метод пізнання законів природи методами досліджень згідно специфіки об'єкта її пізнання.

Форми і способи науково-дослідницької діяльності передбачають встановлення для конкретного наукового дослідження принципів його організації та проведення, які передбачають застосування відомих а при потребі – спеціально розроблених чи удосконалених існуючих методів та способів, методик проведення такого дослідження. При цьому методологія виступає інструментарієм цілеспрямованого логічно послідовного пізнання досліджуваних об'єктів, явищ та процесів.

До принципів, використовуваних у методології наукових досліджень належать:

- принцип єдності теорії з практикою;
- принципи об'єктивності, системності – врахування взаємовпливу всіх факторів, системної цілісності досліджуваних об'єктів, явищ та процесів, коректному виділенні їх окремих складових для потреб ефективного аналізу, проєктування, розроблення подальших напрямів досліджень;

- принцип розвитку – врахування впливу протиріч, кількісних та якісних змін об'єкта, явища, процесу під час дослідження;

- принцип абстрагування – виділення лише важливих для завдань дослідження характеристик досліджуваних об'єктів, явищ та процесів і відкидання тих, що не мають значення або якими можна знехтувати (простий приклад: якщо досліджуємо на яку відстань полетить кинута картоплина, то враховуємо вплив таких факторів як її маса та густина, геометрична форма, швидкість та прискорення, однак для цього досліду зовсім не важливі її смакові властивості, стан стиглості, колір шкірки, хімічний склад чи наявність вітамінів).

Наприклад, принцип системності характерний для таких поширених загальнонаукових методів дослідження природи:

- експериментального методу;
- порівняльного методу;
- описового методу;
- історичного методу.

Застосування науковцем методології наукових досліджень створює для нього можливість розвинути свої інтелектуальні здібності для ефективного вирішення завдань з отримання та аналізу результатів досліджень.

1.3.2. Основні поняття та визначення методів наукового пізнання.

Методологія використовує методики і техніки дослідження і при цьому виходить на рівень застосування методів пізнання.

Для наукового пізнання в технічних науках, у тому числі і для галузі будівництва та цивільної інженерії, одним з важливих є наступне визначення:

метод – це сукупність способів упорядкованої діяльності для пізнання дійсності.

Основною функцією методу є забезпечення можливості отримання знань шляхом проведення та перевірки, відтворення досліджень, тобто – використання конкретного методу забезпечує можливості отримання знань та адекватних результатів досліджень не лише його розробнику, але й будь-яким іншим дослідникам.

У наукових методах застосовують перевірені практикою наукові теорії.

Наукова теорія – це цілісна система знань, яка дає узагальнене пояснення про закономірності істотних зв'язків у досліджуваних об'єктах, явищах, процесах природи чи суспільного життя.

Наукова теорія є вищою за наукові методи формою організації наукового знання, тобто вона узагальнює та систематизує знання, отримані на основі наукових методів.

Науковий закон – це доказове формулювання, закономірність (аналітична, емпірична) найбільш суттєвих, потрібних, стійких, повторюваних зв'язків між складовими об'єкта пізнання (явища, процесу, предмета).

Гіпотеза – неперевірене наукове твердження, припущення, здогад.

За аналогією до теорій в науці, у методології використовуються методологічні теорії, які розвиваються і структуруються з адаптацією їх ролі для конкретної науки.

У методологічній теорії використовуються:

- методи збору методологічних фактів;
- методи опису фактів (змістового, формалізованого, формального) і відповідних їм у даній науці властивостей та процесів застосування методів (теорій);

- методи аналізу (систематизації, ранжування та класифікації, узагальнення, порівняння та оцінки): властивостей та можливостей використання методів (теорій); методологічних фактів та впливових факторів; висновків та рекомендацій за результатами досліджень у даній науці;

- методи побудови (синтезу) для розглядуваної науки: теорії створення та застосування методів (теорії); доказу та оцінки достовірності зроблених методологічних висновків;

- методи побудови (синтезу) методологічних рекомендацій щодо створення та застосування методів (теорії) для розглядуваної науки;

- методи оцінки та оптимізації методологічних рекомендацій щодо створення та застосування методів (теорії) для розглядуваної науки;

- методи інтерпретації (аналітичні та графічні залежності, моделювання) методологічних рекомендацій щодо створення та застосування методів (теорії) для розглядуваної науки;

- методи експериментальної перевірки прийнятих методологічних рекомендацій щодо створення та застосування методів (теорії) для розглядуваної науки;

- методи техніко-економічної оцінки (ТЕО) прийнятих методологічних рекомендацій для розглядуваної науки.

Прикладом методологічної теорії є поширена у технічних та інших науках теорія планування експерименту. Більш детально про основи

застосування цієї теорії для наук у сфері будівництва та цивільної інженерії викладено, зокрема у [15].

Методи теоретичних досліджень ґрунтуються на принципах гіпотези, абстракції, уявного експерименту, моделювання та ідеалізації об'єкта, узагальнення, формалізації та ін.

Методи емпіричних (експериментальних) досліджень в свою чергу ґрунтуються на принципах спостереження, порівняння, вимірювання, експерименту, індукції, дедукції, аналізу, синтезу та ін.

Абстрагування – метод наукового пізнання, при якому логічне формулювання закономірностей (законів) для об'єкта дослідження відбувається на основі розумового виокремлення з усіх наявних ознак, властивостей, зв'язків, характеристик об'єкта лише тих, які важливі для дослідження.

Аналіз – метод наукового пізнання, за яким для логічного формулювання закономірностей (законів) для об'єкта дослідження він поділяється на окремі складові, взаємозв'язки яких детально розглядаються, з наступним встановленням переваг, недоліків кожної зі складових та їх впливу на досягнення мети дослідження.

Синтез – метод наукового пізнання, протилежний аналізу, він поєднує в єдине ціле окремі складові з наступним встановленням логічного формулювання закономірностей (законів) для цього єдиного цілого.

Методологічне поєднання аналізу та синтезу дозволяє краще вивчити властивості досліджуваного об'єкта.

Індукція – метод наукового пізнання, при якому логічне формулювання закономірностей (законів) відбувається шляхом узагальнення знання окремих фактів на знання загального (аналіз фактів). Тобто напрямком пізнання (висновки) – від окремого (обмеженого об'єму спостережень повторюваних подій) до загального. Для індуктивного висновку узагальнення не вимагається знати усі факти, тобто він не є гарантовано істинним, а отже може змінюватись відповідно до нових фактів. Таким чином можна отримати нові знання, які не є очевидними з вихідних тверджень. Серед відомих дослідників індукції – шотландський філософ-емпірист Давид Юм (Дейвід Г'юм, англ. David Hume, 1711 – 1776 р.р.).

Дедукція – метод наукового пізнання, при якому логічне формулювання закономірностей (законів) відбувається від знання загальних закономірностей до окремого його прояву (аналіз понять). Тобто напрямком пізнання (висновки) – від загальних положень (аксіом, постулатів, законів) до окремого. Вихідні припущення приймаються на основі попередньо наведених доказів та вичерпної інформації про усі факти. При цьому вважається: якщо вихідні припущення істинні (правильні) то за ними логічно (дедуктивно) виводяться істинні (не хибні)

висновки. Перші описи дедукції виконані давньогрецькими філософами, зокрема Арістотелем.

Дедукція застосовується у математичних методах, а отже – відповідних їм методах у природничих науках (враховуючи науки у сфері будівництва та цивільної інженерії).

Потрібно розуміти, що твердження "дедукція рухається від загального до окремого, а індукція – у зворотному напрямку" є надто спрощеним, а отже – помилковим.

Методологічно правильне поєднання можливостей методів індукції та дедукції сприяє прогресу пізнання (наукових досліджень).

1.3.3. Основні поняття та визначення методики наукового пізнання.

Науково-практичний рівень пізнання в сучасних умовах науково-технічного забезпечення наук суттєво залежить від застосовуваних методики і техніки досліджень, які активно розвиваються на базі з різноманітності інструментальних і логічних прийомів, а також – засобів вивчення характеристик, властивостей об'єктів, явищ та процесів із забезпеченням передовим устаткуванням і апаратурою. Це особливо помітно у технічних науках, враховуючи науки у сфері будівництва та цивільної інженерії, наприклад з активним впровадженням технології лазерного сканування [22, 23 та ін.].

У технічних науках, враховуючи і ті, що стосуються будівництва та цивільної інженерії, одним з важливих є наступне визначення:

методика – сукупність принципів, способів, прийомів, засобів визначення конкретної істини, результату досліджень, що відображає шукані залежності, характеристики, властивості, показники досліджуваного об'єкта, явища, процесу природи.

Слід відзначити, що поняття методики і методу у методологічному розумінні відповідають різним категоріям – для методики більш характерним є вирішення конкретних технічних, організаційних завдань досліджень. У зв'язку з цим можливі два варіанти взаємодії методики і методу:

- методика може бути складовою частиною методу (наприклад, коли методика вимірювань (реєстрації даних) конкретного показника за допомогою конкретного типу приладу є складовою експериментального методу – методика визначення міцності дослідного зразка бетону на стиск);

- метод може бути складовою частиною методики (наприклад, коли методика служить системою правил використання методів на різних етапах досліджень). Відповідно, у наукових дослідженнях у сфері будівництва та цивільної інженерії залежно від напрямку досліджень розрізняють:

- методику теоретичних досліджень;
- методику експериментальних досліджень.

При цьому, характерним для забезпечення адекватних висновків теоретично-експериментальних досліджень зазвичай є порівняння отриманих теоретично та експериментально результатів за допомогою відповідних методів [15-17, 24-26 та ін.].

Коректне взаємопроникнення наукових методів і методик завдяки їх різноманітності та взаємодії за принципом системності сприяє розвитку сучасної методології наукових досліджень.

Контрольні питання:

1. Дайте визначення методології наукових досліджень.
2. Охарактеризуйте принципи методології наукових досліджень.
3. Дайте визначення методу та його функції, наукової теорії.
4. Опишіть методи, використовувані у методологічній теорії.
5. Яка роль методики і методу у методологічному розумінні?

Тема 1.4. Вибір напрямку досліджень

1.4.1. Види наукових досліджень у технічних науках.

У науці розрізняють два рівні пізнання та організації досліджень: емпіричний і теоретичний.

Результатами емпіричних (експериментальних) досліджень є емпіричні правила, закономірності, закони, які спираються на багаторазово визначені в процесі експериментів конкретні кількісні та якісні ознаки, властивості, показники, характеристики досліджуваних об'єктів. Часто такі емпіричні залежності мають ймовірнісний характер.

Слід відзначити, що у технічних науках отримані емпірично (експериментально) шляхом вимірювань та розрахунків факти є носіями елементарного знання, вираженого як правило через числові показники. Наприклад, для досліджуваного факту не достатньо оцінки словами "незадовільно", "задовільно" тощо, а потрібно вказати відповідні для такої словесної шкали конкретні числові значення чи діапазони значень, які відповідають кожному з таких слів. Аналогічний підхід застосовується і для теоретичного пояснення досліджуваного факту, яке у технічних науках виконується за допомогою математичного апарату, при якому виведення, доведення правил, закономірностей, законів неможливе без оперування числовими показниками.

Для теоретичного рівня пізнання у технічних науках властиві узагальнення фактів (експериментальних або виведених теоретично), відображені у правилах, закономірностях, законах, теоретично виведених з обґрунтуванням найбільш істотного впливу визначених кількісних та

якісних ознак, властивостей, показників, характеристик досліджуваних об'єктів.

Числове відображення результатів досліджень на емпіричному і теоретичному рівнях пізнання та організації досліджень у технічних науках дозволяє взаємно для цих рівнів порівнювати та корегувати отримані результати досліджень для можливості їх практичного застосування.

Усі технічні науки, враховуючи науки у галузі будівництва та цивільної інженерії, безпосередньо належать або пов'язані з науками прикладного характеру, і таким чином мають прямий зв'язок з виробництвом через наукові розробки та продукцію.

Розробка – результат дослідження наукового питання, проблеми.

Теоретичні розробки є важливою складовою наукового знання.

Згідно сучасного визначення в українському законодавстві, за [18]:

- науково-технічні (експериментальні) розробки – науково-технічна діяльність, що базується на наукових знаннях, отриманих у результаті наукових досліджень чи практичного досвіду, та провадиться з метою доведення таких знань до стадії практичного використання. Результатом науково-технічних (експериментальних) розробок є нові або істотно вдосконалені матеріали, продукти, процеси, пристрої, технології, системи, об'єкти права інтелектуальної власності, нові або істотно вдосконалені послуги;

- наукова (науково-технічна) продукція – науковий та (або) науково-технічний (прикладний) результат, призначений для реалізації.

- наукова (науково-технічна) робота – наукові дослідження та науково-технічні (експериментальні) розробки, проведені з метою одержання наукового, науково-технічного (прикладного) результату.

Розрізняють основні види наукової (науково-технічної) роботи [18]:

- науково-дослідні роботи (НДР);
- дослідно-конструкторські роботи;
- проектно-конструкторські роботи;
- дослідно-технологічні роботи;
- технологічні роботи;
- пошукові та проектно-пошукові роботи;
- виготовлення дослідних зразків або партій науково-технічної продукції;
- інші роботи, пов'язані з доведенням нових наукових і науково-технічних знань до стадії практичного використання.

У технічних науках зазвичай розрізняють дослідження теоретичні, експериментальні та їх комбінацію – теоретично-експериментальні або експериментально-теоретичні.

Найбільш поширені у технічних науках – теоретично-експериментальні або експериментально-теоретичні дослідження, залежно

від порядку (черговості етапів) проведення одного з цих видів досліджень. За результатами першого етапу досліджень проводяться дослідження другого етапу іншого виду, що мають на меті перевірку та уточнення результатів досліджень попереднього етапу.

Завдяки першому етапу з комбінації досліджень теоретично-експериментальних або експериментально-теоретичних досягається прогнозування розвитку досліджуваних явищ у вигляді отриманих закономірностей, що дозволяє звузити до заданого першим етапом розмір діапазону значень для наступного етапу досліджень. Таким чином можна значно зменшити об'єми відповідних робіт другого етапу, що суттєво впливає на економію методологічних ресурсів часу, наукових робіт і витрат на отримання кінцевого результату досліджень.

Багато наукових (науково-технічних) питань у будівництві та цивільній інженерії важко піддаються теоретичними методам досліджень. Це зумовлено, зокрема, складністю урахування усіх реальних факторів у розроблюваних теоретичних моделях. У таких випадках перевага надається експериментальним дослідженням, які дозволяють отримати вихідні дані для теоретичних пошуків.

У технічних науках теоретичні дослідження зазвичай дозволяють встановити найбільш загальні, найсуттєвіші закономірності у досліджуваних явищах, а експериментальні – уточнити ці закономірності та розробити рекомендації до практичного використання результатів досліджень – методики та методи інженерного розрахунку та проєктування, впровадження, умов експлуатації тощо.

За способом і місцем проведення розрізняють дослідження:

- лабораторні – в умовах лабораторій, з імітацією реальних умов;
- польові (натурні) – безпосередньо на об'єктах, в реальних умовах;
- лабораторно-польові – з комбінацією умов досліджень;
- господарські (виробничі) – в умовах тривалого впливу реальних умов виробництва.

1.4.2. Формулювання теми, мети і завдань, актуальності наукового дослідження.

Основною формою розвитку сучасної науки є наукове дослідження.

Наукове дослідження — процес вивчення об'єкта (предмета, процесу, явища) і пояснення за допомогою наукових методів закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення з метою використання у практичній діяльності людей.

Результатом наукового дослідження є переконливі для науки і корисні для практики знання.

Наукове дослідження умовно поділяють на чотири фази:

- вишукування (пошук) – передбачення, відкриття нових процесів чи явищ;

- спостереження – дослідження для перевірки, підтвердження виявлених процесів чи явищ;

- пояснення (узагальнення) – вираження шляхом дослідження встановлених і перевірених фактів у загальноприйнятій формі знань (через математичні, фізичні та інші закономірності, закони, теорії);

- впровадження – перевірка на практиці, в умовах виробництва результатів досліджень з виробленням рекомендацій до їх використання.

Для ілюстрації шляху дослідження нижче наведено два приклади:

- ідея розробки (будівельної конструкції чи технології) – теоретична (розрахункова) модель – експерименти, що дозволяють перевірити і уточнити теоретичні передбачення – перевірка розробки в реальних умовах виробництва, рекомендації до її впровадження;

- ідея нового будівельного матеріалу бруківки – виготовлення дослідного зразка бруківки і перевірка заданих властивостей – теоретичне обґрунтування спостережуваних явищ та отриманих даних з виявленням закономірностей – виготовлення виробів (бруківки), перевірка в реальних умовах експлуатації, рекомендації до технології виготовлення та застосування.

Основні етапи наукових досліджень розглянемо на прикладі теоретично-експериментальних досліджень, як найбільш поширених у сфері будівництва та цивільної інженерії:

1. Вибір мети, теми (предмету) і об'єкта досліджень.

2. Аналіз літературних та інших джерел наукової, технічної інформації за обраною темою дослідження.

3. Висунення гіпотези. Проведення теоретичних досліджень згідно вибраної програми і методики.

4. Планування і проведення експериментальних досліджень згідно вибраної програми і методики.

5. Обробка та порівняльний аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень. Підтвердження гіпотези.

6. Випробування, впровадження науково-технічної (експериментальної) розробки.

7. Узагальнення результатів дослідження і оформлення тексту наукової роботи.

Ефективність проведення наукового дослідження суттєво залежить від таких його складових як тема, мета і завдання, формулювання яких має бути обґрунтованим, чітким і достатньо лаконічним (назва теми зазвичай обмежується 8-12 словами).

Невдалий та науково некомпетентний вибір теми, мети і завдань може призвести до негативних (незадовільних) результатів досліджень, коли потрібно буде починати всі наукові дослідження спочатку. Негативний результат досліджень не враховується (мети не досягнуто: будівельна конструкція не стійка до заданих зовнішніх впливів, технологія

не ефективна тощо), хіба що приведе до випадкового винаходу чи відкриття, що буває вкрай рідко.

Обов'язковою умовою вибору теми дослідження є обґрунтування її актуальності, яке кількома реченнями чи абзацами тексту магістерської роботи підтверджує актуальність подальшого проведення відповідних їй досліджень.

Актуальність дослідження – міра його важливості для вирішення конкретних сучасних потреб пізнання.

Обґрунтування актуальності дослідження – це пояснення важливості проведення досліджень за обраною темою для сучасних потреб пізнання.

Поставивши мету досліджень потрібно провести пошук інформації з наступним її критичним і скрупульозним аналізом, що дозволить досліднику вийти на відповідний рівень знань з даної проблеми зокрема та суміжних, близьких до неї проблем взагалі. При потребі, потрібно також покращити знання за даною тематикою з методології та основ наукових досліджень (більш детального вивчення особливостей методології, методик, методів, що застосовуються у конкретній тематиці досліджень), зробивши пошук у джерелах інформації.

Паралельно з виникненням у суть теми дослідження повинна продумуватись робоча гіпотеза основних досліджень – тимчасове припущення про шляхи, напрямки, способи, методи та методики їх проведення. В процесі виконання дослідження робоча гіпотеза може стати науковою гіпотезою.

Наукова гіпотеза – методологічний інструмент, науково обґрунтоване припущення, справедливості якого перевіряється в процесі досліджень.

Гіпотетично-дедуктивний метод – важливий для методології науки метод наукового дослідження, за яким висновки з прийнятих гіпотез про причини досліджуваних явищ виводяться шляхом дедукції.

У науковому дослідженні також коротко відзначають його зв'язок з іншими відомими дослідженнями – науково-дослідними роботами установ чи організацій, де виконана наукова робота, галузевих та (або) державних планів і програм (для магістерської роботи такий зв'язок є також бажаним, адже він підкреслить її важливість).

Відзначення ролі автора (авторів) у дослідженнях наукової (науково-технічної) роботи є важливим, наприклад – у передмові чи вступі вказуються автори та виконані ними конкретні розділи.

Магістерська робота є авторською розробкою (дослідження виконується магістром під керівництвом наукового керівника та консультантів), а тому особистий вклад магістра у проведення дослідження, отримання результатів дослідження є визначальним та оцінюється в процесі захисту магістерської роботи.

У методології наукових досліджень розрізняють поняття “об’єкт” і “предмет” пізнання (дослідження), які обов'язково зазначаються на початку наукової роботи (в тому числі – і у магістерській роботі). Розглянемо ці визначення стосовно наукового дослідження у сфері будівництва та цивільної інженерії:

- об’єкт дослідження (пізнання) – це зв’язана сукупність елементів дійсності, вибрана для наукового дослідження (пізнання). Приклади об’єкта дослідження (пізнання): процес або явище, об’єкт будівництва, елемент конструкції чи будівельний виріб;

- предмет дослідження – це властивість, характеристика об’єкта дослідження.

Співвідношення між об’єктом і предметом дослідження – як загальне і часткове, предметом дослідження вивчається вибрана частина об’єкту дослідження.

Предмет дослідження визначає тему наукового дослідження.

На основі назви наукової роботи, об’єкта та предмета дослідження вибирається мета дослідження та відповідні їй завдання дослідження.

Мета дослідження – це очікуваний кінцевий результат, на який спрямоване дослідження.

Завдання дослідження – це основні етапи наукового дослідження, спрямовані на досягнення його мети.

Мета відповідає на питання "Для чого проводиться дослідження?", а завдання відповідають як досягті мети і починаються зі слів "вивчити...", "виявити...", "встановити...", "визначити...", "удосконалити...", "розробити...", "обґрунтувати...", "проаналізувати...", "експериментально перевірити...", "дослідити..." тощо.

У кожній науковій роботі обов'язково перелічуються використані методи дослідження, які супроводжуються коротким описом що саме досліджувалось кожним із них – це дозволяє переконатися в логічності та правильності вибору кожного з цих методів.

1.4.3. Наукова новизна, практична цінність, апробація одержаних результатів наукового дослідження.

Основним підсумком проведення наукового дослідження має бути позитивний науковий результат, який відповідає меті та вирішує поставлені завдання. І навпаки – негативний науковий результат, який показав, що проведені дослідження не забезпечують досягнення мети та завдань дослідження не приймається за результат досліджень і лише підтверджує помилковість та необґрунтованість проведених досліджень.

Результати теоретичних наукових досліджень здебільшого виражають у вигляді системи понять, закономірностей, законів і теорій, а прикладних наукових досліджень – підтвердження теоретичних положень проведених досліджень результатами впроваджень в суспільну практику.

Згідно сучасного визначення в українському законодавстві, за [18]:

науково-технічний (прикладний) результат – одержані під час проведення прикладних наукових досліджень, науково-технічних (експериментальних) розробок нові або істотно вдосконалені матеріали, продукти, процеси, пристрої, технології, системи, нові або істотно вдосконалені послуги, введені в дію нові конструктивні чи технологічні рішення, завершені випробування, розробки, що впроваджені або можуть бути впроваджені в суспільну практику. Науково-технічний (прикладний) результат може бути у формі ескізного проєкту, експериментального (дослідного) зразка або його діючої моделі, конструкторської або технологічної документації на науково-технічну продукцію, дослідного зразка, проєкту нормативно-правового акта, нормативного документа або науково-методичних документів тощо.

До критеріїв, за якими оцінюються одержані у науковому дослідженні результати належать:

- наукова новизна;
- практична цінність;
- апробація одержаних результатів дослідження.

Висновки про повноту відповідності одержаних результатів дослідження цим критеріям повідомляються у науковій роботі коротко і по суті – в межах 1-2 абзаців по кожному критерію.

Наукова новизна одержаних результатів наукового дослідження визначається наявністю запропонованих його автором (авторами) нових наукових положень (рішень). При описі ступеня новизни одержаних результатів відносно відомих використовуються фрази зі словом "вперше" (вперше одержано, удосконалено, розроблено, розвинено, уточнено тощо).

Практична цінність одержаних результатів наукового дослідження полягає у готовності та масштабах використання їх науково-теоретичної і практичної складових для вирішення відповідних завдань на практиці. При цьому зазначають: "теоретичне значення роботи полягає в...", "практичне значення роботи полягає в...".

Апробація одержаних результатів наукового дослідження відбувається у формі:

- обговорення, оприлюднення – під час наукових дискусій за доповідями (виступами, презентаціями) усними (oral) чи стендовими (poster) автора (авторів) наукового дослідження на наукових, науково-технічних, науково-практичних семінарах, круглих столах, конференціях, симпозіумах, форумах, з'їздах тощо (для студентів – також враховуючи відповідні студентські наукові заходи). За результатами такого колективного обговорення автор (автори) наукового дослідження зможуть визначити можливі помилки і недоліки, шляхи їх виправлення;

- експериментальне впровадження – впровадження результатів досліджень на окремих об'єктах виробництва (окремих об'єктах будівництва, окремих проєктних рішеннях тощо).

Контрольні питання:

1. Розкажіть про види наукових досліджень у технічних науках.
2. Розкажіть про види наукової (науково-технічної) роботи.
3. Розкажіть про основні етапи наукових досліджень.
4. Опишіть критерії оцінки результатів наукових досліджень.

Тема 1.5. Пошук та обробка наукової інформації.

1.5.1. Класифікація джерел інформаційного забезпечення наукових досліджень.

Існує багато визначень поняття інформації, які відображають її роль у різних науках, для технічних наук – доцільне за діючим ДСТУ 2226:

Інформація - відомості про суб'єкти, об'єкти, явища та процеси.

Науково-технічна інформація - будь-які відомості та/або дані про вітчизняні і зарубіжні досягнення науки, техніки і виробництва, одержані в ході науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проєктно-технологічної, виробничої та громадської діяльності, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді [29].

Інформаційне забезпечення наукових досліджень – це сукупність інформації та способів її пошуку, обробки і використання для потреб наукових досліджень.

Також, у ДСТУ 5034 наведені визначення термінів у науково-інформаційній діяльності.

Документ – це матеріальна форма відображення, поширення, використання і зберігання інформації в часі та просторі.

До основних джерел інформаційного забезпечення наукових досліджень належать документи, які за відображенням інформації є:

- текстові наукові та науково-технічні на паперових та електронних носіях (книги, довідники, журнали, рукописи, статті та тези, патенти на винаходи, інформаційні бюлетені, інструкції до експлуатації, технологічні карти робіт, порадики до проєктування продукції виробника та її каталоги і рекламні буклети, креслення та технічні рисунки, графіки, схеми, таблиці тощо);

- аудіовізуальні наукові та науково-технічні (фільми, звукозаписи, відеореєстрації тощо).

За змістом джерел інформації інформаційне забезпечення наукових досліджень в будівництві та цивільній інженерії поділяється на:

- нормативно-законодавче – нормативно-законодавчі документи державних органів законодавчої та виконавчої влади (закони, нормативні акти, Укази Президента України, Постанови та розпорядження Уряду України, норми і нормативи, нормативно-правові акти –ДБН, ДСТУ тощо);
- науково-технічне – наукові та науково-технічні звіти з науково-технічних робіт, проектно-технічна документація, технічні умови тощо;
- інформаційно-пошукове та літературні джерела – літературний пошук науково-технічної літератури (довідники, монографії, наукові статті та тези, матеріали наукових конференцій тощо), наукометричні бази даних, патентний пошук, інформація спілкування з фахівцями тощо.

Спілкування з фахівцями є досить цінним джерелом отримання інформації і може прискорити вибір стратегії пошуку потрібної інформації та захистити від багатьох помилок.

У доступних літературних джерелах попередників (відомих досліджень за темою наукової роботи) потрібно звертати увагу і на посилання та списки використаної літератури.

Документи інформаційного забезпечення наукових досліджень є: первинні – містять безпосередні результати, факти певної науково-технічної діяльності (наукової, виробничої, творчої тощо); вторинні – з узагальненими результатами аналітично-синтетичної обробки науково-технічної інформації згідно потреб теми досліджень.

Національна системи науково-технічної інформації – організаційно-правова структура, за допомогою якої формується державна інформаційна політика, а також здійснюється координація робіт по створенню, користуванню, зберіганню та поширенню національних ресурсів науково-технічної інформації з урахуванням інтересів національної безпеки [29].

В Україні головною держорганізацією системи НТІ є Український інститут науково-технічної експертизи та інформації (УкрІНТЕІ) [30].

1.5.2. Пошук наукової інформації на основі бібліотечної, бібліографічної, патентної класифікації.

Пошук матеріалів до теми дослідження в науково-технічній літературі та інтернеті здійснюють за допомогою каталогів. Розрізняють три типи каталогів: алфавітний; систематичний; предметно-алфавітний.

Алфавітний каталог – із впорядкуванням літератури за алфавітним порядком – за прізвищами авторів або за назвами публікацій (для словників, збірників, альбомів, інструкцій, звітів та будь-яких публікацій, зазвичай якщо авторів більше трьох).

Систематичний каталог – із впорядкуванням літератури за бібліотечною класифікацією документів – на основі системи таблиць ідентифікаторів, наближених до класифікації наук.

Бібліотечна класифікація документів набула широкого поширення у всьому світі для систематизації творів науки, літератури і мистецтва,

систематизації видавничої продукції, документів, організації відповідних облікових систем.

Методологічною основою бібліотечної класифікаційної системи є забезпечення таких її класифікаційних принципів:

- універсальності – функції узагальненої класифікації різними знаннями, навичками тощо;
- науковості – функції структурування на основі адаптації до класифікації наук;
- функціональності – функцій логічності та стабільності, гнучкості та комфортності класифікації.

До 2017 р. в Україні для систематизації видавничої продукції офіційно використовувалися системи бібліотечної класифікації документів УДК та ББК, а після 2017 р. офіційний статус має лише УДК.

Бібліотечно-бібліографічна класифікація (ББК) – бібліотечна класифікація документів на основі радянської системи таблиць ідентифікаторів 1960-х років (поширена в країнах СНД), з 1998 р. набула офіційний статус російської національної класифікаційної системи (авторські права на ББК належать трьом російським бібліотекам). Структура ББК є ієрархічною класифікаційною системою комбінаційного типу, що спирається на класифікацію на основі великих та малих літер російського алфавіту, до малих літер додаються арабські цифри.

Універсальна десяткова класифікація (УДК, англ. – Universal Decimal Classification, UDC) – бібліотечна класифікація документів, основою структури якої є впорядкування за принципом десяткових дробів.

УДК розроблена Міжнародним бібліографічним інститутом у 1895–1905 р.р. на основі "Десяткової класифікації" американського бібліотекаря Дьюї (авторські права на УДК - у Міжнародного консорціуму УДК).

В УДК усі галузі знань поділені на 10 класів. Її багатомовна універсальна десяткова класифікація UDC Summary (udcS) обслуговується 57 мовами (в тому числі – українською) та надає в режимі онлайн вибір з приблизно 2600 підкласів, взятих із усієї схеми Головного довідкового файлу УДК UDC Master Reference File (UDC MRF), що містить понад 70000 записів [31].

Предметно-алфавітний каталог – використовується, коли невідомо до якого розділу УДК належить тема дослідження.

Предметно-алфавітний каталог складається з розташованих в алфавітному порядку ключових понять. При користуванні цим каталогом ключове поняття треба висловити максимальною кількістю слів-синонімів. Якщо в каталозі такого слова немає, то пошук продовжують шляхом заміни цього слова на більш загальне поняття.

Згідно визначення у ДСТУ 5034:

Патентна інформація – інформація про результати науково-технічної діяльності, заявлені або визнані як об'єкти промислової чи

інтелектуальної власності, охоронні документи на ці об'єкти та права власників цих документів.

Патентна документація - найповніше зібрання даних про науково-технічні досягнення людства за останні 250 років. Основою класифікації цієї інформації є Міжнародна патентна класифікація (скор. МПК [32], англ. International Patent Classification), функціонує за принципами:

- предметно-тематичним, за яким об'єкти класифікуються залежно від галузі їх застосування;
- функціональним, в основу класифікації покладено тотожність функцій об'єктів незалежно від галузі техніки, де об'єкт застосовується.

В Україні функції Національного органу інтелектуальної власності виконує Державна організація “Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій” (УКРНОІВІ) [33], зокрема - надає послуги у сфері інтелектуальної власності.

Українські патенти на винаходи (до 90-х років минулого століття – авторські свідоцтва на винаходи, а пізніше і тепер – патенти на винаходи та патенти на корисну модель) у базі даних та інформаційно-довідкової системи УКРНОІВІ можна знайти онлайн за допомогою пошукової програми "Спеціалізована БД "Винаходи (корисні моделі) в Україні".

Пошук літературного джерела можна також здійснювати за його унікальним міжнародним стандартним номером при видавництві:

ISBN (англ. International Standard Book Number) – для книг (крім репринтних), брошур. ISBN складається з 13 цифр, в позначення яких входять: префікс (для старіших видань); ідентифікатори мовної групи або країни, видавництва, книги; контрольна цифра;

ISSN (англ. International Standard Serial Number) – для періодичного видання друкованого (газета, тижневик, журнал, щорічник) або електронного (компакт-диск, веб-сайт) і складається з 8 цифр. Причому, для різних носіїв публікації (друковане та електронне видання) необхідно отримати окремий номер ISSN, навіть якщо це друкована та електронна версія того самого видання (наприклад, друкована та електронна он-лайн версія наукового журналу).

1.5.3. Методика обробки наукової інформації.

Для полегшення пошуку та використання матеріалу наукової інформації його потрібно систематизовувати у каталоги, папки, картотеки (зазвичай це виконується шляхом створення електронних документів).

Застосування методики обліку, опрацювання та аналізу отриманої наукової інформації підвищить ефективність виконання дослідження.

Для обліку інформації складається бібліографічний опис.

Бібліографія – галузь знання про книгу, інші інформаційні документи.

Бібліографічний пошук - пошук інформації про документ за джерелами інформації (виявлення, облік, опис, систематизація і якісний аналіз творів друку).

Бібліографічні дані – дані бібліографічної ідентифікації документу (прізвище та ініціали автора, назва документу, місце видання, видавництво та рік видання, об'єм документу в сторінках чи окремі сторінки у документу за темою досліджень та ін. дані).

Бібліографічний перелік складається в алфавітному порядку за прізвищами автора або за тематикою досліджень, що прискорює пошук потрібної інформації при виконанні досліджень.

Першою умовою ефективного опрацювання документа є зосередження на меті читання, що активізує мислення, покращує пам'ять, робить сприйняття більш точним.

Важливим фактором якісного опрацювання інформації є також самостійність, настирливість і систематичність. Часто, особливо при читанні складного нового тексту чітко осмислити його з першого разу неможливо. Тому потрібно вдумливо читати і перечитувати, щоб досягти повного розуміння матеріалу.

Продуктивність при опрацюванні інформації значною мірою залежить від розумової працездатності, яка у свою чергу залежить від вмілого використання фізіологічних перерв. Після кожних 1-2 годин роботи рекомендуються перерви на 5-7 хв., фізичні вправи для тіла і очей, провітрювання приміщення тощо. Усе це стимулює центральну нервову систему і підвищує працездатність.

Опрацьовуючи текст, необхідно прагнути до розуміння усіх його елементів. В окремих випадках потрібно і запам'ятати його на певний період. Тому кожен науковець повинен володіти мистецтвом запам'ятовування.

Існують різноманітні способи запам'ятовування, проте найчастіше використовується механічний, заснований на багатократному повторенні і заучуванні прочитаного без визначення логічного зв'язку між окремими його елементами. Однак, пам'ять при читанні повинна базуватись не на формальному сприйнятті, а на активній розумовій діяльності над інформацією, що опрацьовується, повному розумінні змісту прочитаного. Механічне запам'ятовування застосовується в обмежених випадках – для запам'ятовування дат, формул, цитат, іноземних слів.

Отримана інформація зберігається у пам'яті людини лише певний час. Спочатку забування відбувається швидше, а надалі з часом сповільнюється. Так, протягом одного дня втрачається близько 23-25% інформації, через 5 днів - 35% і через 40 днів - 40%. Тому для кращого засвоєння інформації використовують повторення вивченого того ж дня або наступного, а надалі – повторення періодичне і лише найважливішого.

Невід'ємною вимогою якісного опрацювання науково-технічної інформації є запис прочитаного, що дозволяє краще його зрозуміти та засвоїти; продовжити процес засвоєння інформації, а відповідно і краще запам'ятати матеріал; відновити у пам'яті забуте, розвинути мислення, проаналізувати текст; зібрати найбільш важливі фрагменти інформації. Однак запис вимагає значних затрат часу. Тому часто його виконують неправильно, оскільки дуже короткий запис збіднює опрацьовану інформацію, а надлишкова детальність означає не лише зайву втрату часу, але й невміння визначити головне.

Для опрацювання бібліографічної інформації застосовують виписки, анотації та конспекти.

Виписка - короткий зміст окремих фрагментів (розділів, глав, сторінок) інформації. Цінність виписок дуже висока. Вони можуть замінити суцільне конспектування тексту, а їх розмір дозволяє в малому об'ємі накопичувати багато інформації.

Анотація - коротка характеристика друкованого джерела з погляду змісту, призначення, форми та інших особливостей. Анотації складаються на документ в цілому. Їх зручно накопичувати на окремих картках (файлах), сортуючи за різними питаннями опрацьованої теми. За допомогою анотації може бути відновлений у пам'яті зміст джерела.

Конспект - докладний виклад змісту джерела інформації. Конспект повинен бути змістовним, повним та стислим. Повнота запису означає не об'єм, а повноту відображення суті інформації з джерела.

Для того, щоб конспект був коротким, текст слід формувати своїми словами, що дозволить додатково осмислити і проаналізувати прочитане. При конспектуванні застосовують скорочення, але лише такі, за якими не втрачався б зміст.

Існує два способи складання конспектів:

- підібрана за тематикою інформація опрацьовується послідовно. Спочатку складається конспект кожного джерела, а надалі все об'єднується в один оглядовий твір. Не зважаючи на свою розповсюдженість цей спосіб не достатньо ефективний через великі затрати часу;

- класифікація інформації за ступенем повноти, актуальності та новизни. Першочергово вивчається найповніша та сучасна інформація високого наукового рівня. За допомогою заголовків складається повний план теми і виконується перехід до оглядової обробки менш важливої інформації, доповнюючи нею план основного джерела. Такий спосіб зменшує затрати часу на підготовку узагальненого конспекту.

Контрольні питання:

1. Розкажіть про класифікацію джерел інформаційного забезпечення наукових досліджень.

2. Розкажіть про принципи пошуку інформації на основі бібліотечної, бібліографічної, патентної класифікації.
3. Розкажіть про методику обробки наукової інформації.
4. Розкажіть про національну систему науково-технічної інформації в Україні.

Тема 1.6. Застосування інформаційних та комунікаційних технологій у методології наукових досліджень

1.6.1. Інформаційні технології в наукових дослідженнях.

В наш час відбувається інтенсивне формування інформаційного суспільства. Цей процес спричинений стрімким розвитком інформаційних систем, технологій [34-38 та ін.], що поступово проникають та насичують собою усі сфери діяльності людини і особливо – наукові дослідження.

"Інформаційна технологія" як поняття трактується відповідно до специфіки поставлених завдань щодо її використання, тому існують різні але подібні за суттю визначення. Розглянемо їх у зв'язку нашою темою.

Інформаційна технологія (ІТ) – організована робота з інформацією за допомогою комплексу методів, процесів і програмно-технічних засобів шляхом реалізації інформаційних процесів. (Див. також ДСТУ 2481).

Інформаційні процеси – організована за допомогою певних методів дія з інформацією для послідовної зміни її стану та (або) уявлення про неї. Наприклад, інформаційними процесами є: пошук, збирання, зберігання, накопичення, обробка, виведення, копіювання, передавання, розповсюдження, використання, захист, знищення інформації.

Інформаційна технологія – технологічний процес, предметом перероблення й результатом якого є інформація. (Див. ДСТУ 2226).

Комп'ютерні технології є важливою складовою інформаційних технологій, оскільки вони забезпечують виконання комп'ютером багатьох інформаційних процесів.

Формами сприйняття та подання інформації в інформаційних технологіях є: текстова інформація, аудіо- та відеоінформація.

Текстова інформація – тексти письмові, знакові (формули, тексти програм тощо).

Аудіоінформація – звукове відтворення мови, музики, звуків та звукових сигналів природного чи штучного походження.

Відеоінформація – візуальне представлення інформації – рисунки, фото, відео, схеми, креслення об'єктів будівництва тощо.

Носії інформації – матеріальне відображення інформації. Розрізняють:

- носії текстової інформації – папір, плакат;

- носії аудіоінформації – природне середовище передачі звукових хвиль (атмосферне повітря, ехо та ін.), штучні об'єкти (так, використання електромагнітного поля дозволяє сприймати, передавати і відтворювати звукові коливання через радіо, телефон та ін.);

- носії відеоінформації – усі носії текстової інформації, фото-, голографічні зображення, електромагнітні поля (телебачення);

- електронні носії інформації – всі види електронних об'єктів збереження інформації (файли, дискові томи тощо), з відтворенням її за допомогою комп'ютерних програм.

Інформаційні ресурси - систематизоване зібрання документів, зафіксованих на носіях інформації. (Див. також ДСТУ 5034).

Організаційно-методичне забезпечення перетворення інформації є організацією об'єднаних дій персоналу і технічних засобів згідно вказівок:

- нормативно-методичних зі створення різних документів;
- інструктивних та нормативних з експлуатації та ремонту, режимів роботи технічних засобів, техніки безпеки виконання робіт персоналом;
- інструктивних та нормативно-методичних матеріалів щодо забезпечення для конкретної інформаційної технології правил організації роботи та поведінки персоналу.

Технічні засоби за функціональним призначенням поділяють на:

- засоби організаційної техніки – для полегшення офісної та інженерно-технічної праці (від канцелярської скріпки до сканерів, принтерів, проєкційних дошок і т.п.);

- засоби комунікаційної техніки – для передачі інформації (телефон, радіостанція тощо);

- засоби комп'ютерної техніки – для комп'ютерної обробки інформації (мікроконтролери, ПК (настільний ПК, портативний ПК – ноутбук), мейнфрейми, суперкомп'ютери тощо).

Програмне забезпечення інформаційних технологій – це сукупність програм системи обробки інформації та програмних документів, потрібних для експлуатації цих програм. Фактично, це набір інструкцій для комп'ютера на зрозумілій йому мові.

Програмне забезпечення (software) та апаратне забезпечення (hardware) – це два функціонально взаємодоповнюючі компоненти комп'ютера, тому між їх функціями немає чіткої межі.

Важливою складовою сучасних інформаційних технологій є інтелектуальні технології та системи, на основі яких функціонують інтелектуальні інформаційні технології як одна з рушійних сил світового науково-технічного та економічного розвитку. Згідно ДСТУ 2481:

Інтелектуальна інформаційна технологія - прийоми, способи та методи виконання функцій збирання, зберігання, оброблення, передавання та використання знань.

Інтелектуальна технологія – технологія із застосування систем обробки інформації на основі методів штучного інтелекту.

Штучний інтелект (ШІ, англ. artificial intelligence, AI) – наука та технологія створення інтелектуальних машин (програмних комплексів), здатних виконувати завдання, які ідентичні окремим функціям інтелектуальної діяльності людини.

На сучасному етапі розвитку науки вже технічно створені та впроваджені можливості апаратного або програмного моделювання окремих традиційних видів людської діяльності, які дозволили значно перевершити або вийти на рівень інтелектуальних можливостей людини. Наприклад, програми ШІ перемагають у грі в шахи з більшістю чемпіонів, виконують швидкі, складні, об'ємні розрахунки тощо.

У технічних та інших науках спостерігається постійне розширення сфери застосування генеративного ШІ у методології наукових досліджень.

У сфері будівництва та цивільної інженерії активно використовуються та впроваджуються технології [22-28, 34-38 та ін.]:

- автоматизованих систем управління (АСУ) з використанням інформаційних та комп'ютерних технологій (наприклад, для послуг білінгу [27] та для методологічно обґрунтованої системи управління інженерними мережами [26, 28, 36]);

- геоінформаційних технологій, на основі GPS, GIS;

- комп'ютерного моделювання:

- моделей та розрахунків у теоретичних та експериментальних дослідженнях;

- моделей графічних побудов

- моделей об'єктів на основі інформаційно-розрахункових програм, при цьому відбувається перехід від систем автоматизованого проєктування (САПР) до інформаційного моделювання будівель (BIM);

- технологій лазерного сканування та дослідження матеріалів тощо.

Не слід відкидати і використання в інформаційних технологіях сучасних можливостей електронних таблиць Microsoft Excel для потреб фіксації, збереження, математичних розрахунків, перетворення звичайних даних на аналітичні, візуалізації даних, розуміння та передбачення тенденцій досліджуваних процесів.

1.6.2. Комунікаційні технології в наукових дослідженнях.

Комунікаційні технології (КТ, англ. Communications technology, CT) – організована робота комплексу методів, процесів і програмно-технічних засобів для забезпечення обміну інформацією.

До комплексу методів, процесів і програмно-технічних засобів комунікаційних технологій належать телекомунікації (дротових та бездротових з'єднань), медіатрансляції, комп'ютерні системи та програмне

забезпечення для створення, доступу, зберігання та передавання, зміни інформації.

Комп'ютерні технології є важливою складовою комунікаційних технологій (як і для інформаційних технологій), оскільки вони забезпечують виконання комп'ютером багатьох технічно-технологічних процесів комунікації.

Одним з основних рушіїв такого поступу комунікаційних технологій є глобальна мережа Інтернет, яка в сучасному інформаційному суспільстві поступово набуває значення життєвого простору та віртуальної реальності.

Термін "комунікаційні технології" окрім суто технічного визначення, характерного для технічних наук, одночасно має і визначення, характерне для гуманітарних наук (педагогіки, психології тощо), сенс якого полягає у розумінні "комунікаційні (комунікативні) технології" – технології спілкування між учасниками комунікації. Такі комунікаційні (комунікативні) технології передбачають формування певного комунікативного простору, як соціально-психологічного середовища для адекватної комунікативної моделі. Роль комунікаційних (комунікативних) технологій, тобто технологій спілкування, має суттєвий вплив на формування та розвиток наукового досвіду (досвіду проведення наукових досліджень) та особистості дослідника (рис характеру та переконань щодо методологічних, етичних принципів виконання досліджень, принципів наукового спілкування).

Найкращим способом спілкування науковців є "живе спілкування", наприклад під час наукових заходів (семінарів, конференцій, форумів тощо), коли відбувається інтенсивний та продуктивний обмін науковою інформацією, діалоги, колективне обговорення інформації за темою наукових досліджень, створюються можливості наукової співпраці завдяки формуванню особистих зв'язків між науковцями.

Застосування комунікаційних технологій створило нові актуальні можливості інформаційно-комунікаційного обміну в науковій спільноті:

- підвищення оперативності, комфортності зв'язку і спілкування;
- зручність та підтримка методологій навчання;
- поширення наукових знань, методів відкритої науки.

Таким чином, комунікаційні технології дозволяють ефективно використовувати комунікаційні (комунікативні) технології для продуктивного виконання наукових досліджень та наукової діяльності.

1.6.3. Перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у методології наукових досліджень.

Розвиток науки і техніки є важливим чинником розвитку усіх сфер людської діяльності. Одним із рушійних напрямків розвитку методології

наукових досліджень є застосування інформатизації на основі впровадження удосконалених та нових засобів комунікації.

Інтегративна єдність функцій інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному інформаційному суспільстві сприяла поширенню поняття "інформаційно-комунікаційні технології".

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ, англ. Information and communications technology, ICT) – узагальнений термін пояснення інформаційних технологій, який підкреслює роль комунікаційних технологій в організації процесів обміну інформацією.

Основні принципи функціональності ІКТ – інтегрованість, гнучкість, інформативність.

Основні тенденції в розвитку ІКТ:

- глобалізація та міжнародна інтеграція наукових досліджень;
- синтез фундаментальних та прикладних досліджень;
- розвиток та підвищення складності інформаційних продуктів і послуг при підвищенні комфортності інтерактивного управління ІКТ;
- підвищення здатності взаємодії між складовими ІКТ (програмного та апаратного забезпечення);
- спрощення передачі наукової інформації до користувача результатами ІКТ за рахунок скорочення кількості проміжних ланок (посередників передачі наукової інформації).

Рушійні заходи впровадження нових ІКТ у сфері будівництва та цивільної інженерії:

- фінансове стимулювання розвитку пріоритетних напрямків ІКТ – міжнародні програми та гранти, НДР та НДКР державного та приватного фінансування;
- заходи з обміну досвідом у наукових професійних спільнотах;
- стимулювання розвитку інформаційних веб-ресурсів, професійних онлайн платформ;
- стимулювання росту кваліфікації працівників;
- створення спеціалізації за новими напрямками ІКТ у галузі.

У світі роль та важливість інформаційних та комунікаційних технологій у наукових дослідженнях та виробничих процесах постійно зростає (в Україні інформаційні та комунікаційні технології включено до пріоритетних напрямів наукових досліджень, згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 9 травня 2023 р. № 463), а тому слід розуміти, що конкурентоспроможність конкретного фахівця будівельної галузі залежить від рівня його знань та вмінь в області відповідних програмних продуктів.

Впровадження ІКТ у наукову діяльність підвищує ефективність наукових досліджень у сфері будівництва та цивільної інженерії та конкурентоспроможність виконавця досліджень (науковця чи наукової організації) в науковому середовищі і особливо – в інноваційній науковій діяльності.

Контрольні питання:

1. Розкажіть про основні поняття та визначення, що стосуються інформаційних технологій в наукових дослідженнях.
2. Розкажіть про основні поняття та визначення, що стосуються комунікаційних технологій в наукових дослідженнях.
3. Опишіть перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій у методології наукових досліджень.

Тема 1.7. Інтелектуальна власність у науковій діяльності

1.7.1. Методи та методологія інженерної творчості.

Необхідною умовою вирішення винахідницької задачі є аналіз інформації з доступних джерел – літературних (навчальних підручників та посібників, довідників, енциклопедій, наукових публікацій), джерел з інтернету тощо.

Вивчення і застосування методик технічної творчості полегшує пошук оптимальних рішень.

Творчість – діяльність людини зі створення якісно нових духовних або матеріальних цінностей.

Інженерна творчість - діяльність людини з пошуку нових ідей для створення нових технічних рішень на основі досягнень фундаментальних наук.

Розвиток науково-технічної діяльності відбувається з постійним збільшенням кількості інженерних завдань, пов'язаних з потребою підвищення технічно-технологічного рівня наукової (науково-технічної) продукції. Для вирішення цих завдань в сучасних умовах інтенсивного розвитку економіки використовуються методи інженерної творчості [39] у поєднанні з технічними можливостями інформаційно-комп'ютерних технологій.

Методологія інженерної творчості застосовує такі методологічні підходи до розумової праці і її наукової організації:

- діалектичний (на основі найзагальніших законів природи, суспільства і мислення);
- системний, як напрям розвитку наукового пізнання.

Метод спроб і помилок є у щоденній практиці людей найпростішим, найвідомішим, найпоширенішим, однак для сучасних наукових потреб його методологія пошуку технічних рішень вважається малоефективною, затратною.

У сучасній інженерній практиці розрізняють близько 100 методів активізації творчості, які умовно можна поділити на чотири групи:

системні методи; асоціативні методи; алгоритмічні методи; типові принципи усунення технічних протиріч.

Системні методи – побудовані за принципами логічної обробки інформації про удосконалюваний об'єкт, мають загальногалузевий характер, можуть бути формалізовані і використовуються в людино-машинних програмах.

До поширених у проектуванні технологічного обладнання, інструментів, технологічних процесів відносять системні методи: морфологічного аналізу; матриць відкриття; функціонально-вартісний; організуючих понять; систематичної евристики та ін.

Асоціативні методи – побудовані за принципами перенесення на удосконалюваний об'єкт ознак інших об'єктів за допомогою понять асоціації, метафори, аналогії.

До асоціативних відносять методи: мозкового штурму; фокальних об'єктів; гірлянд випадковостей і асоціацій; контрольних запитань; синектики та ін.

Алгоритмічні методи – належать до програмних методів рішення задач пошуку технічних рішень удосконалюваного об'єкта.

Поширені алгоритмічні методи: вепольний аналіз; узагальнений евристичний метод; алгоритм рішення винахідницьких задач (АРВЗ).

Типові принципи усунення технічних протиріч – вказують напрям пошуку технічного рішення усунення протиріччя не пошуком компромісів суперечливих параметрів, а покращенням заданого параметру без погіршення (або з мінімальним погіршенням) інших параметрів.

На сьогодні сформовано близько 40 типових принципів усунення технічних протиріч, серед них принципи: подрібнення; винесення (частини, що заважає); місцевої якості; асиметрії; об'єднання; антиваги; універсальності; "матрьошки"; "заздалегідь підкладеної подушки" та ін.

Застосуванням усього перебору з переліку 40 типових принципів (прийомів) усунення технічних протиріч зручно розв'язувати просту винахідницьку задачу, а складніші задачі - розв'язувати за алгоритмом розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ).

1.7.2. Інтелектуальна власність як результат науково-технічної творчості. Технічне винахідництво.

Інтелектуальна власність – це права на результати інтелектуальної, творчої діяльності. Як підгалузь цивільного права ця категорія включає авторське право, право на наукові відкриття, винахідницьке і патентне право, права на промислові зразки, товарні знаки, фірмові найменування і комерційні позначення, інтелектуальної діяльності у сфері виробництва, науки, літератури, мистецтва, захисту від недобросовісної конкуренції, виконавської діяльності артистів, звукозапису, радіо- і телепередач.

Винахідник - людина, інтелектуальною, творчою діяльністю якої створено винахід (корисну модель).

Винахідництво - інтелектуальна, творча діяльність створення технологічного (технічного) рішення винаходу чи корисної моделі.

Інформація з патентних матеріалів за темою наукового дослідження є невід'ємною складовою етапів постановки мети та завдань дослідження, експериментальних досліджень, створення науково-технічних (експериментальних) розробок, оскільки її аналіз забезпечує:

- прогнозування тенденцій розвитку наукових напрямів розвитку техніки і технологій;
- оцінку технічного рівня отриманих результатів шляхом їх порівняння з існуючими зразками;
- перевірку патентоспроможності створених технічних рішень.

Дослідження у технічних науках дуже тісно пов'язані з винаходами. Результати цілеспрямованих досліджень (наперед продуманих та запланованих) досить часто є вагомим поштовхом до знаходження нового, прогресивного технічного рішення (рацпропозиції), винаходу, відкриття.

Поширені також дослідження існуючих (відомих, тобто вже винайдених раніше) матеріалів, конструкцій, технологічних процесів чи технологій, спрямовані на знаходження раціональних чи оптимальних параметрів, показників, властивостей, характеристик досліджуваних об'єктів. Наприклад, удосконалення складу цементних та бетонних сумішей будівельних виробів, способу армування будівельних конструкцій з метою надання їм заданих фізичних властивостей (міцності, довговічності, морозостійкості, стійкості до водопоглинання, тепло- чи гідроізоляції, зносостійкості поверхонь тощо) із одночасним орієнтуванням на ресурсоекономні та екологічно безпечні технології виготовлення та експлуатації таких будівельних виробів, конструкцій.

Відкриття (англ. discovery) – це встановлення принципово нових закономірностей, властивостей, явищ матеріального світу, що істотно збагачують наукове пізнання. Воно є найвищим рівнем наукового пізнання навколишнього світу (природи і суспільства). На основі відкриттів відбуваються науково-технічні революції, принципово нові зміни розвитку науки, техніки, революційні зміни суспільного матеріального виробництва.

Авторство на відкриття охороняється законом, відносини, пов'язані з науковими відкриттями, регулюються Цивільним кодексом України.

Винахід (англ. invention) – нове технічне рішення проблеми, що може бути практично застосоване у господарській діяльності.

Винахід (корисна модель) – результат інтелектуальної, творчої діяльності людини в будь-якій сфері технології [40]. У [40] також розрізняють: секретний винахід (секретна корисна модель) та службовий винахід (корисна модель).

Патент - правоохоронний державний документ, що засвідчує пріоритет, авторство і права на винахід (корисну модель).

Умови патентоздатності – критерії, яким винахід має обов'язково відповідати: новизна, винахідницький рівень, придатність до промислового використання.

Корисна модель – винахід, до технічного рішення якого висувається менше умов патентоздатності: новизна, промислова придатність.

Ліцензія – дозвіл володільця патенту (ліцензіара), що видається іншій особі (ліцензіату), на використання винаходу (корисної моделі) на певних умовах.

Усі об'єкти інтелектуальної власності – нематеріальні, на відміну від матеріальних об'єктів, у які втілюються результати творчої діяльності (книги, картини, машини, вироби та речовини, товари та послуги тощо).

Охоронним за [40] об'єктом винаходу є: продукт (пристрій, речовина, штам мікроорганізму, культура клітин рослини і тварини тощо), процес (спосіб), а об'єктом корисної моделі - пристрій або процес (спосіб). У [40] наведено перелік об'єктів, на які не поширюється правова охорона. За [40] не визнається винаходом (корисною моделлю), якщо виступає як самостійний об'єкт: відкриття, наукова теорія, математичний метод; комп'ютерна програма; форма представлення інформації; зовнішній вигляд продуктів (зокрема виробів, споруд, територій), спрямований на задоволення виключно естетичних потреб; схема, правила і метод проведення ігор, конкурсів, аукціонів, фізичних вправ, інтелектуальної або організаційної, зокрема господарської, діяльності.

Для реєстрації винаходу (корисної моделі) до НОІВ [33] подається платна заявка, яка має містити оформлені згідно вимог [33]:

1) заяву про державну реєстрацію винаходу (корисної моделі) - вказати заявника (-ів) і його (їх) адресу, а також винахідника (-ів);

2) опис винаходу (корисної моделі) - викладатися у визначеному порядку і розкривати суть винаходу (корисної моделі) настільки ясно і повно, щоб його зміг здійснити фахівець у зазначеній галузі;

3) формулу винаходу (корисної моделі) – має виражати його суть, базуватися на описі і викладатися у визначеному порядку ясно і стисло;

4) креслення (якщо на них є посилання в описі);

5) реферат - складається лише для інформаційних цілей.

Далі НОІВ проводить експертизу заявки (попередню, формальну та, за заявкою патенту на винахід (секретний винахід), - кваліфікаційну) та на підставі висновку експертизи за заявкою приймає рішення про державну реєстрацію винаходу (корисної моделі) або про відмову в такій реєстрації. Рішення НОІВ разом з висновком експертизи надсилається заявнику.

При позитивному висновку експертизи, одночасно з державною реєстрацією винаходу (корисної моделі) НОІВ здійснює публікацію в

Бюлетені відомостей про державну реєстрацію винаходу (корисної моделі), визначених у встановленому [33] порядку та у місячний строк після державної реєстрації видає один патент на винахід (корисну модель) особі (особам) з правом на його одержання. Патент на корисну модель видається під відповідальність його володільця за відповідність корисної моделі умовам патентоздатності [43].

Строк чинності майнових прав інтелектуальної власності на винахід становить 20 років від дати подання заявки до НОІВ. Підтримання цієї чинності є платним.

Сучасна система Міжнародної патентної класифікації (МПК) - ієрархічна система з 8 розділів, 20 підрозділів, понад 120 класів, близько 700 підкласів, яка постійно розширюється та оновлюється (на сьогодні чинна версія "2023.01" [32] – версії позначають за датою прийняття).

Її розділи позначаються великими латинськими літерами: А - життєві потреби людини; В - виконання операцій; транспортування; С - хімія; металургія; D - текстиль; папір; Е - будівництво; F - машинобудування; освітлювання; опалювання; зброя; підривні роботи; G - фізика; Н - електрика. За предметно-тематичним принципом побудовані розділи А, С, D, Е, F, G, Н, а за функціональним — розділ В.

Повний класифікаційний індекс МПК складається з індексів ієрархії: розділ (велика літера розділу); клас (індекс розділу + двозначне число); підклас (індекс класу + приголосна велика літера латинського алфавіту: В, С, D, F, G...); основна група (індекс підкласу + одно-, дво-, або тризначне число, скісна риска та два нулі); підгрупа (індекс основної групи, у якому після скісної риски - дві цифри, окрім 00).

Наприклад, у патенті на корисну модель "Дефлектор-аератор" [41] повний класифікаційний індекс МПК E04D 13/00; E04D 13/17 (2006.01) складається з комбінації позначення розділу Е (будівництво), класу E04, підкласу E04D і основної групи E04D 13/00 та підгрупи E04D 13/17 у версії МПК від 01.2006 р.

На етапі постановки мети і завдань, вибору методики та методів проведення робіт дослідження важливо провести аналіз патентних рішень за темою дослідження принаймні за останні 5-10 років. Навіть просте порівняння їх щорічної кількості (без аналізу їх якості та ефективності) вже дозволить зробити певні висновки:

- кількість патентів зростає – напрям дослідження перспективний, а його тема – актуальна;
- кількість патентів відносно постійна – створити паралельний напрям проведення дослідження з розширенням наукової теми.
- кількість патентів зменшується – тема дослідження ґрунтується на застарілих ідеях, уявленнях і доцільно провести пошукове дослідження.

Раціоналізаторська діяльність відображається у конкретних технічних пропозиціях, нових і корисних для заданих умов виробництва.

Рационалізація – інтелектуальна, творча діяльність створення технологічного (технічного) рішення виробничої задачі.

Рацпропозиція - це удосконалене технічне рішення технічних, технологічних задач у виробничій діяльності. Заява про рацпропозицію є простішою за оформленням від патенту на винахід (корисну модель), вона подається до розгляду керівництву підприємства.

1.7.3. Система інтелектуальної власності та її роль в інноваційній діяльності.

В Україні сформувалася, постійно удосконалюється нормативно-правова база функціонування інтелектуальної власності.

Державна система правової охорони інтелектуальної власності - центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері інтелектуальної власності, НОІВ і сукупність наукових, освітніх, інформаційних та інших відповідної спеціалізації державних підприємств, установ, організацій сфери управління центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері інтелектуальної власності.

Державна організація, наділена з 2022 р. функціями Національного органу інтелектуальної власності (НОІВ) - Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій (УКРНОІВІ), осучаснив функції Укрпатенту, працюючи як ІР офіс у сфері інтелектуальної власності з наданням послуг за принципом “єдиного вікна” [33].

Приєднання у 2008 р. України до Страсбурзької угоди про Міжнародну патентну класифікацію (1971 р.), створює можливості для нашої країни не лише користуватися МПК [32] як ефективним пошуковим інструментом, але й брати активну участь у його вдосконаленні.

Науково-технічна інформація, що є продуктом інтелектуальної творчої праці, становить об’єкт права інтелектуальної власності, а відносини щодо її придбання, зберігання, переробки, використання і поширення регулюються чинним законодавством - Конституцією України, Законами "Про інформацію" та [27], "Про державну таємницю", Цивільним кодексом України, іншими актами законодавства [27, 42].

Функціонування сучасних систем інтелектуальної власності у цивілізованому суспільстві спирається на практику відкритої науки [21] та направлене на забезпечення ефективності наукової діяльності для потреб суспільства, динамічної дослідницької роботи, залучення науковців до спільного виробництва знань, економічного партнерства науки та виробництва (бізнесу), створення можливостей для інновацій. Згідно [43]:

інновації - новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного,

комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери;

інноваційна діяльність - діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг;

інноваційний продукт - результат науково-дослідної і (або) дослідно-конструкторської розробки, що відповідає вимогам [43];

інноваційна продукція - нові конкурентоздатні товари чи послуги, що відповідають вимогам [43];

інноваційний проєкт - комплекс заходів і процедур, необхідних для розроблення, створення та реалізації інноваційного продукту і (або) інноваційної продукції, що відображені у комплекті документів, складених відповідно до вимог законодавства;

Інноваційним визнається проєкт, яким передбачаються розробка, виробництво і реалізація інноваційного продукту і (або) інноваційної продукції, що відповідають вимогам [43].

Взаємодія між відкриттями, винаходами та інноваціями створює між ними ефективний обмін науково-технічною інформацією, який сприяє прогресу фундаментальних досліджень та інновацій.

Для зручності розуміння процесу взаємодії між відкриттями, винаходами та інноваціями наведемо його у спрощеному (з певними обмеженнями) визначенні: відкриття - пов'язані з фундаментальною наукою, винаходи - технічні рішення техніки/технологій, а технологічні інновації - впроваджені та широко застосовувані технічні рішення техніки/технологій (конкурентоспроможні з широким попитом у споживачів). Фундаментальна наука прагне зрозуміти навколишній світ, а технологічні інновації - зробити корисні пристрої та технології доступними та поширеними. У сучасній науково-технічній діяльності взаємодія між наукою та інноваціями не обмежується використанням результатів фундаментальних та прикладних досліджень для розробки інновацій, формуванням нових галузей наукових досліджень на основі інновацій або для потреби в інноваціях. Наведений спрощений причинно-наслідковий зв'язок інновацій з фундаментальними дослідженнями є лише окремою ланкою з реальності різноманітних можливих взаємодій між ними.

Міжнародне регулювання діяльності у сфері інтелектуальної власності здійснює агентство ООН - Всесвітня організація інтелектуальної власності (BOIB, англ. World Intellectual Property Organization, WIPO) [44]. BOIB заснована у 1967 р., Україна є її учасником з 1970 р.

Важливими критеріями науково-технічного розвитку держави є показники оцінки відкриттів та винаходів, їх впроваджень в економіку. За щорічним рейтингом Global Innovation Index у BOIB [44] щодо ефективного перетворення інноваційних інвестицій в інноваційні результати, Україна посідає 55 місце серед 132 економік: найвищі місця

(37-48) – за результатами творчості, результатами знань і технологій, людським капіталом і дослідженнями, розвитком бізнесу; найнижчі місця (77-104) – за рівнем розвитку ринку, інститутів та інфраструктури.

Контрольні питання:

1. Розкажіть про методологію та класифікацію методів інженерної творчості.
2. Розкажіть про основні поняття технічного винахідництва.
3. Опишіть основні етапи реєстрації винаходу (корисної моделі).
4. Опишіть функціонування системи правової охорони інтелектуальної власності та її роль в інноваційній діяльності.

Тема 1.8. Методологія теоретичних досліджень

1.8.1. Мета та завдання теоретичних досліджень.

У технічних науках метою теоретичних досліджень є встановлення закономірностей зв'язків між досліджуваним об'єктом і зовнішнім середовищем, які повинні бути формалізовані, зазвичай – за допомогою математичного апарату чи іншим точним способом, наприклад хімічної формулою. Також, результатом теоретичного дослідження може бути розроблена теорія, представлена як у вигляді правил, так і у вигляді математичних рівнянь.

Основні завдання теоретичних досліджень:

- узагальнення результатів дослідження за допомогою виведених закономірностей на основі дослідних даних;
- адаптація результатів дослідження на подібні об'єкти;
- узагальнення, уточнення експериментальних досліджень об'єкта.

1.8.2. Моделювання в наукових дослідженнях.

Людський розум не може охопити безмежність, складність та різноманіття цілісності світу. А тому для пізнання навколишньої дійсності сучасні вчені виділяють з неї об'єкти пізнання (явища, пристрої, процеси) та вивчають їх за допомогою моделювання на основі існуючих чи спеціально розроблених методів наукових досліджень. При цьому у кожній науковій дисципліні з об'єкта реальності виділяють лише його найбільш (або достатньо) суттєві властивості та характеристики відповідно до предмету дослідження. Тобто науково досліджуваний об'єкт пізнання завжди спрощений відносно свого реального прототипу до рівня забезпечення допустимої точності результатів досліджень. У [45] наведено філософські погляди на інтерпретацію, ідеалізацію в наукових моделях.

Принцип моделювання об'єктів пізнання застосовують у методології наукових досліджень переважної більшості наук, оскільки досить часто він

дозволяє найбільш ефективно вирішувати науково-технічні чи соціальні питання досліджень. Цей принцип також є одним з основних у сучасних теоретичних та експериментальних дослідженнях у прикладних науках, враховуючи науки у сфері будівництва та цивільної інженерії.

Моделювання (англ. scientific modelling, simulation) – це метод дослідження об'єктів пізнання шляхом побудови та аналізу їх моделей.

Модель – це новий об'єкт, який відображає досліджувані властивості об'єкта пізнання (оригіналу).

Термін "модель" був вперше застосований у Європі в кінці 19 ст. (у геометрії Еудженіо Бельтрамі та Фелікса Кляйна), однак першими теоретичними моделями можна вважати уявлення Левкіппа і Демокріта про будову світу з атомів. Також, відомим історичним фактом є проходження наукової експертизи проєктом (у сучасному розумінні він є моделлю) будівництва Міланського собору (1386 р.).

У прикладних науках модель зазвичай виступає одночасно методом подання і засобом перевірки істинності теоретичних та достовірності експериментальних досліджень. Причому для одного об'єкту-оригіналу можуть створюватися безліч моделей, відповідно до прийнятого предмету (теми) дослідження.

Поширені причини застосування моделей у науково-технічних дослідженнях, враховуючи у сфері будівництва та цивільної інженерії:

- дослідження об'єкту-оригіналу не можливе, коли об'єкт пізнання: уже не існує; зовсім не існував; створюється; недоступний (з різних причин) для безпосереднього дослідження;

- дослідження об'єкту-оригіналу технічно чи технологічно чи економічно не зручне або не доцільне;

- об'єкт пізнання: уже не існує; зовсім не існував; створюється; недоступний (з різних причин) для безпосереднього дослідження;

- об'єкт пізнання технічно та/або технологічно дуже складний, громіздкий;

- для глибокого вивчення якоїсь однієї характеристики або властивості об'єкту пізнання доцільно не враховувати менш істотні;

- об'єкт пізнання змінюється дуже швидко (гідравлічний удар; вибух), або дуже повільно (процеси геології; процеси поступового руйнування об'єктів будівництва);

- для неруйнівного дослідження об'єкту пізнання;

- для уникнення небезпеки від впливу об'єкта пізнання на людей чи навколишнє середовище (процеси та явища штучного чи природного походження - ядерні вибухи, хімічні процеси на виробництві, тайфуни, землетруси, цунамі тощо).

Поширені вимоги до результатів створення моделей у науково-технічних дослідженнях, також у сфері будівництва та цивільної інженерії:

- розуміння об'єкту пізнання – його структури, законів розвитку і взаємодії з навколишнім світом, основних характеристик і властивостей;
- управління об'єктом пізнання – раціональне чи оптимізоване згідно заданих цілей та критеріїв;
- прогнозування наслідків заданого впливу на об'єкт пізнання.

У будівництві та цивільній інженерії розрізняють моделювання: фізичне, математичне, і відповідно – моделі: фізичні, математичні.

Фізичне моделювання – це метод експериментального вивчення об'єктів пізнання шляхом розробки та дослідження їх фізичних моделей.

Фізична модель - матеріальна ("реальна") модель такої ж фізичної природи та критеріїв подібності (чи тотожності) як і досліджуваний об'єкт пізнання (явище, пристрій, процесу). Зазвичай такими критеріями є фізична подібність – геометрична (форма, розміри, масштабування тощо), статична, кінематична, динамічна.

Метод фізичного моделювання активно застосовують для різних експериментальних досліджень, особливо – лабораторної фізичної моделі об'єкта досліджень. Прикладами фізичного моделювання є механічне, теплове, гідродинамічне, електродинамічне та ін.

Якщо розміри фізичної моделі виконані у певному масштабі відносно реальних розмірів об'єкта-оригіналу, то одержані результати експериментальних досліджень такої моделі приймаються для реального об'єкта з поправкою урахування критеріїв подібності (на практиці – за допомогою поправкових коефіцієнтів).

Математичне моделювання – це метод теоретичного чи експериментального вивчення об'єктів пізнання шляхом розробки та дослідження їх математичних моделей.

Математична модель – система математичного опису об'єкту пізнання (явища, пристрою, процесу) за допомогою співвідношень, закономірностей, законів. Завдяки математичним поняттям отримується спрощений та з достатньою для досліджень точністю опис реальності.

Основою методу математичного моделювання є принцип аналогії в рівняннях математичного опису оригіналу об'єкту пізнання і його моделі.

Сучасні математичні моделі зазвичай є складними системами співвідношень, а тому для їх розв'язання і вивчення використовують комп'ютери (існуючі чи спеціально для конкретної моделі розроблені комп'ютерні програми). Перевагами математичного моделювання над фізичним є гнучкість, достовірність, точність, швидкість імітації на комп'ютері варіантів моделі, але принаймні початкові дані воно використовує з даних експериментів, що свідчить про існування тісного зв'язку та взаємного доповнення між цими двома методами моделювання.

Існуючі різноманітні класифікації моделей відображають особливості їх застосування у науках. Так, формально розрізняють моделі:

- за галуззю використання: навчальні, дослідні, науково-технічні, імітаційні, ігрові;
- за фактором часу, рівноваги: статичні або динамічні (із зміною стану в часі);
- за математичними співвідношеннями: лінійні або нелінійні; детерміновані або стохастичні.

Застосування математичного апарату є характерним для побудови моделей математичного та фізичного моделювання, а тому кожна з цих моделей є лінійною або нелінійною, детермінованою або стохастичною, існують і змішані типи моделей, які наприклад за частиною параметрів у одному співвідношенні - зосереджені, а в іншому – розподілені.

1.8.3. Методи теоретичних досліджень.

У загальному випадку методи дослідження у сфері будівництва та цивільної інженерії можна поділити на три групи:

- методи теоретичного дослідження;
- методи емпіричного (експериментального) дослідження;
- методи теоретично-експериментального, експериментально-теоретичного дослідження;

Методи теоретичних досліджень ґрунтуються на принципах гіпотези, абстрагування, уявного експерименту, моделювання та ідеалізації об'єкта, узагальнення, формалізації та ін.

Методи емпіричних (експериментальних) досліджень в свою чергу ґрунтуються на принципах спостереження, порівняння, вимірювання, експерименту, індукції, дедукції, аналізу, синтезу та ін.

Методи теоретично-експериментального, експериментально-теоретичного дослідження ґрунтуються на поєднанні двох підходів до послідовності проведення експериментів у дослідженнях:

- в експериментально-теоретичних дослідженнях: експеримент – теоретичне обґрунтування результатів – новий закон або нова теорія;
- в теоретично-експериментальних дослідженнях: відома теоретична база – експеримент – підтвердження теорії або гіпотеза нової теорії.

У сфері будівництва та цивільної інженерії методи теоретичних досліджень є потужним теоретичним доповненням до експериментальних даних, спираються на результати експериментальних досліджень та теоретично узгоджені з методами експериментальних досліджень, є однією із базових основ матеріалів науково-технічного супроводу та нормативно-правового забезпечення процесів проєктування, будівництва, реконструкції, реставрації, експлуатації та ремонту об'єктів будівництва.

До поширених у сфері будівництва та цивільної інженерії належать методи теоретичних досліджень:

- аналітичні методи - класичні методи розв'язування задач будівельної механіки для простих розрахункових схем конструкцій;

- числові (чисельні) методи – методи розв'язування задач нових більш наближених до реальності розрахункових схем конструкцій.

Методи чисельного (числового) моделювання використовують алгоритми числової апроксимації, що дозволяє поступово виявляти недоліки та уточнювати розроблені моделі. Областями застосування цих методів є багато різних класів задач, зокрема:

- розв'язок лінійних та нелінійних рівнянь та їх систем;
- інтерполяція та апроксимація функцій;
- числове інтегрування та обчислення похідної;
- числовий розв'язок диференціальних рівнянь та систем;
- числовий розв'язок диференціальних рівнянь в частинних похідних та їх систем;
- числовий розв'язок інтегральних рівнянь;
- задачі оптимізації.

До основних груп числових (чисельних) методів прикладної математики у науках будівництва та цивільної інженерії належать:

- метод скінченних елементів (МСЕ);
 - метод дискретних елементів (МДЕ);
 - метод граничних елементів (МГЕ);
 - метод сіток;
 - метод скінченних різниць;
- та ін. [15, 24, 25, 28, 36, 46, 47 та ін.]. При правильному методологічному застосуванні комбінації чисельних методів (проведенні комплексного аналізу на їх основі, порівняльного аналізу різних методів та їх комбінацій, тощо) можна досягти зменшення похибки числових розрахунків, підвищення достовірності результатів [46 та ін.].

Враховуючи складність математичних розрахунків переважна більшість поширених методів теоретичних досліджень, передусім – чисельних методів, покладені в основу інформаційно-комп'ютерних розрахунково-програмних комплексів. У таких сучасних програмних комплексах, що широко залучаються до теоретичного дослідження об'єктів досліджень (об'єктів, явищ, процесів), практичного проектування об'єктів будівництва, існує низка теоретично-розрахункових обмежень та припущень у розрахункових моделях, методиках та методах розрахунку. З огляду на це та інші чинники, результати теоретичних досліджень потребують перевірки та оцінки достовірності і у переважній більшості ситуацій у сфері будівництва та цивільної інженерії - обов'язкового експериментального підтвердження.

Контрольні питання:

1. Що є метою та завданнями теоретичних досліджень?
2. Яка роль моделювання у методології наукових досліджень?
3. Що розуміють під моделюванням та моделлю в науці?

4. Опишіть особливості фізичного, математичного моделювання.
5. Розкажіть про поширені методи теоретичних досліджень.

Тема 1.9. Методологія експериментальних досліджень

1.9.1. Особливості застосування експериментальних методів досліджень.

Характерною складністю для дослідників при розробці методики науково-технічних досліджень у сфері будівництва та цивільної інженерії є вирішення питання вибору ефективного методу досліджень, зокрема між експериментальними та аналітичними методами досліджень конкретного процесу.

Експериментальні методи наукових досліджень дозволяють ретельно вивчати досліджувані процеси в межах заданої на початку досліджень точності, яка визначається застосовуваними технічними засобами експериментальних вимірювань, і зосередити увагу саме на найважливіших для досліджень параметрах процесу.

Проте, результати конкретного експерименту не можуть бути просто узагальнені або поширені на інший процес, навіть якщо такий є близький за фізичною суттю, оскільки результати будь-якого експерименту відображають індивідуальні особливості лише досліджуваного процесу.

На основі результатів експерименту ще неможливо остаточно встановити, які з параметрів мають вирішальний вплив на характер чи властивості досліджуваного процесу і як саме буде проходити процес при різних комбінаціях (варіантах) одночасно змінених параметрів.

У процесі проведення експерименту кожен конкретний процес спочатку повинен досліджуватися конкретно, самостійно.

На завершальному етапі проведення експериментальних досліджень експериментальні методи досліджень дозволяють встановити конкретні (а не загальні) залежності взаємовпливів чи взаємодії між окремими параметрами у конкретно визначених діапазонах їх значень.

Аналіз параметричних характеристик лише за тими діапазонами значень, що встановлені проведеними експериментами, може призвести до переключування аналітичних залежностей, грубих помилок.

Таким чином, для конкретних аналітичних, експериментальних методів досліджень властиві певні характерні переваги та обмеження, що можуть суттєво ускладнити ефективне вирішення практичних завдань. Тому надзвичайно корисним для отримання точних та адекватних результатів досліджуваних процесів є поєднання в методиці досліджень позитивних властивостей як аналітичних, так і експериментальних методів досліджень, наприклад із застосуванням методів порівняльного аналізу

(встановлення співвідношення) результатів, що отримані експериментальним та аналітичним методами.

У сфері будівництва та цивільної інженерії сумісне дослідження факторів впливу шляхом порівняння результатів експериментальних та теоретичних методів досліджень дозволяє отримати адекватні результати, на основі яких можна розроблювати методики інженерного розрахунку (методики спрощеного інженерного розрахунку, з достатньою для проєктного розрахунку точністю), кращі з яких надалі приймаються за основу методик нормативного проєктного розрахунку у відповідних ДБН.

1.9.2. Методологія експериментальних досліджень.

Методологія експерименту – це загальна структура (методика) експерименту, яка визначається його постановкою та послідовністю виконання експериментальних досліджень.

Зазвичай у технічних науках проводять різні експерименти, які об'єднані спільною метою експериментальних досліджень.

Основні етапи експериментальних досліджень такі:

1 етап. Розробка плану-програми експериментальних досліджень.

2 етап. Оцінка вимірювання та вибір (або розробка) засобів для проведення експериментів.

3 етап. Проведення експериментів.

4 етап. Отримання результатів експериментів шляхом обробки і аналізу експериментальних даних.

5 етап. Висновки – узагальнені результати усіх запланованих і проведених експериментальних досліджень.

Такий перелік етапів відповідає логіці традиційного експерименту.

Однак для підвищення точності та зменшення обсягу експериментальних досліджень, у більшості сучасних досліджень з інженерних наук застосовують математичну теорію планування експерименту. В такому випадку окремі етапи досліджень об'єднуються: 3-4 етапи. Математичне планування експерименту з проведенням експериментального дослідження, обробкою та аналізом отриманих даних.

План-програма експериментальних досліджень передбачає: методику проведення експерименту, а також: назву теми, визначення мети і завдань досліджень, робочу гіпотезу, планування заходів з технічного та організаційного забезпечення експерименту (перелік матеріалів, приладів, установок, список виконавців досліджень, календарний план робіт, кошторис витрат на виконання досліджень, при потребі – заходи з виготовлення та методичне обстеження спеціального обладнання для виконання експериментів, розробки і використання дослідних зразків та експериментальних установок, програми досліджень на підприємствах).

Оцінка вимірювання призначена для встановлення точності вимірів та похибок та вибору методів вимірювання, що відповідають законам науки метрології.

Експеримент – найбільш важлива частина наукового дослідження, один із основних засобів отримання нових наукових знань.

Експеримент – це науковий дослід, цілеспрямоване вивчення об'єкта досліджень (об'єкта, явища, процесу) у доцільно вибраних або штучно створених умовах, які дозволяють керувати ним, обробляти та зіставляти його результати, відтворювати його результати при повторенні (відтворенні) конкретних умов.

Метою експерименту може бути перевірка теоретичних положень (підтвердження робочої гіпотези), а також більш глибоке вивчення теми наукового дослідження.

Розрізняють експериментальні дослідження лабораторні та виробничі. Дослідження на реальних об'єктах називають натурними.

При проведенні лабораторних досліджень застосовують типові прилади, спеціальні моделюючі пристрої, стенди, обладнання, що дозволяє найбільш повно і якісно вивчати вплив одних характеристик на зміну інших.

Планування експерименту – це процедура вибору кількості і умов проведення експерименту, необхідних і достатніх для розв'язання поставленої задачі з потрібної точністю [15].

Важливими моментами планування експерименту є [15]:

- мінімізація загальної кількості дослідів;
- одночасне варіювання всіма факторами;
- використання математичного апарату для формалізації дій експериментатора;
- вибір чіткої стратегії для прийняття обґрунтованих рішень.

Формалізація – метод логіки; у математичній логіці це процес подання інформації про об'єкт дослідження (об'єкт, явище, процес) в формалізованому вигляді; метод подання змістової теорії (змістових тверджень) як числення (через послідовності символів або формули).

Зручною є модель об'єкта дослідження на основі уявлення про кібернетичну систему ("чорну скриньку"), тобто модель в якій є [15]:

- вхідні дані (способи впливу на ("чорну скриньку")) – їх називають "фактори", які є незалежними змінними;
- вихідні дані (кількісна характеристика мети дослідження) – їх називають "параметри (критерії) оптимізації", які є залежними змінними;
- збурення – які впливають на отримання величин параметрів (критеріїв) оптимізації.

У наукових дослідженнях в технічних науках використовуються математичні моделі об'єкта дослідження, зазвичай це – рівняння залежності параметрів оптимізації "у" від факторів "х" у вигляді:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n),$$

де функція від $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ називається "функцією відгуку" або "цільовою функцією". Відповідно до цього означення прийнято називати:

функція відгуку – математична залежність вихідних параметрів від вхідних факторів;

поверхня відгуку – геометричний образ функції відгуку (наприклад, у вигляді графічної залежності).

Залежно від можливості керування факторами під час експерименту розрізняють експерименти:

- пасивний – якщо жоден фактор не є керованим;
- активний - якщо є фактори керовані.

Екстремальний – це експеримент, що ставиться для розв'язування задач оптимізації.

Планування екстремального експерименту – це метод вибору кількості і умов проведення дослідів, мінімально необхідних для відшуку оптимальних умов, тобто для розв'язання поставленої задачі [15].

Найпростішими методами проведення експерименту передбачається зміна лише якоїсь однієї умови (факторів) з визначенням залежностей відповідних змін інших факторів. Однак, у технічних дослідженнях часто застосовують і більш складніші варіанти їх проведення, наприклад – багатофакторні експерименти, у яких при вирішенні задач оптимізації, як правило, не можна знайти таку комбінацію значень факторів впливу, при якій одночасно досягається екстремум всіх функцій відгуку. Тоді функцію відгуку вибирають за критерій оптимізації, а інші приймають відповідними цій умові (детально про планування експерименту – у [15]).

До математичної теорії планування експерименту відносять концепції рандомізації, послідовного експерименту, математичного моделювання, оптимального використання факторного простору і інші.

Принцип рандомізації передбачає, що систематичні фактори, які складно піддаються контролю, враховуються статистично і потім виключаються як систематичні похибки досліджень.

Методика послідовного експерименту передбачає поділ досліджень на послідовні етапи, кожен з яких аналізується і приймається рішення про напрямки проведення подальших досліджень.

За результатами експерименту одержують рівняння регресії - математичну модель процесу, яка враховує задану точність рішення та достовірність вихідних даних. Оскільки дуже складно передбачити ступінь полінома, який адекватно опише досліджуваний процес, то експеримент проводять поетапно: спочатку пробують описувати явище найпростішою моделлю – лінійною, а якщо вона виявиться неадекватною, то переходять до наступного етапу – ускладнюють модель підвищенням ступеня полінома.

1.9.3. Вимоги до обробки результатів експериментів.

Дослідницька науково-технічна робота в інженерних науках, таких як будівництво, повинна обов'язково закінчуватися емпіричною формулою, що відображає виявлені в процесі досліджень залежності впливу факторів на шукану функцію.

У зв'язку з цим, дослідні дані, одержані при проведенні експерименту, повинні систематизуватися з метою їх аналізу на предмет якісних і кількісних зв'язків між досліджуваними факторами.

У процесі виконання аналізу результатів теоретично-експериментальних досліджень, для оцінки наближення емпіричного розподілу до теоретичного виконується перевірка експериментальних даних на адекватність. Для оцінки адекватності використовують різні критерії, з яких найпоширенішими є: Фішера, Стюдента, Пірсона, Романовського.

Значення показників, отримані в процесі експериментальних досліджень слід проаналізувати методами на основі теорії випадкових помилок, що дозволяє обчислити дійсне значення вимірюваної величини і оцінити можливі помилки.

При цьому сукупність вимірів поділяють на:

- генеральну (всю множину можливих значень: вимірів або похибок);

- вибірку (обмежене число вимірів).

В результаті оцінюється одне із потрібних завдань:

- точність та надійність вимірів для заданої їх кількості;

- мінімальна кількість вимірів для заданої їх точності та надійності.

При цьому потрібно виключити грубі похибки ряду, визначити достовірність одержаних даних тощо.

Для великої вибірки та нормального закону розподілу розраховується:

- дисперсія (характеризує однорідність вимірів, з її зростанням збільшується розкид вимірів);

- коефіцієнт варіації (з його зростанням збільшується мінливість вимірів відносно середніх значень; оцінює розкид при оцінці кількох вибірок).

Для заданої імовірності встановлюється довірчий інтервал значень із дійсних значень вимірюваної величини. Він дозволяє оцінити точність вимірів даної вибірки.

Довірча імовірність (вірогідність) вимірів - імовірність потрапляння істинного значення вимірюваної величини до даного довірчого інтервалу (вимірюється у відсотках або у частках одиниці). Вона дозволяє оцінити достовірність виміру.

Статистичні методи оцінки дозволяють визначити мінімальну кількість вимірів для заданої їх точності та надійності. Тобто слід визначити мінімальне число вимірів або спостережень при заданих значеннях довірчого інтервалу та довірчій імовірності.

Експериментальні дані, у вигляді статистичного ряду, аналізують і виключають систематичні та грубі помилки, виявляють похибки. У результаті одержують очищений ряд, для якого розраховують середньоарифметичне, похибки окремих вимірів, середньоквадратичне.

Останнім етапом є оцінка відносної похибки результатів серії вимірів при заданій довірчій імовірності.

1.9.4. Методи обробки результатів досліджень.

Найбільш поширеними методами обробки результатів досліджень є статистичні, табличні і графічні.

Статистичні методи ранжування і групування використовують для упорядкування факторів.

Ранжування - розподіл кількісних показників у певному порядку за заданим принципом (за значимістю, зростанням чи зменшенням тощо). Ранжуванням виключають всі другорядні і випадкові дані.

При ранжуванні виконують групування дослідних даних кількісними чи якісними показниками.

Групування за кількісними ознаками дозволяє впорядкувати ці виміряні ознаки за їх значеннями, а за якісними ознаками такого не можна зробити.

Розрізняють групування просте (за однією ознакою) і комбіноване (одночасно за кількома ознаками, зазвичай не більше ніж за трьома).

Найпростішою формою упорядкування, зручною для використання систематизованих дослідних даних є таблиці. Правильно складені таблиці полегшують розуміння суті зв'язків між даними результатів експериментів.

Відомі різні форми таблиць, найпоширенішими з них є:

- прості (зведені дані про окремі фактори);
- групові (зведені окремі фактори за певною ознакою);
- комбіновані (зведені дані про згруповані за кількома ознаками фактори);
- складені - об'єднанням простих або групових таблиць.

Комбіновані таблиці більш інформативні, також відомий їх різновид - шахові таблиці, в яких наочно відображені зв'язки між ознаками.

У тексті наукової праці таблиці зазвичай розташовують безпосередньо після посилання на них в цілому чи на їх складники (окремі комірки чи пронумеровані стовпчики, рядки). Таблиці, які поміщаються на одну сторінку, бажано не розривати. Великі таблиці слід правильно переносити (вказуючи над перенесеними частинами таблиці

"Продовження табл." з номером таблиці), інколи їх розташовують в окремих додатках в кінці тексту.

Графічний метод обробки дослідних даних (за допомогою кривих, об'ємних площин, діаграм, гістограм, номограм та ін.) дає кращу ніж табличний можливість стисло, компактно, систематизовано і наочно відображати кількісні ознаки досліджуваного об'єкта. Однак таке узагальнення може не показувати усіх точних значень даних, через обмежену площу графічного зображення. Тоді у тексті наукової праці при потребі подаються табличні та графічні результати.

Найчастіше графіки будуються в системі прямокутних координат, застосовуючи шкали рівномірні і нерівномірні (функціональні, що змінюються за певним математичним законом, наприклад логарифмічним).

Ламана крива послідовного сполучення експериментальних точок графіка зазвичай пояснюється похибками вимірів (лише як виняток для окремих експериментів характерні різкі скачки), тому як правило графік будують за допомогою плавної кривої, проведеної між експериментальними точками. Різке віддалення однієї або двох точок від кривої зазвичай свідчить, що ці точки є грубими помилками, однак їх значення обов'язково треба уважно проаналізувати.

Для вирівнювання кривих на графіках застосовують статистичні методи. Наприклад, методом вирівнювання криву описують лінійною функцією. Параметри заданих рівнянь часто визначають методом середніх та найменших квадратів.

Кореляційний аналіз є одним із поширених методів для дослідження закономірностей при багатофакторних експериментах..

Важливою для досліджень властивістю графічного методу є можливість унаочнити закономірності взаємозв'язків між факторами, що полегшує розуміння і можливість виведення математичних формул для цих закономірностей.

Розрізняють діаграми:

- лінійні, є найбільш поширені;
- площинні стовпчикові (вертикальні і горизонтальні) та секторні;
- об'ємні.

Сучасна комп'ютеризація наукових досліджень дозволяє зручно поєднувати у відповідних програмах розрахунки з виведенням їх результатів у графічній формі, починаючи від Microsoft Excel до ЛІРА, MATLAB Ansys та ще більш потужніших програмних продуктів.

На основі експериментальних даних можна підібрати алгебраїчні вирази - емпіричні формули, які простіші від аналітичних формул та дають результати приблизні, хоча й з достатньою точністю. Така заміна формул називається апроксимацією, а такі приблизні функції - апроксимуючими.

Зазвичай апроксимуючі функції складають з точністю, достатньою для методик інженерних розрахунків, використовуваних у нормативних документах (наприклад, ДБН та ДСТУ).

Контрольні питання:

1. Розкажіть про особливості застосування експериментальних методів досліджень у будівництві та цивільній інженерії.
2. Розкажіть про методологію та основні етапи експерименту.
3. Які вимоги до обробки результатів експериментів?
4. Розкажіть про методи обробки результатів досліджень.

Тема 1.10. Етична культура науковця, принципи академічної доброчесності та відкритої науки

1.10.1. Етична культура науковця.

Етичні норми науки розглядають філософські питання:

- взаємодії свободи і відповідальності – наука є потужною силою, здатною керувати процесами як розвитку, так і руйнування. А тому наукова діяльність повинна осмислюватися у моральному плані, щоб відповідати певній системі етичних норм;

- співвідношення істини і добра – з давніх часів людство турбували моральні та духовні питання щодо вищої цінності у релігії, науці та мистецтві. Так, пророки та мислителі Старого і Нового Заповіту такою цінністю проголошували любов до Бога і ближнього. Ідею етики в науці відстоював ще Аристотель – "Платон мені друг, але істина дорожче". Наука повинна прагнути до універсалізму знань, а наукова діяльність – до безкорисливого відстоювання та пошуку істини.

Етика науки – це вид професійної етики, створений у 19 ст.

Наукова етика – це сукупність офіційно встановлених норм, правил, моральних принципів наукової діяльності вчених для забезпечення функціонування науки, з адміністративним розглядом їх порушень.

У сучасній Україні наукова діяльність вченого підпорядковується нормам етичної поведінки згідно чинного законодавства та базується на затвердженому у НАН України "Етичному кодексі ученого України" [48]. Тут відзначається важливість панування вищих інтелектуальних цінностей, наукової чесності над бажаннями утилітарними, корисливими, вульгарної популярності.

Ідеалом поведінки вченого в науковій діяльності є принципи:

- рівності вчених у питаннях істини наукових доказів, не залежно від якихось особистих заслуг чи привілеїв того чи іншого вченого;

- наукової чесності, а не фальсифікації чи плагіату, при оприлюдненні результатів дослідження. Обов'язковим є посилання у

науковій публікації на автора ідей і наукових текстів, чітке розмежування запропонованих нових результатів від вже відомих в науці. Роль співавтора не повинна бути формальною.

Кодекс честі ЛНТУ спирається на чинні норми законодавства [49 та ін.] та нормативні акти університету і зобов'язує дотримуватися прийнятих ним стандартів етичної поведінки співробітників та учасників освітнього процесу ЛНТУ в академічному середовищі, зокрема за принципами: законності, взаємної довіри, чесності та порядності, прозорості, справедливості, взаємоповаги, компетентності та професіоналізму, відповідальності, безпеки та добробуту університетської громади [50].

Однією з авторитетних міжнародних організацій у питаннях з етики публікацій є COPE (Комітет з етики публікацій), який займається навчанням і підтримкою редакторів, видавців, університетів, науково-дослідних інститутів та всіх, хто займається етикою публікацій [51].

Етичний нагляд, згідно вказівок [51], "повинен включати, але не обмежуватися політикою щодо згоди на публікацію, публікацію про вразливі верстви населення, етичне проведення досліджень з використанням тварин, етичне проведення досліджень з використанням людей, поводження з конфіденційними даними та етичні практики бізнесу/маркетингу".

COPE розробляє, осучаснює основні практики (доповнюють національні та міжнародні кодекси поведінки для проведення досліджень) щодо дотримання етики наукової діяльності для авторів наукових публікацій, редакторів та їхніх журналів, видавців та установ [51].

До основних вимог етики публікацій з боку провідних наукових видавництв до поданих рукописів, з урахуванням вказівок [51], належать:

- сумлінне проведення дослідження;
- оригінальність рукопису, відсутність його публікації чи одночасного подання на розгляд до інших видавництв;
- подання авторського рукопису, а не рукопису авторства ІІІ чи матеріалів плагіату та самоплагіату;
- відсутність наклепів, дискредитуючих чи незаконних тверджень;
- цитування інших наукових матеріалів;
- згоди усіх авторів чи організацій на публікацію;
- відсутність "обдарованих авторством" авторів (примарного авторства);
- при виявленні порушень редакційних вимог в опублікованій публікації – створення про їх виправлення, видалення чи відкликання наукової публікації.

Оскільки боротьба з плагіатом та самоплагіатом є вимогою етики публікацій, то ця вимога міститься у Кодексу честі університету, університет повинен передбачати відповідні заходи. Зокрема, в ЛНТУ ця вимога прописана у [50], а також академічні роботи (магістерські та

бакалаврські) обов'язково перевіряються за допомогою однієї з багатьох поширених у світі антиплагіатних програм – українського онлайн-інструменту визначення плагіату Unicheck [52].

Намагання розуміння та дотримання науковцями етичних принципів наукової діяльності є дуже цінним для наукової спільноти, оскільки сприяють її продуктивному розвитку та розвитку науки завдяки високій якості наукового обміну знаннями.

1.10.2. Принципи академічної доброчесності та відкритої науки.

Сучасне методологічне розуміння наукової діяльності на основі принципів академічної доброчесності відображено у понятті "відкрита наука", запроваджене Генеральною конференцією ООН з питань освіти, науки та культури (ЮНЕСКО), під час 41-ої сесії в Парижі (9-24 листопада 2021 р.) у документі рекомендації з відкритої науки [21].

Європейське дослідницьке виконавче агентство (REA) при Європейській комісії визначає відкриту науку як «підхід до дослідження, заснований на відкритій спільній роботі, який наголошує на обміні знаннями, результатами та інструментами якомога раніше та ширше» [53].

Відкрита наука встановлює нову парадигму, в якій до наукової діяльності включаються методи підвищення рівня відтворюваності, прозорості, обміну інформацією та співробітництва на основі розширення відкритого доступу до наукових матеріалів, інструментарію та процесів [21].

Рамкова концепція терміну "відкрита наука" означає за [21] поєднання різних рухів та форм діяльності, щоб:

- зробити наукові знання різними мовами відкритими, загальнодоступними та придатними для загального багаторазового використання;
- розширити наукову співпрацю та обмін інформацією на благо науки та суспільства;
- відкрити процеси створення, оцінки та поширення наукових знань для соціальних суб'єктів, які не входять до традиційної наукової спільноти.

Ця концепція охоплює всі наукові дисципліни та аспекти наукової практики (враховуючи у сфері фундаментальних, прикладних, природничих, соціальних та гуманітарних наук) на основі таких ключових принципів [21]:

- відкриті наукові знання;
- відкрита наукова інфраструктура;
- наукова комунікація;
- відкрита участь соціальних суб'єктів;
- відкритий діалог із іншими системами знань.

До переваг відкритої науки належать: інтеграція та обмін науковими знаннями, можливість об'єднання окремих науковців та/або їх колективів у

загальних програмах досліджень складних проблем, спільне використання науково-технічної інфраструктури, управління колективними науковими процесами задля швидкого та ефективного досягнення результатів наукових досліджень і їх широкого впровадження.

Підвищення ефективності методології наукових досліджень в напрямку забезпечення якості, відтворюваності, дієвості результатів наукових досліджень досягається науковою діяльністю на основі принципів академічної доброчесності та відкритої науки завдяки розширенню для дослідників можливостей доступності, відкритості для аналізу та критичної оцінки, прозорості усіх сфер наукової діяльності, і таким чином сприяє прийняттю обґрунтованих рішень у практичній діяльності суспільства.

Для розвитку науки та поширення знань важливий внесок кожного, хто займається науковою діяльністю, а оскільки переважна більшість вчених є авторами наукових публікацій, то сприяння доброчесності в дослідженні та його публікації є одним з таких важливих внесків у розвиток науки та наукової спільноти.

В процесі дослідження та його публікації науковцям потрібно дотримуватись таких важливих принципів академічної доброчесності:

- достовірність даних: дослідник гарантує правдивість результатів його досліджень, уникає спотворення чи підробки інформації;
- посилання на джерела: при використанні інформації з літературних джерел завжди слід наводити відповідні посилання на них, що сприятиме науковій точності та коректності викладеного матеріалу;
- унікальність та оригінальність: забезпечення унікальності та оригінальності викладеного матеріалу без дублювання раніше існуючих даних додає цінності до наукового рівня результатів досліджень;
- достатність інформації: зрозуміле подання авторського підходу і результатів, повнота інформації є важливим для наукової спільноти;
- новизна і внесок: публікація повинна мати наукову новизну та додавати новий внесок у вже існуючі знання, тому слід уникати переформулювання чи відтворення інших публікацій.
- етичні стандарти: слід дотримуватися високих етичних стандартів у дослідженні та його публікації, а тому слід уникати плагіату та самоплагіату, недобросовісного використання ідей інших авторів;
- сприяння якості: важлива активна участь авторів у вдосконаленні якості тексту поданих до оприлюднення матеріалів – у разі виявлення автором неточностей або помилок про них слід повідомити редакцію наукового видання та організатора наукового заходу.

Згідно [50], кожен член університетської громади повинен у своїй діяльності керуватися такими пріоритетами академічної доброчесності:

- сумлінно та самостійно (крім випадків колективної роботи) виконувати навчальні та дослідницькі завдання;

- брати активну участь у науково-дослідній роботі та наукових заходах;
- брати участь в обговоренні та вирішенні питань удосконалення навчально-виховного процесу, науково-дослідної роботи, призначення стипендій, організації дозвілля, побуту, оздоровлення тощо;
- докладати максимум зусиль щодо оволодіння теоретичними та спеціальними знаннями, практичними та професійними навичками, що необхідні для спеціаліста вищого кваліфікаційного рівня;
- виконувати оригінальні роботи в межах кожної дисципліни;
- використовувати в навчальній та науковій діяльності тільки надійні і достовірні джерела інформації та обов'язково посилатися на них.

Контрольні питання:

1. Що Ви розумієте під етичними нормами науки?
2. Що Ви розумієте під Етичним кодексом ученого?
3. Які Ви знаєте основні вимоги етики публікацій?
4. Що Ви розумієте під відкритою наукою?
5. Які Ви знаєте принципи академічної доброчесності?
6. Які Ви знаєте пріоритети академічної доброчесності в університеті?

Тема 1.11. Наукові публікації. Принципи академічного письма

1.11.1. Наукові публікації та комунікації у відкритій науці.

Наукова публікація – це опублікований опис результатів наукового дослідження, найбільш авторитетне та об'єктивне джерело наукових знань.

У 21 ст. переважна більшість публікацій видається на паперових та/або електронних носіях, а тому доступна в інтернеті на електронному носії. До цього переважали публікації друковані на папері, на сьогодні йде процес оцифрування таких збережених до нашого часу публікацій, що робить їх набагато доступнішими для широкого кола науковців.

Структура наукової публікації зазвичай в тій чи іншій мірі включає елементи: вступ, мета та завдання досліджень, аналіз відомих досліджень, методологія досліджень (або матеріали та методи досліджень), результати досліджень, висновки та пропозиції, список бібліографічних посилань, додатки (якщо є).

Як правило наукові публікації проходять процес наукового рецензування (зазвичай 1-3 незалежними кваліфікованими фахівцями). Ступінь довіри наукової спільноти до рецензованих публікацій вищий ніж до нерецензованих.

Існують такі типи рецензованих наукових публікацій:

- наукова стаття – відображає результати дослідження чи досліджень одного чи багатьох авторів за певною темою, опублікована у

науковому журналі, збірнику наукових праць (в Україні це наукове фахове видання). Види наукових статей: дослідницька стаття, коротке повідомлення, відгук або відповідь на статтю, огляд (за ДСТУ 5034:2008 огляд - стисле повідомлення про зміст наукових документів, поєднаних спільною темою);

- електронний препринт наукової статті - попередня публікація скороченої версії матеріалів до виходу в світ видання з науковою статтею;

- наукова книга (монографія) – наукова праця у вигляді книги, що відображає результати дослідження чи досліджень одного чи кількох авторів з поглибленим вивченням однієї або кількох тісно пов'язаних між собою тем. Монографію у якій більше 5 авторів називають колективною;

- науковий звіт державних служб;

- дисертація та автореферат дисертації - наукова праця на правах рукопису, для прилюдного захисту на здобуття наукового ступеня;

- патент на винахід (проходить експертизу по суті).

Існують такі типи не рецензованих наукових публікацій:

- тези конференцій – це короткий виклад основних положень наукового дослідження з аргументацією та обґрунтуванням отриманих результатів.

- текст усної доповіді на наукових конференціях, форумах тощо;

- наукова стаття у нерецензованих наукових виданнях;

- електронні наукові публікації поза сайтами наукових рецензованих журналів;

- патент на корисну модель (не проходить експертизу по суті);

- анотація - стислий коментар чи пояснення щодо документа чи його змісту, а іноді навіть його короткий опис, доданий, зазвичай, як примітка після бібліографічного опису документа (за ДСТУ 2394).

Україна офіційно підтримує принципи відкритої науки і на сьогодні в державі діє Національний план щодо відкритої науки [20], реалізація якого неможлива без активного використання сучасних комунікаційних технологій. Адже сучасні комунікаційні технології значною мірою сприяють розвитку відкритості та доступності матеріалів та результатів наукових та науково-технічних досліджень, враховуючи дослідження у сфері будівництва та цивільної інженерії.

У сучасних реаліях існування наук в умовах сформованого інформаційного суспільства та бурхливого розвитку процесів інформатизації та комп'ютеризації методів та методик методології наукових досліджень, оперативнішим та набагато доступнішим, дуже подібним до "живого спілкування" стало спілкування за допомогою комунікаційних технологій, яке завдяки цьому має додаткові можливості:

- оперативність глобального (не залежно від географічних відстаней між місцями перебування дослідників) спілкування та обміну інформацією

значних обсягів за допомогою сучасних техніко-технологічних можливостей технологій комунікаційних зв'язків:

- дзвінків чи інших типів сигналів у процесі проведення наукових досліджень;

- електронної пошти, месенджерів;

- соціальних мереж (від суспільно-орієнтованих до орієнтованих на пошук і встановлення ділових та наукових контактів, наприклад професійної спільноти LinkedIn (<https://www.linkedin.com/>));

- оперативність глобального інтернет-пошуку та ідентифікації авторів наукових публікацій з технічною можливістю їх доступності щодо питань налагодження особистих зв'язків для наукової співпраці (пошукові системи вільного та платного доступу з елементами ідентифікації та індексації наукових публікацій чи інших наукових досягнень авторів, таких як участь у грантах та науково-дослідницьких структурах, редколегіях наукових видань, рецензуванні наукових публікацій тощо) у:

- інтернет-платформах:

Google Scholar або Google Академія

(<https://scholar.google.com.ua/schhp?hl=uk>);

ResearchGate (<https://www.researchgate.net/>);

Academia (<https://www.academia.edu/>);

Microsoft Academic Search

(<https://www.microsoft.com/en-us/research/project/academic/groups/>);

Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>);

ORCID (<https://orcid.org/>) та ін.;

- наукометричних баз:

Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>);

Web of Science (<https://clarivate.com/cis/solutions/web-of-science/>);

Index Copernicus (<https://indexcopernicus.com/index.php/pl/>);

УІНЦ (Український індекс наукового цитування)

(<https://uincit.uran.ua/scientists/fronts/about>)

та інших;

- зручність дзвінків, відеозв'язку з можливістю обміну інформацією та проведенню презентацій (Zoom, Google Meet та ін.);

- зручність навчання та освітнього процесу з можливістю обміну інформацією та спілкування з залученням інших платформ (Google Classroom, Moodle та ін.);

- підтримка наукової комунікації та методів відкритої науки, поширення наукових знань в суспільстві та серед науковців.

До найважливіших показників у наукометричних базах, що демонструють продуктивність діяльності науковця належить індекс Гірша (h-index), його збільшення відповідає росту кількості посилань на статті та:

- підвищує авторитет і репутацію науковця у науковій спільноті;

- створює умови для досліджень і їх публікацій в якісних журналах;

- створює умови для отримання грантової підтримки досліджень;
- створює умови для запрошення у редакційні колегії журналів та рецензентом наукових публікацій.

1.11.2. Принципи академічного письма.

Академічне письмо – це діяльність дослідника з умілого створення переконливого наукового тексту наукових публікацій з відображення достовірних результатів проведених досліджень.

Існують дві компоненти стилістичних вимог до наукової публікації: вимог літературної мови та вимог академічного етикету.

Мовою у сфері вітчизняної наукової та науково-технічної діяльності є державна мова [29], тобто – сучасна українська літературна мова, яка постійно прогресує. Більшість міжнародних наукових публікацій виконуються англійською мовою. Англomовні країни мають значний вплив у сучасних напрямках розвитку системи академічного письма (academic writing) та його науково-методичної бази [54 та ін.].

Академічний етикет щодо тексту наукової публікації – встановлені принципи письмового спілкування у науковій спільноті, які через мовний науковий стиль [55 та ін.] відображають характерні особливості досліджень конкретної науки.

Академічне письмо у технічних науках:

- формує та демонструє вміння дослідника висловлювати власні наукові переконання та позицію з використанням спеціалізованої наукової літератури та термінології;
 - вчить науковця вивчати альтернативні пояснення досліджень і тим самим через мову глибше вникати у суть досліджень;
 - сприяє розвитку науковця як цілісної особистості, в якій гармонійно узгоджуються технічні та гуманітарні знання;
 - сприяє освітнім реформам, направленим на ліквідацію плагіату у наукових публікаціях шляхом опанування мистецтва створення унікальних академічних текстів;
 - сприяє розвитку українського наукового стилю у конкретній області досліджень та збагачення термінології української наукової мови.
- Згідно [54], на думку західних фахівців для успішного оволодіння навичками академічного письма потрібно набути три підгрупи вмінь:
- академічна грамотність (читання, усна і письмова мова з урахуванням мети висловлювання; вираження думок за допомогою інструментарію дискусій і досліджень);
 - інформаційна грамотність (визначення інформаційних потреб і пошук джерел інформації; їх оцінка і переробка);
 - міжкультурна грамотність (знання про різні культури, зокрема про традиції і цінності).

Усі ці вміння для дослідника у сфері будівництва та цивільної інженерії можна за його бажанням розвинути в процесі постійної активної наукової діяльності, яка передбачає:

- самовдосконалення шляхом набуття нових теоретичних та практичних науково-технічних знань у наукових дисциплінах за спеціальністю та за темою досліджень;
- поступового пошуку та розвитку, удосконалення способів спілкування з українськими та закордонними фахівцями.

Досягнення певного рівня наукових знань можна перевірити здатністю самостійного написання першої наукової публікації, краще починати з невеликих обсягів публікацій – усних доповідей з презентаціями та письмових тез на наукових заходах (семінарах, конференціях тощо), а з часом переходити до оформлення результатів досліджень наукових статей, патентів, тобто публікацій об'ємніших за текстом та складніших за науково-технічним та граматичним рівнем. Оволодіння цим рівнем дозволяє студенту самостійно і впевнено виконати оформлення випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Якщо не зупинятись у вивченні та практиках академічного письма, то повинні з'явитися успіхи, які за [54] можна виразити в метафорі розвитку по висхідній потрійній спіралі (знання, уміння, навички), що розширюється.

Чіткість, зрозумілість (достатня обґрунтованість фактів; опис фактів без двозначного їх розуміння) і стислість (уникання повторів, надлишкової деталізації, слів без будь-якого змістовного навантаження) у викладенні результатів досліджень визначають культуру академічного письма наукових публікацій.

Слід відзначити, що у своїх практиках академічного письма студент інженерної спеціальності, як і сформований науковець з технічних наук, ніколи не повинні забувати таку особливість академічного письма у прикладних і в тому числі технічних науках як науково-технічну грамотність, яка категорично не дозволяє замінювати чи перекручувати слова професійних термінів з математики, фізики, хімії, прикладної механіки та інших наук, нормативних позначень параметрів та характеристик (згідно ДБН, ДСТУ і т.п.) об'єктів досліджень на догоду уникненню плагіату в тексті публікації шляхом продукування нових науково або технічно неграмотних текстів. Адже для наукового стилю характерне використання спеціальних термінів, суворість та об'єктивність викладення.

Для уточнення ступеню достовірності та об'єктивності результатів у науковому стилі застосовують слова та словосполучення ствердні ("розуміється", "справді"), для передбачення факту ("слід передбачити"), як можливість факту ("можливо", "ймовірно").

Стиль наукової роботи є стилем безособового монологу викладення фактів без емоційного та суб'єктивного забарвлення.

Неписаним правилом у наукових публікаціях є уникнення слова "я", замість якого при описі виконаних досліджень чи досягнень вживається займенник "ми" або речення пасивного стану ("розроблено...", "проаналізовано...", "досліджено..."). Це зв'язано з тим, що у сучасній науці результати переважної більшості досліджень досягнуті у співпраці колективу науковців, комплексних методів організації досліджень тощо, а також - із завданням наукового стилю зосередити більшу увагу на результатах досліджень, а не на їх виконавцях.

Кожне наукове джерело повинно піддаватись критичному аналізу, який набувається дослідником на основі ерудиції та зростаючого рівня знань. Критику недоліків (методик, формул, припущень) проводять коректно, інтелігентно, наводячи обґрунтовані аргументи. Недопустимо керуватись положенням, що все зроблене раніше є неправильним, застарілим, таким, що не відповідає новим вимогам. Треба дотримуватись принципу наступності, адже без відомих досліджень неможливо формулювати задачі на майбутнє.

У той же час не слід беззаперечно погоджуватись з попередніми дослідженнями, навіть якщо вони отримані авторитетними вченими. Їх треба піддавати творчому критичному аналізу з урахуванням сучасного рівня знань в науці та техніці, використовувати раціональні положення і базувати на них свої положення.

У процесі активного аналізу виникають власні думки, виявляються найбільш актуальні питання та черговість їх дослідження.

Рушійною ідеєю всього аналізу наукової інформації повинно бути обґрунтування актуальності та перспективності теми дослідження. При цьому ретельно оцінюють роль теорії, експерименту та цінність рекомендацій для виробництва.

На основі результатів опрацювання наукової інформації формуються висновки, в яких відображають такі питання:

- актуальність та новизна теми;
- останні досягнення в сфері теоретичних та експериментальних досліджень (вітчизняні та за кордонні);
- найважливіші та найактуальніші теоретичні та експериментальні завдання, а також рекомендації для виробництва, актуальні до розробки на даному етапі розвитку науки, суспільства, виробництва;
- технічна доцільність та економічна ефективність запланованих розробок.

На основі вказаних висновків формується в загальному вигляді мета та завдання наукових досліджень. Зазвичай, загальна кількість таких завдань, які спрямовані на досягнення мети наукового дослідження, складає від 3 до 5-8.

Таким чином, досконале володіння вміннями з академічного письма є справді мистецтвом, яке приходить з досвідом на основі практик.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте рецензовані наукові публікації.
2. Охарактеризуйте не рецензовані наукові публікації.
3. Як комунікаційні технології сприяють відкритості науки?
4. Яка роль наукометричних баз у розвитку наукової діяльності?
5. Розкажіть про особливості академічного письма у технічних науках.

Тема 1.12. Презентація результатів наукових досліджень магістерської роботи

1.12.1. Принципи оформлення результатів наукових досліджень у магістерській роботі.

Магістерська робота – це навчальне наукове дослідження, кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти "магістр".

В Україні на сьогодні розрізняють два наукові ступені – кандидат технічних наук та доктор технічних наук, а ступінь магістра – академічний, а не науковий. Тому магістерська робота є самостійним науковим дослідженням навчально-дослідницького характеру на основі моделювання вже відомих рішень.

Магістерська робота відображає результати проведених наукових досліджень, творчих розробок, що наводяться у науковій частині роботи - в одному чи кількох розділах пояснювальної записки, графічній частині. Якщо у магістерській роботі наводяться результати проєктування об'єктів будівництва (обґрунтування, розрахунки, графічні матеріали у вигляді креслень, графіків, схем, зображень тощо), то вони повинні бути логічно пов'язані з наведеними у роботі результатами проведених наукових досліджень. Деталізовані вимоги до оформлення роботи – у розділі 9.

Метою виконання магістерської наукової роботи (чи наукової частини такої роботи) є застосування одержаних теоретичних знань та практичних навичок при розробці проєктів.

Під проєктами у сфері будівництва та цивільної інженерії зазвичай розуміють проєктні рішення об'єктів будівництва, нові або удосконалені будівельні матеріали, конструкції, технології.

При цьому, необхідною умовою проведення наукової (науково-технічної) роботи є володіння, поряд з методологією наукових досліджень, базою знань з інженерних наук, передусім – на основі математики, фізики, хімії, креслення, будівельних та конкретних дисциплін вузько-спеціалізованих та міждисциплінарних, що відповідають темі виконуваної наукової (науково-технічної) роботи (наприклад, технічної та теоретичної

механіки і опору матеріалів, будівельного матеріалознавства – для проєктування будівельних конструкцій; гідравліки та теплотехніки – для проєктування інженерних мереж), сучасних програмних продуктів на базі CAD або BIM-технологій для будівельного проєктування і розрахунку, оформлення результатів досліджень.

Починати оформлення наукового рукопису потрібно зі змісту – структуризації за основними композиційними елементами: вступ, основна частина, висновки і пропозиції; список використаних джерел; додатки.

Далі слід вибрати один з методичних прийомів викладення наукових та інших матеріалів: послідовний; цілісний; вибіркового.

Послідовний прийом - послідовне оформлення матеріалів, робота з кожним наступним розділом лише після закінчення попереднього розділу (розділ за розділом), що потребує багато часу.

Цілісний прийом – займає менше часу, спочатку оформляється попередній варіант всього рукопису, а потім до усіх розділів вносяться доповнення і виправлення. Це найбільш практичний і поширений прийом.

Вибірковий прийом – заповнення розділів у довільному порядку, залежно від наявності зібраних фактичних даних, стану їх обробки, що зручно для збору матеріалів експериментальних досліджень.

Основні етапи проведених наукових досліджень відповідним чином відображаються у рукописі магістерської наукової роботи дослідницького характеру або у науковій частині магістерської роботи науково-проєктного характеру (складається з розділів: наукової частини, обґрунтування проєктних рішень об'єкта будівництва, в тому числі – і за результатами досліджень, наведеними в науковій частині).

Виконання магістерської роботи, наукових публікацій за темою досліджень повинні відповідати правилам етичної культури науковця, принципам академічної доброчесності та відкритої науки. Згідно чинного законодавства магістерські та бакалаврські випускні кваліфікаційні роботи підлягають перевірці на плагіат і при порушенні відповідних вимог (при наявності плагіату) можуть бути повернуті на доопрацювання в зазначені терміни або інакше здобувач (автор цієї роботи) може бути не допущений до захисту. Інженерна грамотність, володіння науковим стилем, чіткість оформлення рукопису та графічної частини магістерської роботи додатково підтверджують гармонійний та всебічний розвиток особистості автора.

1.12.2. Принципи усної презентації результатів наукових досліджень магістерської роботи.

Презентація виконується у вигляді виступу з короткою доповіддю за презентацією слайдів (аркушів стандартних форматів) проведених досліджень за темою випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Деталізовані вимоги до змісту презентації магістерської роботи наведені у розділі 9.

Основне завдання презентації – ефективно донести ваше інформативне повідомлення до аудиторії, зацікавити аудиторію результатами проведених досліджень, переконати у їх важливості.

Успішний усній презентації допоможе дотримання таких методологічних принципів.

1. Візуальне сприйняття.

Добре представлена в стриманій кольоровій гамі тла слайдів презентація значно підвищує виразність на слайдах матеріалів досліджень і оцінку результатів проведених досліджень. Тому графічна частина слайдів має бути зрозумілою та приваблювати гармонійним взаєморозташуванням складових елементів слайду.

Хороші візуальні матеріали презентації можуть підсилити та прояснити повідомлення доповіді, стимулювати інтерес і допомагати доповідачу залишатися зрозумілим на протязі усієї презентації.

Презентація готується для аудиторії, а не оратора, аудиторію дратує неможливість читати або розуміти слайди презентації. А тому зображення слайдів та підписи до них повинні бути достатньо чіткими та зрозумілими для аудиторії при розгляді на відстані. Мінімальний розмір символів для слайдів Power Point зазвичай становить 20-26 пунктів для підписів, зроблених повністю великими літерами, і 22-32 пункти для підписів, зроблених великими та малими літерами.

Не показуйте на одному слайді більше інформації, ніж можна засвоїти за 30 секунд. Сторонню, неважливу інформацію не потрібно давати у презентацію, щоб не відволікати аудиторію від основної лінії доповіді.

Не використовуйте суцільнотекстові візуальні елементи (слайди), адже текст на них виглядає як підказки чи примітки для доповідача і не передає аудиторії додаткової інформації. Візуалізація на слайдах повинна використовуватися для доповнення виголошеного речення доповіді. Тому текстова інформація повинна бути дуже лаконічною і відображати ключові моменти, короткі пункти кращі, ніж повні речення.

2. Виголошення промови (текст та темп доповіді, голос доповідача).

Підготовка до презентації повинна передбачати написання тексту доповіді та його вивчення під час повторних пробних доповідей, адже читання "з листочка" не додає впевненості голосу та поведінці доповідача, що добре видно аудиторії, перед якою він доповідається.

Підготуйте свою промову для доповіді, надрукуювши рукопис великим шрифтом у зручному для читання форматі. Готуйте свою доповідь з демонстрацією інформації на слайдах, а не лише свою промову.

Встаньте прямо біля кафедри і подивіться на аудиторію, перш ніж говорити. Зосередьтеся на передачі вашої інформації аудиторії.

Говоріть чітко. Темп доповіді повинен бути дещо повільнішим за звичайну розмову, зручним для сприймання та розуміння аудиторією суті викладеного. Невеликі паузи можливі, особливо коли потрібно підвищити увагу аудиторії, наголошуючи на важливих результатах досліджень. Не використовуйте занадто багато слайдів протягом відведеного часу, їх не повинно бути більше одного-двох на хвилину.

Голос доповідача не повинен бути монотонним, а підніматись та опускатись в допустимих межах для правильного реагування аудиторії на його зміни (не шепотіти і не кричати). Проаналізуйте чи вас чують у всьому приміщенні, чи дивитесь ви обличчям до аудиторії та мікрофона, а не до слайдів презентації.

Розрахуйте в думках час доповіді, особливо якщо він обмежений у порівнянні з тим на який ви розраховували і готувалися під час репетиції доповіді. Більшість людей спілкуються зі швидкістю приблизно 150 слів на хвилину. Крім того, ви повинні виділити принаймні 30 секунд на слайд для його сприйняття аудиторією.

Впевненість голосу у поєднанні з чіткістю тексту виголошеної промови доповідача дуже важливі для загального сприйняття презентації. Підписи та деталі на слайдах уточнювати не потрібно.

Добрий зоровий контакт із аудиторією дуже добре допоможе вашій презентації. Для доброго донесення до аудиторії інформації доповіді використовуйте свою природну мову тіла, включаючи жести.

Коли ви завершите свою промову, затримайтеся на місці та дивіться прямо на аудиторію ще кілька секунд – дайте аудиторії осмислити останні слова доповіді. Хвилювання аудиторії є природним, і ви повинні змусити його працювати на вас, спрямувавши цю додаткову енергію на зоровий контакт, сильну мову тіла та впевненість голосу.

3. Хронометраж. Для презентації магістерської роботи зазвичай відводиться 10-12 хвилин (це також звична практика для доповідей на конференціях), але іноді доповідачі або забувають або ігнорують час. Тому слідкуйте за часом доповіді. Поставте себе на місце аудиторії та уявіть, як би ви почувалися, якби хтось монополізував час. Рекомендується заздалегідь потренувати свою промову, відстежуючи хронометраж, та пам'ятаючи, що презентації в реальних умовах зазвичай займають більше часу, ніж під час репетиції.

Головуючий скерує коли почати доповідь, але, швидше за все, йому не зручно нагадувати вам коли її потрібно зупинити. Якщо ваша доповідь йде занадто довго, то скоротіть презентацію (пролиставши слайди з мінімальною зупинкою та часом коментарів на них), щоб вкластись у відведений час і таким чином допоможіть головуючому, собі та своїй аудиторії не перевищуючи відведений для цього час.

4. Аудіо/відеоеlementи в комп'ютерних презентаціях.

Будь-які аудіо- чи відеофайли презентації повинні бути підготовлені до подання разом з файлом презентації PowerPoint. Називайте файли своїм прізвищем чи іншим позначенням, інтуїтивно зрозумілим вам і тим хто допомагатиме вам з трансляцією з цих файлів.

5. Обладнання та поради щодо презентації. Поширене технічне забезпечення презентацій передбачає портативний комп'ютер, аудіо лінію (мікрофон – для великих аудиторій), лазерну указку, РК-проектор з екраном. Пам'ятайте, що презентація дає можливість доповідачу обговорити та підкреслити основні моменти роботи і використайте цю можливість.

6. Дрес-код для доповідачів. Доповідачі повинні одягатися відповідно до своїх презентацій, заохочується діловий стиль. Члени комісії повинні дотримуватися ділового повсякденного одягу. За день до презентації подбайте про свій голос і тіло.

Контрольні питання:

1. Розкажіть про принципи оформлення результатів наукових досліджень у магістерській роботі.

2. Розкажіть про принципи усної презентації результатів наукових досліджень магістерської роботи

3. Продумайте своє бачення на тему Ваших наукових досліджень та на принципи її презентації.

Література

1. *Методологічні основи наукових досліджень: підр. для студ. техн. спеціальностей*. Н.І. Посвятенко, О.Є. Тверитникова, Е.К. Посвятенко, Ю.Є. Демідова. Харків, НТУ "ХПІ", 2022. 320 с.

2. Данильян О.Г. Дзьобань О.П. *Методологія наукових досліджень: підр.* Харків, Право, 2019. 368 с.

3. *Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб.* І.С. Добронравова, О.В. Руденко, Л.І. Сидоренко та ін., за ред. І.С. Добронравової (ч.1), О. В. Руденко (ч.2). К, ВПЦ "Київський університет", 2018. 607 с.

4. Зацерковний В.І., Тішаєв І.В., Демидов В.К. *Методологія наукових досліджень : навч. посіб.* Ніжин, НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 236 с.

5. Гугоров О.І. *Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник*. Х, ХНАУ, 2017. 272 с.

6. *Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник*. укладачі: Н.В. Рашкевич, Ю.А. Отрош. Харків, 2022. 291 с.

7. *Методологія наукових досліджень: Навч. посіб.* А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. Київ, Видавництво Ліра-К, 2018. 352 с.

8. *Методологія наукових досліджень: навч. посіб.* В.С. Антонюк, Л.Г. Полонський, В.І. Аверченков, Ю. А. Малахов. К, НТУУ "КПІ", 2015. 276 с.

9. Болтянська Н. І., Скляр О. Г. *Технології наукових досліджень: підр. для здобув. ступеня вищої освіти ЗВО*. Мелітополь, ФОП Однорог Т.В., 2022. 682 с.

10.Важинський С.Е., Щербак Т.І. *Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб.* С. Е. Важинський, Т.І. Щербак. Суми, СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2016. 260 с.

11.Філософські засади наукової діяльності: 1. Науковий світогляд та етична культура науковця; 2. Філософська гносеологія та епістемологія: консп. лекц. [Ел. рес.] : навч. посіб. для здоб. ступ. докт. філос. за всіма осв.-наук. програмами всіх спеціальностей. уклад.: Б.В. Новіков, Р.М. Богачев, Г.М. Костроміна, К.В. Мазик, І.А. Муратова, Т.П. Руденко, І.І. Федорова, Т.В. Щириця. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 130 с.

12.Медвідь В. Ю., Данько Ю. І., Коблянська І. І. *Методологія та організація наукових досліджень (у структурно-логічних схемах і таблицях): навч. посіб.* Суми: СНАУ, 2020. 220 с.

13.Основи методології та організації наукових досліджень: Навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів. за ред. А. Є. Конверського. К, Центр учбової літератури, 2010. 352 с.

14.Фесюк В. О. *Методологія і організація наукових досліджень: навчальний посібник*. Луцьк, ПП Іванюк В. П., 2022. 126 с.

15.Возняк О.Т., Желих В.М. *Основи наукових досліджень у будівництві: Навч. посібник*. Львів, Вид. НУ "Львівська політехніка", 2003. 176 с.

16.Fellows Richard, Liu Anita. *Research Methods for Construction*. John Wiley & Sons, 2022, 384 p.

17.Dunn Peter. *Scientific Research and Methodology: An introduction to quantitative research in science and health*. 2022. URL: <https://bookdown.org/pkaldunn/SRM-Textbook>

18.Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України (редакція 31.03.2023). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/848-19/page>

19.Верховна Рада України. Офіційний вебпортал парламенту України. Інформаційно-пошукова система "Законодавство України". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/>

20.МОН України. Офіц. сайт. URL: <https://mon.gov.ua/ua>

21.UNESCO *Recommendation on Open Science*. UNESCO, 2021, 34 p. <https://doi.org/10.54677/MNMMH8546>

22.Сунак П. О., Синій С. В., Мельник Ю. А., Ксьоншкевич Л. М., Крантовська О. М., Орешкович М. Реконструкція інженерних споруд та мереж, ландшафту на основі технології лазерного сканування. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Луцьк, ЛНТУ, 2022. Вип. 18. С.147-161. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-16](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-16)

23.Шумаков І., Табачніков С., Наливайко Т., Дорожко Є., Наливайко Т. Інноваційні методи планування і реконструкції будівель історичної спадщини з використанням 3d сканера. *Комунальне господарство міст*. Харків, ХНУМГ, 2023. 4(178), С.65-71. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-65-71>

24.Ksonshkevych L., Streltsov K., Krantovska O., Synii S., Maskalkova Yu. Physico-chemical studies of the phase composition and structure of cement

stone on mechanically activated Portland cement with the addition of ground chamotte. Reliability and durability of railway transport engineering structure and buildings, 17-19 November 2021, Kharkiv, Ukraine. *AIP Conference Proceedings*, Volume 2684, Issue 1, 040013 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0142712>

25. Krantovska O., Ksonshkevych L., Synii S., Pasichnyk R., Maskalkova Yu. Modeling of the stress-strain state of a continuous reinforced concrete beam in ANSYS mechanical. Reliability and durability of railway transport engineering structure and buildings, 17-19 November 2021, Kharkiv, Ukraine. *AIP Conference Proceedings*, Volume 2684, Issue 1, 030021 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0142710>

26. Давиденко Н.В., Куницький С.О. Розробка прототипу бази даних інформаційної технології моніторингу витрати води з мережі водопостачання населених пунктів. *Вісник ХНУ, серія Техн. науки*. Хмельницький: ХНУ, 2022. Вип. 2(307). С.53-57. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-307-2-53-57>

27. Синій С. В. Напрямки розвитку технологій моніторингу в системах водопостачання міста Луцька. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Луцьк: ЛНТУ, 2017. Вип. 7. С. 227-232.

28. *Methodological principles for informational and technological monitoring of the stable operation of the sewerage networks: Monograph*. A. Aleinikova, D. Bondarenko, D. Goncharenko, O. Starkova. Kharkiv, Rarities of Ukraine, 2022. 272 p.

29. *Про науково-технічну інформацію: Закон України* (редакція 31.03.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19/page#Text>

30. УкрІНТЕІ. URL: <https://www.ukrintei.ua/>

31. УДК (версія укр. мовою Universal Decimal Classification, UDC). URL: <https://udcsummary.info/php/index.php?lang=uk>

32. Міжнародна патентна класифікація (МПК-2023.01). URL: <https://base.uipv.org/mpk2009/>

33. УКРНОІБІ. URL: <https://ukrpatent.org/uk>

34. Мартинов С.Ю., Орлов В.О. *Інформаційні технології в наукових розробках: навч. посіб.* Рівне, НУВГП, 2013. 184 с.

35. *Сучасні інформаційні технології в науці та освіті: навч. посіб.* [Ел. рес.]. С.М. Злепко, С.В. Тимчик, І.В. Федосова та ін. Вінниця, ВНТУ, 2018. 161 с.

36. Hamilton S, Charalambous B, Wyeth G. *Improving Water Supply Networks: Fit for Purpose Strategies and Technologies*. IWA Publishing, 2021. 103 p. <https://doi.org/10.2166/9781780409207>

37. *Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб.* укл. Д.В. Лубко, С.В. Шаров. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. 264 с.

38. Guo H., Lin J.-R., Yu Y. Intelligent and Computer Technologies Application in Construction. *MDPI*. 2023. 306 p. <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-8151-4>

39. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. *Основи творення машин: підручник*. Київ, Вид-во Ліра-К, 2020. 448 с.

40. *Про охорону прав на винаходи і корисні моделі: Закон України* (редакція 15.04.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3687-12>

41. Патент на корисну модель № 148857 Україна, МПК (2006): E04D 13/00; E04D 13/17 (2006.01). Дефлектор-аератор. Попович М.М., Пасічник Р.В., Синій С.В. Заявник і патентовласник ЛНТУ. Заявка u202102566 від 17.05.2021; опубл. 22.09.2021, бюл. № 38/2021.

42. Попова Л. М., Хромов А. В., Шуба І. В. *Інтелектуальна власність: підручник*. Харків, Федорко М.Ю., 2021. 262 с.

43. *Про інноваційну діяльність: Закон України* (редакція 31.03.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text>

44. Сайт Всесвітньої організації інтелектуальної власності URL: <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>

45. Frigg R., Stephan H. Models in Science, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/models-science/>

46. Заякін Д.К., Мікуліч О.А. Особливості застосування чисельних методів для аналізу напруженого стану пористих будівельних матеріалів. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Луцьк: ЛНТУ, 2023. Вип. 19. С.76-83. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-9\(19\)-09](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-9(19)-09)

47. Pasichnyk R., Pasichnyk O., Uzhegova O., Andriichuk O., Bondarskii O. Calculation Optimization of Complex Shape Shells by Numerical Method. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Cham. 2020. pp 643–652. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_64

48. Етичний кодекс ученого України. Постанова загальних зборів НАН України 15.04.2009, N 2. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0002550-09#Text>

49. *Про освіту. Закон України* (редакція 28.05.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>

50. Кодекс честі ЛНТУ. URL: <https://lntu.edu.ua/uk/studentu-0/prava-studentiv>

51. Core practices. COPE. URL: <https://publicationethics.org/core-practices>

52. Unicheck. URL: <https://unicheck.com/>

53. REA. URL: https://rea.ec.europa.eu/index_en

54. *Академічне письмо: навчальний посібник*. Укл.: Т. М. Костирко, С. В. Ларенкова, І. В. Бондар, М. С. Жигалкіна. Миколаїв, НУК, 2022. 116 с.

55. Кравець Л. В., Мацько Л. І. Науковий стиль. *Енциклопедія Сучасної України*, НТШ. К, ІЕД НАН України, 2020. URL: <https://esu.com.ua/article-70651>

56. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. *Презентація наукових результатів: навчальний посібник*. Ужгород, Видавництво УжНУ "Говерла", 2019. 300 с.

57. *Презентація результатів наукових досліджень [Ел. рес.]: навч. посіб.* С.О. Решетняк, Д.В. Савченко. Київ, КПІ ім. І. Сікорського, 2021. 100 с.

Розділ 2

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА

Нормативна база забезпечує дотримання вимог надійності та безпеки будівельних об'єктів та регламентацію проведення перевірок відповідності продукції цим вимогам. При цьому нормативна база формується як на основі узагальнення практичного досвіду проектування та будівництва, так і результатів науково-технічних досліджень та розробок.

Предметом вивчення є підготовка необхідної проектно-кошторисної документації та проектно-технологічної документації з організації будівництва та виконання робіт для фахівців, які безпосередньо проектують об'єкти, займаються вишукуванням, будівництвом, експлуатацією цих об'єктів, перспективним плануванням, будівництва нових та обґрунтуванням необхідності реконструкції існуючих об'єктів.

Завдання курсу полягає у набутті необхідних інженерних знань в області нормативної документації і практичних навичок їх використання; ознайомленні з основними законодавчими і нормативними актами будівельної організації; розвиток виробничих навичок у роботі з нормативною, спеціальною і законодавчою літературою.

Після вивчення матеріалу необхідно знати та вміти створювати комплекс необхідних документальних матеріалів для будівництва майбутнього об'єкту відповідно до існуючих вимог. Здобувач отримає компетентності щодо розроблення та погодження: дозвільної документації на початок будівництва, проектно-кошторисної документації, виконання проектно-виконавчої документації для будівельних робіт.

Тема 2.1. Система нормативних документів у будівництві

Проектно-кошторисна документація на будівництво господарських об'єктів розробляється відповідно до діючих норм, правил і державних стандартів. Основні положення системи стандартизації і нормування України в будівництві, класифікація нормативних документів у галузі будівництва, види нормативних документів та основні вимоги до їх змісту викладені в ДБН А1.1-1-2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. – К.: Мінбудархітектури України, 2009.

Основними завданнями стандартизації і нормування в будівництві за ДБН А.1.1-1 є:

- проведення єдиної технічної політики і створення єдиної системи нормативної документації;
- забезпечення надійності та безпеки об'єктів будівництва;
- встановлення вимог, що забезпечують здорові і безпечні умови праці та побуту в населених пунктах, будівлях, спорудах, підприємствах, що проєктуються;
- забезпечення належного науково-технічного рівня та якості будівництва на основі впровадження досягнень науки, техніки і передового досвіду в практику проєктування і будівництва, виробництва будівельних конструкцій, виробів та матеріалів;
- раціональне використання земель, природних ресурсів та охорона навколишнього середовища;
- скорочення інвестиційного циклу та підвищення ефективності капітальних вкладень;
- економія матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів;
- удосконалення організації проєктування та інженерних вишукувань, кошторисної справи, будівництва і виробництва будівельних конструкцій, виробів та матеріалів;
- створення спільних норм технологічного та будівельного проєктування.

Нормативні документи України в галузі будівництва поділяються на такі види:

- державні стандарти (ДСТУ Б національний стандарт у сфері будівництва, ДСТУ-Н Б настанова, яку прийнято як стандарт);
- державні будівельні норми (ДБН);
- галузеві будівельні норми (ГБН);
- регіональні будівельні норми (РБН);
- стандарт організації (СОУ);
- технічні умови (ТУ);
- технічне свідоцтво (ТС).

Класифікація нормативних документів України в галузі будівництва

Шифр	Найменування класів, підкласів та комплексів документів	Напрямки стандартизації та нормування
A.	Організаційно-методичні норми, правила і стандарти	
A.1.	Стандартизація, нормування, ліцензування, сертифікація і метрологія	
A.1.1.	Система стандартизації та нормування в будівництві	Завдання, об'єкти стандартизації та нормування, методологія робіт. Види документів, порядок і організація їх розробки, змін, перегляду та застосування, вимоги до побудови, змісту, викладу, оформлення, експертизи, погодження, затвердження, реєстрації, видання та відміни нормативних документів. Терміни і визначення, позначення. Правила використання міжнародних та зарубіжних норм і стандартів. Органи стандартизації та нормування, порядок їх акредитації і функціонування
A.1.2.	Система ліцензування та сертифікації в будівництві	Завдання, об'єкти ліцензування та сертифікації, методологія робіт. Органи ліцензування, сертифікації, порядок їх акредитації і функціонування
A.1.3.	Система метрологічного забезпечення в будівництві	Завдання, правила метрологічного забезпечення, методологія робіт. Одиниці вимірювань, що застосовуються /фізичні величини/
A.2.	Вишукування, проєктування і територіальна діяльність	
A.2.1.	Вишукування	Завдання, порядок проведення, методологія робіт, вимоги до складу і результатів робіт з інженерно-технічних, екологічних та економічних вишукувань на стадіях проєктування, будівництва і експлуатації будівельних об'єктів

A.2.2.	Проектування	Стадійність проектування, вимоги до складу проектної документації, порядок її розробки і внесення змін, погодження, експертизи, затвердження та передачі замовнику. Авторський нагляд
A.2.3.	Територіальна діяльність в будівництві	Загальні положення, призначення, види робіт і послуг, порядок їх виконання. Обов'язки і права територіальних організацій
A.2.4.	Система проектної документації для будівництва	Вимоги до комплектності, змісту, викладу та оформлення проектної документації. Нормоконтроль
A.3.	Виробництво продукції в будівництві	
A.3.1.	Управління, організація і технологія	Вимоги до технологічної підготовки, організації будівництва та виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій
		Організація використання засобів механізації будівництва. Розробка і постановка продукції будівельного призначення на виробництво. Управління якістю будівництва. Прийняття будівельної продукції і робіт
A.3.2.	Система стандартів безпеки праці в будівництві	
A.3.3.	Система технологічної документації в будівництві	
Б.	Містобудування	
Б.1.	Система містобудівної документації	
Б.2.	Планування та забудова населених пунктів і територій	
В.	Технічні норми, правила і стандарти	
В.1.	Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції	

В.1.1.	Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі	Характеристика небезпечних геологічних процесів/землетруси, зсуви, лавини, селі, підтоплення, затоплення, абразія, набухаючі ґрунти, карсти, території, що підроблюються, осідання в лесах та ін./ Основні вимоги до проведення вишукувань, забезпечення захисту територій, будинків і споруд, стійкості будинків і споруд, безпеки людей ... Характеристики впливів навколишнього середовища та шкідливих експлуатаційних впливів, вимоги до рівня показників експлуатаційного режиму і ін
В.1.2.	Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів	Загальні принципи та основні положення по забезпеченню надійності і безпеки. Навантаження, діяння і фактори, що впливають на надійність та безпеку. Класифікація будинків і споруд за ступенем відповідальності. Види граничних станів за несучою спроможністю, загальні принципи розрахунку та випробувань будівельних конструкцій і основ
В.1.3.	Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві	
В.2.	Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення	
В.2.1.	Основи та підвалини будинків і споруд	
В.2.2.	Будинки і споруди	
В.2.3.	Споруди транспорту /в тому числі магістральні трубопроводи/	
В.2.4.	Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки	Класифікація, вимоги до розміщення та відведення земель, геометричних параметрів та експлуатаційних характеристик, надійності та безпеки. Навантаження та впливи. Методи розрахунку та випробувань, правила прийняття

V.2.5.	Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди	Водопостачання, каналізація, теплопостачання, опалення, вентиляція та кондиціювання повітря, газопостачання, електропостачання ...: параметри, загальні вимоги до зовнішніх мереж і споруд, внутрішніх мереж та обладнання. Правила прийняття, методи контролю та випробувань. Технічні умови на обладнання, арматуру та прилади, їх типи, конструкція, параметри і розміри, методи контролю та вимірювань
V.2.6.	Конструкції будинків і споруд	Залізобетонні, бетонні, кам'яні, армокам'яні, сталеві та з алюмінієвих сплавів, дерев'яні, азбестоцементні, на основі пластмас та інших матеріалів, комбіновані: розрахункові характеристики, спеціальні вимоги до параметрів якості матеріалів, методи розрахунку та конструювання, захисту від корозії, загальні вимоги до виробів, методи контролю та випробувань та ін.
V.2.7.	Будівельні матеріали	
V.2.8.	Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент транспортування, пакетування і контейнери	Будівельні машини та обладнання, засоби транспортування, пакетування і контейнери зації, рихтовання, опалубка для бетонних робіт, монтажна оснастка, будівельний інструмент, спеціалізована оснастка підприємств будіндустрії: загальні технічні вимоги на розробку, виготовлення, випробування, технічне обслуговування та ремонт. Види, типи, геометричні параметри та навантаження, технічні умови на вироби
V.3.	Експлуатація, ремонт, реставрація та реконструкція	
V.3.1.	Експлуатація конструкцій та інженерного обладнання будинків і споруд, систем життєзабезпечення	
V.3.2.	Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів невиробничої сфери	
Г.	Рекомендовані норми, правила і стандарти, довідково-інформаційні матеріали	
Г.1	Організаційно-методичні, економічні і технічні нормативи	

Шифр НД забезпечує обліково-реєстраційну єдність в позначенні документів всіх рівнів, котрі об'єднані у галузевій Класифікації, та створює необхідні умови для ефективного зберігання, розповсюдження і використання інформації про нормативну базу в галузі будівництва.

Структура шифру містить літерні (X) та цифрові (Y) елементи позначення, що розподіляються знаками "крапка" і "тире" згідно з наведеною схемою:

X X X. Y. Y - Y.. - Y Y

----- Аббревіатура НД

----- Клас

----- Підклас

----- Комплекс

----- Реєстраційний номер

----- Рік затвердження

Наведене позначення шифру НД присвоюється тільки документам, що розробляються вперше, а також при перегляді діючих НД, які були затверджені у колишніх СРСР; УРСР. При цьому в структурі шифру вказується реєстраційний чи обліковий номер замовника НД.

ТУ затверджуються зацікавленими організаціями.

Як нормативні документи України в галузі будівництва, у відповідності з ДБН, застосовуються документи колишніх СРСР та УРСР до їх заміни чи скасування, а також міжнародні, регіональні і національні стандарти, норми та правила інших держав, які входять у «Перелік нормативних документів у галузі будівництва, що діють на території України».

Крім ДБНів різні міністерства, відомства, наукові і проєктні установи розробляють і видають такі нормативні документи як норми і технічні умови (НіТУ), будівельні норми (БН), технічні умови (ТУ), посібники, інструкції, рекомендації, правила і т.п. Такі документи обов'язкові для всіх підрозділів відомства, що їх розробляло, але можуть використовуватися й іншими організаціями.

До числа діючих нормативних документів відносяться також стандарти Системи проектної документації для будівництва (СПДБ), стандарти Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД) та інші документи.

Електронні бібліотеки нормативно-технічних документів. Інформаційно-довідкова система «Зодчий» та «Строй-інформ» - це електронні бібліотеки нормативно-технічних документів в області будівництва, проектування й архітектури, для використання керівниками та інженерно-технічними працівниками.

Програми мають свої оболонки, що не має аналогів серед подібних програм. Оснащені пошуковою системою, що дозволяє знаходити документи за назвою, текстами, а також за будь-якими реквізитами документів. Нормативно-технічна база бібліотека містить такі види документів: Стандарти, норми, правила: ДБН, ДСТУ, СНиП, ГОСТ, ВСН, ВБН, СН, міжнародні стандарти ISO, довідкові матеріали, методичні рекомендації, інженерне устаткування об'єктів житлово-цивільного будівництва, технологічне устаткування громадських будівель, накази держбуду, збірники цін на проектні роботи, кошторисні норми та розцінки на будівельні та ремонтно-будівельні роботи, законодавчі акти довідкові матеріали Мінрегіону України і більше 30 інших міністерств і відомств. Вказані документи зачіпають такі актуальні в будівництві теми: стандартизація, нормування, ліцензування, сертифікація і метрологія, дослідження, проектування і територіальна діяльність, виробництво продукції в будівництві, система містобудівної документації, планування і забудова населених пунктів і територій, загальнотехнічні вимоги до місця існування і продукції будівельного призначення, об'єкти будівництва і промислова продукція будівельного призначення, експлуатація, ремонт, реставрація і реконструкція, організаційно-методичні, економічні і технічні нормативи, стандарти щодо питань управління якістю і забезпеченні якості, методичні і інструктивні матеріали з питань забезпечення якості.

Контрольні питання:

1. Види нормативних документів в галузі будівництва.
2. Які вимоги та завдання ставляться до нормативних документів в галузі будівництва?
3. Як класифікують нормативні документи в галузі будівництва?
4. Норми вишукування в розділі капітального будівництва.
5. Норми проектування в розділі капітального будівництва.
6. Норми організації виконання робіт при капітальному будівництві.
7. Характеристика кошторисних норм і цін.
8. Нормативи з витрат ресурсів в капітальному будівництві.
9. Нормативи з охорони праці в будівництві.

Література

1. ДБН А. 1.1-1-2009 "Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення." Наказ від 29.12.2009 № 696 Про затвердження державних будівельних норм
2. <http://rada.gov.ua/> - Офіційний портал Верховної Ради України.
3. <http://dbn.at.ua/> - Державні будівельні норми України: ДБН, ДСТУ, СНИП, ГОСТ, СН, ВБН.

Тема 2.2. Регулювання забудови територій

Забудова територій здійснюється шляхом розміщення об'єктів будівництва.

Проектування та будівництво об'єктів здійснюється власниками земельних ділянок у такому порядку:

- отримання замовником або проектувальником вихідних даних;
- розроблення проектної документації та проведення її експертизи;
- затвердження проектної документації;
- виконання підготовчих та будівельних робіт;
- прийняття в експлуатацію закінчених об'єктів;
- реєстрація права власності на об'єкт.

Вихідні дані. Основними складовими вихідних даних є:

- містобудівні умови та обмеження;
- технічні умови;
- завдання на проектування.

ДБН А.2.2-3 Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва

Структура і склад проектів звичайно досить складні та істотно залежать від особливостей та виду будівництва, для яких розробляється даний проект, і специфіки об'єкту. Разом з цим можна виділити достатньо великий комплекс питань, які повинні бути висвітлені в більшості проектів, незалежно від призначення конкретних об'єктів.

Проект передбачає відображення таких питань:

- визначення основних техніко-економічних і господарських параметрів майбутнього об'єкта – номенклатура і обсяги виробництва, потужність об'єкта, клас капітальності споруди і т.п. (зауважимо, що ці питання можуть бути вирішені ще на етапі ТЕО чи ТЕР);
- вибір компонування елементів об'єкта, типу і конструкції споруд;
- визначення розмірів споруд та їх елементів на основі технологічних вимог виробництва та розрахунків;

- перевірка прийнятих розмірів споруд на базі статичних і динамічних розрахунків, що підтверджують міцність і стійкість споруд, їх елементів та основ;
- розробка методів технології, організації і виконання будівельних робіт, складання календарного плану цих робіт, встановлення загального терміну будівництва і т. п.;
- складання кошторису витрат на будівництво, встановлення техніко-економічних показників об'єкта.

Для особливо складних і відповідальних об'єктів в проєкти включаються результати лабораторних та наукових досліджень, а також передбачається проведення натурних наукових робіт.

Назва проєктної документації повинна бути уніфікована і відображати кількість стадій проєктування та вид будівництва: одностадійний (двостадійний, тристадійний) проєкт будівництва об'єкта цивільного (виробничого) призначення.

Стадії проєктування. Для технічно нескладних об'єктів, а також об'єктів з використанням проєктів масового та повторного застосування з незначними наслідками (СС1) проєктування здійснюється:

- в одну стадію – робочий проєкт (РП);
- у дві стадії – для об'єктів цивільного призначення – ескізний проєкт (ЕП), а для об'єктів виробничого призначення – техніко-економічний розрахунок (ТЕР) та для обох – робоча документація (Р).

Для об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, технічно складних відносно містобудівних, архітектурних, художніх та екологічних вимог, інженерного забезпечення, впровадження нових будівельних технологій, конструкцій та матеріалів проєктування виконується:

- в дві стадії: - проєкт (П);- Р.
- в три стадії: - для об'єктів цивільного призначення – ЕП, а для об'єктів виробничого призначення - техніко-економічне обґрунтування (ТЕО); - П; - Р.

Весь матеріал, що входить до складу проєкту, за своїм оформленням умовно можна розробити на графічну і текстову частини.

До графічної частини відносяться схеми, ескізи, технічні і робочі креслення, графіки, діаграми, макети, фотографії, тощо. З числа різноманітних проєктних документів до графічної частини проєкту відносяться технічні і робочі креслення споруд, конструкцій та їх елементів, сітьові і лінійні графіки і діаграми, специфікації на обладнання, будівельні деталі, конструкції, машини і механізми, відомості видів і об'ємів будівельно-монтажних робіт, та схеми їх виконання, графіки початку і закінчення будівництва, графіку руху робочої сили, машин і механізмів і т. п.

У текстову частину проєкту входять описання природних умов

району будівництва, техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень, результати інженерно-технічних і економічних розрахунків споруд, будівельного процесу, природоохоронних заходів, визначення способів технології і організації будівництва, кошторисної вартості, техніко-економічні показники об'єкта і т.п.

Матеріали текстової і графічної частин проекту компонуються по окремих розділах, кількість, зміст і найменування яких залежать від призначення об'єкту та стадії проектування. Наприклад, до складу робочого проекту (проекту) на будівництво об'єктів виробничого призначення, входять такі розділи:

- 1. Загальні положення:** вихідні дані для проектування, коротка характеристика об'єкта, дані про проектну потужність об'єкта (місткість, пропускна спроможність), дані інженерних вишукувань, відомості про потреби в паливі, воді, електричній та тепловій енергії, заходи щодо енергозбереження, матеріали ОВНС, (дані щодо всіх очікуваних впливів на довкілля), рішення з інженерного захисту територій і об'єктів, основні техніко-економічні показники, розрахунок класу наслідків відповідальності об'єкта;
- 2. Архітектурно-будівельні рішення:** рішення та основні показники по генеральному плану, благоустрою та озелененню, короткий опис і обґрунтування архітектурних рішень, основні рішення із прийнятої конструктивної схеми об'єктів;
- 3. Технологічна частина**
- 4. Рішення з інженерного обладнання**
- 5. Основні креслення**
- 6. Організація будівництва**
- 7. Кошторисна документація**
- 8. Класи наслідків (відповідальності) будівель і споруд**

Клас наслідків (відповідальності) будівель і споруд (далі – клас наслідків) – це характеристика рівня можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, які постійно або періодично перебуватимуть на об'єкті або які знаходитимуться зовні такого об'єкта, матеріальних збитків чи соціальних втрат, пов'язаних із припиненням експлуатації або з втратою цілісності об'єкта. Клас наслідків визначається відповідно до вимог будівельних норм, стандартів, нормативних документів і правил, затверджених згідно із законодавством.

Клас наслідків визначається для кожного об'єкта – будинку, будівлі, споруди будь-якого призначення, їхніх частин, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, у тому числі тих, що належать до складу комплексу (будови). До складу комплексу (будови) можуть належати об'єкти, будівництво яких здійснюється за єдиною проектно-

кошторисною документацією.

Усі об'єкти поділяються за такими класами наслідків (відповідальності):

- незначні наслідки - СС1;
- середні наслідки - СС2;
- значні наслідки - СС3.

До незначних наслідків (СС1) не можуть бути віднесені об'єкти:

характеристики можливих наслідків від відмови (стану об'єкта, при якому неможливо використовувати його або складову частину за функціональним призначенням) яких перевищують:

рівень можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, які постійно перебуватимуть на об'єкті, - 50 осіб;

рівень можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, які періодично перебуватимуть на об'єкті, - 100 осіб;

рівень матеріальних збитків чи соціальних втрат, пов'язаних із припиненням експлуатації або з втратою цілісності об'єкта, - 2500 мінімальних заробітних плат;

пам'ятки культурної спадщини національного та місцевого значення, визначені відповідно до Закону України «Про охорону культурної спадщини»;

нове будівництво яких здійснюється в охоронній зоні пам'яток культурної спадщини національного та місцевого значення (розміри охоронної зони не можуть бути менші за два горизонтальні або два вертикальні розміри пам'ятки);

об'єкти підвищеної безпеки, ідентифіковані відповідно до Закону України «Про об'єкти підвищеної безпеки»;

житлові будинки понад чотири поверхи.

До значних наслідків (СС3) відносяться такі об'єкти:

пам'ятки культурної спадщини, визначені відповідно до Закону України «Про охорону культурної спадщини»;

об'єкти підвищеної безпеки, ідентифіковані відповідно до Закону України «Про об'єкти підвищеної безпеки»;

житлові, громадські або багатофункціональні будівлі заввишки понад 100 метрів та/або з рівнем можливої небезпеки для здоров'я і життя людей понад 400 осіб, які постійно перебувають на об'єкті.

Віднесення об'єкта до певного класу наслідків (відповідальності) здійснюється проектною організацією за погодженням із замовником будівництва. Об'єкту присвоюється найвищий клас наслідків (відповідальності) за одним із критеріїв, встановлених частиною п'ятою статті. Правильність визначення класу наслідків (відповідальності) перевіряється під час проведення експертизи проєктів, якщо здійснення

такої експертизи є обов'язковим відповідно до закону.

Порядок здійснення авторського нагляду

Авторський нагляд здійснюється архітектором – автором проєкту об'єкта, або уповноваженими особами (далі – генеральний проєктувальник) протягом усього періоду будівництва і передбачає контроль за відповідністю будівельно-монтажних робіт проєкту. Результати авторського нагляду фіксуються в журналі, що оформляється генеральним проєктувальником у двох примірниках, один з яких зберігається у замовника, а другий – у генерального проєктувальника. Представник групи авторського нагляду під час відвідування об'єкта архітектури вносить в обидва примірники журналу зауваження щодо виявлених відхилень від затвердженого проєкту разом з пропозиціями стосовно їх усунення та ознайомлює з ними під розписку відповідального представника підрядника. Після прийняття об'єкта архітектури в експлуатацію генеральний проєктувальник повинен зберігати примірник журналу авторського нагляду в архіві.

Представник авторського нагляду має право:

- представляти проєктну організацію в установах, організаціях і на підприємствах з питань розробки, погодження і розгляду проєктно-кошторисної документації, здійснення будівництва за затвердженим проєктом і вести листування з цих питань в установленому проєктною організацією порядку;
- приймати рішення з технічних питань у процесі проєктування, будівництва, введення в дію об'єкта і освоєння проєктних потужностей;
- призупиняти виконання окремих видів будівельно-монтажних робіт, якщо вони провадяться з відступами від проєкту, при порушенні технічних умов і правил виконання цих робіт, а також у разі незадовільної їх якості;
- установлювати за погодженням з підрядними будівельно-монтажними організаціями скорочений обсяг робочої документації;
- перевіряти стан розробки проєкту, правильність витрачання коштів на проєктно-розвідувальні роботи, додержання визначених термінів проєктування та якість проєктних рішень у процесі розробки проєктно-кошторисної документації;
- скликати технічні наради і подавати на розгляд технічної ради інституту питання, пов'язані з розробкою проєкту.

Головний інженер проєкту несе встановлену законом відповідальність за техніко-економічний рівень і архітектурні рішення об'єктів, що будуються, наслідки впливу об'єкта на природне середовище, за якість, своєчасну розробку й комплектність проєктно-кошторисної документації у відповідності з укладеним договором, правильне визначення

кошторисної вартості й черговості будівництва, за досягнення проєктних показників у процесі експлуатації у встановлені терміни, а довговічність і надійність роботи споруди у визначені нормативами терміни тривалості дії об'єкта.

Положення про замовника у будівництві

Основними завданнями замовника є – забезпечення введення об'єкта в експлуатацію у термін, передбачений проєктною документацією, відповідно до затвердженого проєкту та у межах коштів, призначених для будівництва; забезпечення ремонту, утримання автомобільних доріг загального користування тощо.

Основні функції замовника під час підготовки та здійснення будівництва:

- планування будівництва;
- проєктування об'єктів;
- залучення підрядників та укладання контракту на будівництво;
- фінансування, облік та звітність;
- відведення та освоєння будівельного майданчика;
- матеріально-технічне забезпечення будівництва;
- нагляд за будівництвом;
- приймання в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів;

Замовники на проєктування і будівництво об'єктів архітектури мають право:

- обирати архітектора;
- затверджувати проєкт;
- здійснювати контроль і технічний нагляд за дотриманням вимог містобудівних умов і обмежень забудови земельної ділянки;
- залучати осіб, які мають кваліфікаційний сертифікат, для здійснення функцій замовника та інжинірингу.

Замовники та підрядники під час створення об'єкта архітектури зобов'язані:

- доручати виконання окремих видів проєктних і будівельних робіт особам, які мають відповідну ліцензію (кваліфікаційний сертифікат);
- забезпечувати будівництво згідно з робочою документацією, застосовувати будівельні матеріали, вироби і конструкції, які відповідають державним стандартам, нормам і правилам;
- не порушувати під час виконання будівельних робіт законні права та інтереси користувачів прилеглих земельних ділянок.

Порядок здійснення технічного нагляду

Технічний нагляд – здійснення замовником контролю за дотриманням проєктних рішень та вимог державних стандартів, будівельних норм і правил, а також контролю за якістю виконаних робіт та

їх обсягами під час будівництва або зміни (у тому числі шляхом знесення) об'єкта містобудування.

Технічний нагляд забезпечує замовник протягом усього періоду будівництва з метою здійснення контролю за дотриманням проектних рішень та вимог державних стандартів, будівельних норм і правил, а також контролю за якістю та обсягами робіт. Технічний нагляд здійснюють особи, що мають кваліфікаційний сертифікат. Здійснення технічного нагляду особами, що працюють у проектних і будівельних організаціях, які виконують роботи на підконтрольних об'єктах архітектури, не допускається.

Особи, що здійснюють технічний нагляд:

1) проводять перевірку: наявності документів, які підтверджують якісні характеристики конструкцій, виробів, матеріалів та обладнання, що використовуються під час будівництва об'єкта, технічного паспорта, сертифіката, документів, що відображають результати лабораторних випробувань;

відповідності виконаних будівельно-монтажних робіт, конструкцій, виробів, матеріалів та обладнання проектним рішенням;

відповідності обсягів та якості виконаних будівельно-монтажних робіт;

виконання підрядником вказівок і приписів, виданих за результатами технічного нагляду;

2) ведуть облік обсягів прийнятих і оплачених будівельно-монтажних робіт, а також будівельно-монтажних робіт, виконаних з недоліками;

3) проводять разом з підрядником огляд та оцінку результатів виконаних робіт, у тому числі прихованих;

4) повідомляють підряднику про невідповідність виробів, матеріалів та обладнання вимогам нормативних документів;

5) оформляють акти робіт, виконаних з недоліками;

6) беруть участь у проведенні перевірки:

робочою комісією якості окремих конструкцій і вузлів, будівельно-монтажних робіт усіх видів, відповідності змонтованого спецобладнання, устаткування і механізмів технічним умовам;

7) виконують інші функції, пов'язані з технічним наглядом на відповідному об'єкті.

Технічний нагляд, має право вимагати від підрядника:

1) виконання робіт відповідно до проектно-кошторисної та іншої технічної документації;

2) зупинення робіт у разі застосування ним матеріалів, які не відповідають вимогам нормативних документів;

3) проведення лабораторних випробувань матеріалів і конструкцій

щодо їх відповідності сертифікатам якості;

4) усунення відхилень від проєктних рішень, і повторного пред'явлення робіт для здійснення технічного нагляду;

5) зупинення виконання: робіт до оформлення актів огляду прихованих робіт; будівельно-монтажних робіт у разі виявлення загрози обвалу конструкцій.

Організація будівельного виробництва

Замовник і підрядник повинні визначити порядок узгоджених дій і особу, яка буде відповідати за оперативне керівництво роботами.

Забудовник (замовник) визначає виконавця робіт - підрядника (генпідрядника) на основі договору підряду, за тендером, або на основі власної організації, що суміщає функції забудовника (замовника) і виконавця робіт.

Організації, що здійснюють та обслуговують будівництво, відповідними наказами призначають працівників, відповідальних за:

- виконання будівельних робіт (виконроба) - посадова особа, що відповідає за виконання і якість робіт;
- навчання виконавців;
- безпечність виробничого процесу;
- безпечну експлуатацію будівельних машин і механізмів;
- виконання заходів пожежної безпеки

Завдання та обов'язки виконроба:

1. До початку виконання робіт одержати проєктно-кошторисну документацію і вивчити її. Підготувати будівельний майданчик для ведення робіт у відповідності з технічною та технологічною документацією.
2. Контролювати і вести облік поступлення на об'єкти будівельних матеріалів, виробів, конструкцій. Забезпечувати розміщення будівельних матеріалів у відповідності з будгєнпланом та тимчасових приміщень згідно ПВР.
3. Контролювати прибуття, підготовку і роботу машин і механізмів на підпорядкованих об'єктах.
4. Здійснювати контроль за веденням будівельно-монтажних робіт, забезпечувати організацію роботи майстрів.
5. Керувати роботою робітників на об'єктах, контролювати якість виконання робіт.
6. Контролювати хід виконання планів будівництва, відповідності об'ємів, термінів і якості будівельних робіт, а також застосованих матеріалів, виробів, конструкцій затверджених проєктно-кошторисною документацією.
7. Брати участь у вирішенні питань про внесення змін у проєкт,

- пов'язаних з впровадженням прогресивних технологій і конструктивних рішень, які забезпечують зниження вартості і поліпшення ТЕП будівництва.
8. Вести виконавчу документацію, облік виконаних робіт, оформляє допуск на право виконання робіт.
 9. Складати акти виконаних робіт ф. № 2, довідку про вартість виконаних робіт ф. № 3, акти на приховані роботи, звіт про витрату матеріалів
 10. Контролює стан техніки безпеки при виконанні робіт. Проводити інструктажі і навчання робітників на об'єктах з питань охорони праці, промсанітарії і пожежної безпеки. Контролювати виконання правил і норм охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного захисту; безпеки життєдіяльності і захисту у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Контрольні питання:

1. Порядок проєктування та будівництво об'єктів?
2. Визначення класу наслідків відповідальності та категорії складності.
3. Які особи відповідальні за проєктування об'єкта та як вони призначаються?
4. Які громадяни можуть здійснювати архітектурну діяльність?
5. Який комплекс робіт, пов'язаних зі створення об'єкта, виконується при архітектурній діяльності?
6. Вихідні дані на проєктування?
7. Для чого одержують містобудівні умови та обмеження?
8. Які вимоги висуваються в завданні на проєктування та технічних умовах ?
9. Які відповідальні особи за будівництво об'єкта та як вони призначаються?
10. В які стадії здійснюється проєктування об'єкта з незначними наслідками (СС1)?
11. В які стадії здійснюється проєктування об'єкта з середніми наслідками (СС2) ?
12. В які стадії здійснюється проєктування об'єкта зі значними наслідками (СС3) ?
13. Порядок здійснення авторського нагляду?
14. Порядок здійснення технічного нагляду?
15. Завдання та обов'язки відповідального за виконання робіт?
16. Організація будівництва та виконання робіт?
17. Функції та завдання служби замовника у будівництві?

Література

1. Закон України. Про архітектурну діяльність, 1999, N 31, ст.246. Із змінами від 22.12.2011, ВВР, 2012, N 29, ст.345.
2. ДБН А.2.2-3-2012 Проектування. Склад та зміст проектної документації на будівництво об'єктів. НДІБВ. Затверджено: Мінрегіонбуд України, наказ від 22.12.2011 N 76., наказ від 31.08.2010р. №334, наказ від 3 березня 2012 року N 98.
3. ДБН А.2.2-4-2003 Положення про авторський нагляд за будівництвом будинків і споруд. КиївЗНдіЕП. Затверджено: Мінрегіонбуд України, наказ від 13.06.2003р. №84. Діють в частині, що не суперечить «Порядку здійснення авторського нагляду під час будівництва об'єкта архітектури», затверженого постановою КМУ від 11.07.2007р. №903
4. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва», Київ

Тема 2.3. Основи містобудування та регулювання містобудівної діяльності

Державний архітектурно-будівельний контроль – сукупність заходів, спрямованих на дотримання вимог законодавства у сфері містобудівної діяльності, будівельних норм, державних стандартів і правил.

Державний архітектурно-будівельний контроль здійснюється на об'єктах будівництва у порядку проведення планових та позапланових перевірок за територіальним принципом.

Плановою перевіркою вважається перевірка, що передбачена планом роботи органу державного архітектурно-будівельного контролю, який затверджується керівником такого органу.

Позаплановою перевіркою вважається перевірка, що не передбачена планом роботи органу державного архітектурно-будівельного контролю.

Підставами для проведення позапланової перевірки є:

- 1) подання суб'єктом містобудування письмової заяви про проведення перевірки об'єкта будівництва або будівельної продукції за його бажанням;
- 2) необхідність проведення перевірки достовірності даних, наведених у повідомленні про початок виконання підготовчих робіт, повідомленні про початок виконання будівельних робіт, декларації про готовність об'єкта до експлуатації, протягом трьох місяців з дня подання зазначених документів;
- 3) виявлення факту самочинного будівництва об'єкта;
- 4) перевірка виконання суб'єктом містобудування вимог приписів органів державного архітектурно-будівельного контролю;

5) вимога головного інспектора будівельного нагляду центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику з питань державного архітектурно-будівельного контролю та нагляду, про проведення перевірки за наявності підстав, передбачених законом;

6) звернення фізичних чи юридичних осіб про порушення суб'єктом містобудування вимог законодавства у сфері містобудівної діяльності;

7) вимога правоохоронних органів про проведення перевірки.

Підготовчі та будівельні роботи, які не відповідають вимогам законодавства, будівельним нормам, стандартам і правилам, містобудівним умовам та обмеженням, затвердженому проєкту або будівельному паспорту забудови земельної ділянки, виконуються без набуття права на їх виконання, підлягають зупиненню до усунення порушень законодавства у сфері містобудівної діяльності.

Посадові особи органів державного архітектурно-будівельного контролю під час перевірки мають право:

1) безперешкодного доступу до місць будівництва об'єктів та до об'єктів, що підлягають обов'язковому обстеженню;

2) складати протоколи про вчинення правопорушень, акти перевірок та накладати штрафи відповідно до закону;

3) видавати обов'язкові для виконання приписи щодо:

а) усунення порушення вимог законодавства та будівельних норм, державних стандартів і правил;

б) зупинення підготовчих та будівельних робіт, які не відповідають вимогам законодавства, зокрема будівельних норм, містобудівним умовам та обмеженням, затвердженому проєкту або будівельному паспорту забудови земельної ділянки, виконуються без повідомлення, реєстрації декларації про початок їх виконання або дозволу на виконання будівельних робіт;

4) проводити перевірку відповідності виконання будівельних робіт вимогам будівельних норм, державних стандартів і правил, затвердженим проєктним вимогам, рішенням, технічним умовам, своєчасності та якості проведення передбачених нормативно-технічною і проєктною документацією зйомки, замірів, випробувань, а також ведення журналів робіт, наявності у передбачених законодавством випадках паспортів, проводити перевірку відповідності будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, що використовуються під час будівництва об'єктів, вимогам державних стандартів, норм і правил згідно із законодавством актів та протоколів випробувань, сертифікатів та іншої документації;

5) здійснювати контроль за додержанням суб'єктами господарювання ліцензійних умов провадження господарської діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів містобудування та архітектури;

6) залучати до проведення перевірок представників центральних і

місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, експертних та громадських організацій;

7) одержувати в установленому законодавством порядку від органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій, фізичних осіб інформацію та документи, необхідні для здійснення державного архітектурно-будівельного контролю;

8) вимагати у випадках, визначених законодавством, вибіркового розкриття окремих конструктивних елементів будинків і споруд, проведення зйомки і замірів, додаткових лабораторних та інших випробувань будівельних матеріалів, виробів і конструкцій;

9) забороняти за вмотивованим письмовим рішенням керівника органу державного архітектурно-будівельного контролю чи його заступника експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, не прийнятих в експлуатацію;

10) здійснювати фіксування процесу проведення перевірки з використанням аудіо- та відеотехніки.

Орган державного архітектурно-будівельного контролю у своїй діяльності взаємодіє з органами виконавчої влади, що здійснюють контроль за дотриманням природоохоронних, санітарно-гігієнічних, протипожежних вимог, вимог у сфері охорони праці, енергозбереження та інших вимог, передбачених законом, а також з органами внутрішніх справ, прокуратури, державної статистики та іншими органами.

Право на виконання будівельних робіт. Замовник має право виконувати будівельні роботи після:

1) подання замовником повідомлення про початок виконання будівельних робіт відповідному органу державного архітектурно-будівельного контролю щодо об'єктів будівництва, які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), та щодо об'єктів, будівництво яких здійснюється на підставі будівельного паспорта та які не потребують отримання дозволу на виконання будівельних робіт;

2) видачі замовнику органом державного архітектурно-будівельного контролю дозволу на виконання будівельних робіт - щодо об'єктів, які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками. Зазначені документи, що надають право на виконання будівельних робіт, є чинними до завершення будівництва.

Дані вносяться до реєстру з присвоєнням реєстраційного номера, що здійснюється на підставі інформації, наданої органами державного архітектурно-будівельного контролю, протягом одного робочого дня з дня її отримання. Доступ користувачів до даних реєстру здійснюється безоплатно через офіційний веб-сайт центрального органу виконавчої

влади.

Інформація про документ, що дає право на виконання будівельних робіт, а також відомості про категорію складності об'єкта будівництва, замовника та підрядників розміщуються на відповідному стенді, який встановлюється на будівельному майданчику в доступному для огляду місці (крім індивідуальних (садибних) житлових будинків, садових, дачних будинків, господарських (присадибних) будівель і споруд, прибудов до них).

Виконання будівельних робіт без відповідного документа вважається самочинним будівництвом і тягне за собою відповідальність згідно із законом.

Виконання підготовчих робіт. Після набуття права на земельну ділянку замовник може виконувати підготовчі роботи, визначені будівельними нормами, державними стандартами і правилами, крім винесення інженерних мереж та видалення зелених насаджень, з повідомленням органу державного архітектурно-будівельного контролю. Підготовчі роботи з винесення інженерних мереж та видалення зелених насаджень замовник здійснює на підставі зареєстрованої декларації про початок виконання підготовчих робіт.

Повідомлення про початок виконання будівельних робіт. Право на виконання підготовчих робіт (якщо вони не були виконані раніше згідно з повідомленням про початок виконання підготовчих робіт) і будівельних робіт на об'єктах, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), об'єктах, будівництво яких здійснюється на підставі будівельного паспорта, надається замовнику та генеральному підряднику чи підряднику (у разі якщо будівельні роботи виконуються без залучення субпідрядників) після подання повідомлення про початок виконання будівельних робіт.

Реєстрацію **Повідомлення** про початок виконання будівельних робіт проводить орган державного архітектурно-будівельного контролю на безоплатній основі протягом п'яти робочих днів з дня надходження декларації.

У разі, якщо право на будівництво об'єкта передано іншому замовнику або змінено осіб, відповідальних за проведення авторського і технічного нагляду, замовник протягом трьох робочих днів повідомляє про такі зміни орган державного архітектурно-будівельного контролю, який зареєстрував декларацію про початок виконання будівельних робіт.

Замовник відповідно до закону несе відповідальність за повноту та достовірність даних, зазначених у поданому ним повідомленні про початок виконання будівельних робіт, та за виконання будівельних робіт без повідомлення.

Дозвіл на виконання будівельних робіт. Право на виконання підготовчих робіт (якщо вони не були виконані раніше згідно з

повідомленням про початок виконання підготовчих робіт) і будівельних робіт на об'єктах будівництва, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, підключення об'єкта будівництва до інженерних мереж та споруд надається замовнику та генеральному підряднику чи підряднику (якщо будівельні роботи виконуються без залучення субпідрядників) після отримання дозволу на виконання будівельних робіт.

Дозвіл на виконання будівельних робіт (далі — дозвіл) видається на безоплатній основі Інспекцією за місцезнаходженням об'єкта протягом десяти робочих днів з дня реєстрації заяви.

Для отримання дозволу замовник (його уповноважена особа) має право подати особисто або надіслати рекомендованим листом з описом вкладення до Інспекції за місцезнаходженням об'єкта заяву про отримання дозволу.

До заяви додаються:

- копія документа, що посвідчує право власності чи користування земельною ділянкою, або копія договору суперфіцію;
- проектна документація на будівництво, розроблена та затверджена в установленому законодавством порядку;
- копія документа, що посвідчує право власності на будинок чи споруду, або письмова згода його власника на проведення будівельних робіт у разі реконструкції, реставрації, капітального ремонту об'єкта;
- копія ліцензії, яка дає право на виконання будівельних робіт, засвідчена в установленому порядку;
- копії документів про призначення осіб, відповідальних за виконання будівельних робіт, осіб, які здійснюють авторський і технічний нагляд;
- копії кваліфікаційних сертифікатів, засвідчені в установленому порядку.

Право на виконання будівельних робіт може бути анульовано органом державного архітектурно-будівельного контролю у разі:

1) подання замовником заяви про анулювання права на виконання будівельних робіт;

2) наявності відомостей про ліквідацію юридичної особи, що є замовником;

3) встановлення під час перевірки порушень вимог містобудівної документації, містобудівних умов та обмежень, невідповідності об'єкта будівництва проектній документації на будівництво такого об'єкта, вимогам будівельних норм, стандартів і правил, порушень містобудівного законодавства у разі невиконання вимог приписів посадових осіб органів державного архітектурно-будівельного контролю;

4) скасування містобудівних умов та обмежень;

5) систематичного (два і більше разів підряд) перешкодження проведенню перевірки посадовими особами органу державного архітектурно-будівельного контролю.

У разі якщо право на будівництво об'єкта передано іншому замовникові або змінено генерального підрядника чи підрядника (якщо будівельні роботи виконуються без залучення субпідрядників), а також у разі коригування проєктної документації замовник протягом трьох робочих днів повідомляє про такі зміни відповідний орган державного архітектурно-будівельного контролю з поданням засвідчених у встановленому порядку копій документів. Продовження виконання будівельних робіт без такого повідомлення забороняється.

У разі зміни осіб, відповідальних за проведення авторського і технічного нагляду, або відповідальних виконавців робіт замовник повідомляє відповідний орган державного архітектурно-будівельного контролю про такі зміни з поданням засвідчених в установленому порядку копій документів, що підтверджують зазначені зміни, протягом трьох днів з дня їх настання.

Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів

Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з незначними наслідками (СС1), та об'єктів, будівництво яких здійснювалося на підставі будівельного паспорта, здійснюється шляхом реєстрації відповідним органом державного архітектурно-будівельного контролю на безоплатній основі поданої замовником декларації про готовність об'єкта до експлуатації протягом десяти робочих днів з дня реєстрації заяви.

Декларація приймається в дозвільному центрі за місцезнаходженням об'єкта. Реєстрацію декларації здійснює Інспекція за місцезнаходженням об'єкта на безоплатній основі.

Замовник (його уповноважена особа) подає особисто або надсилає рекомендованим листом з описом вкладення до Інспекції два примірники декларації. Один примірник декларації після проведення реєстрації повертається замовнику, а другий - залишається в Інспекції, яка її зареєструвала. Замовник відповідно до закону відповідає за повноту та достовірність даних, зазначених у поданій ним декларації.

Інспекція перевіряє протягом десяти робочих днів з дати подання (надходження) до неї декларації повноту даних, зазначених у ній, та реєструє декларацію.

У разі коли декларація подана чи оформлена з порушенням установлених вимог, Інспекція повертає її на доопрацювання з обґрунтуванням підстав повернення у строк, передбачений для її реєстрації.

Після усунення недоліків, що стали підставою для повернення

декларації на доопрацювання, замовник може повторно звернутися до Інспекції для реєстрації декларації.

У разі виявлення відповідним органом державного архітектурно-будівельного контролю факту подання недостовірних даних, наведених у надісланому повідомленні чи зареєстрованій декларації, які є підставою вважати об'єкт самочинним будівництвом

Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, здійснюється на підставі акта готовності об'єкта до експлуатації шляхом видачі органами державного архітектурно-будівельного контролю сертифіката.

Інспекція приймає подані замовником заяву, акт готовності об'єкта до експлуатації та вчиняє дії у межах чинного законодавства щодо з'ясування питання достовірності відомостей у поданих документах, відповідності об'єкта проектній документації, вимогам будівельних норм, стандартів і правил.

Під час розгляду питання прийняття в експлуатацію об'єктів, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, інспекція має право оглядати об'єкт із здійсненням фото- та відеофіксації, відбирати зразки продукції, призначати експертизу, одержувати проектну та виконавчу документацію, визначені будівельними нормами, стандартами і правилами, отримувати матеріали, відомості, довідки, пояснення з питань, що виникають під час огляду об'єкта, та залучати в разі потреби установи, організації, у тому числі громадські об'єднання осіб з інвалідністю, державні органи

Акт готовності об'єкта до експлуатації підписується замовником, генеральним проектувальником, генеральним підрядником або підрядником, субпідрядниками, страховиком.

Орган державного архітектурно-будівельного контролю протягом десяти робочих днів з дати реєстрації заяви приймає рішення про видачу сертифіката або про відмову в його видачі.

Сертифікат виготовляється в одному примірнику та видається замовнику (уповноваженій ним особі), який має зберігати його протягом всього періоду експлуатації об'єкта.

Підставою для відмови у видачі сертифіката є:

неподання документів, необхідних для прийняття рішення про видачу сертифіката;

виявлення недостовірних відомостей у поданих документах;

невідповідність об'єкта проектній документації на будівництво такого об'єкта та/або вимогам будівельних норм, стандартів і правил.

Експлуатація закінчених будівництвом об'єктів, не прийнятих (якщо таке прийняття передбачено законодавством) в експлуатацію, забороняється.

Зареєстрована декларація про готовність об'єкта до експлуатації або сертифікат є підставою для укладення договорів про постачання на прийнятий в експлуатацію об'єкт необхідних для його функціонування ресурсів – води, газу, тепла, електроенергії, включення даних про такий об'єкт до державної статистичної звітності та оформлення права власності на нього.

Контрольні питання:

1. Порядок отримання права на виконання будівельних робіт на основі будівельного паспорта забудови.
2. Порядок отримання права на виконання будівельних робіт з незначними наслідками (СС1) об'єкта.
3. Порядок отримання права на виконання будівельних робіт з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками об'єкта.
4. Порядок отримання права на виконання підготовчих робіт.
5. Порядок здійснення експертизи проектів будівництва.
6. Порядок прийняття в експлуатацію закінчених об'єктів з незначними наслідками (СС1).
7. Порядок прийняття в експлуатацію закінчених об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками.
8. Права державного архітектурно-будівельного контролю.
9. Функції державного архітектурно-будівельного контролю.
10. Хто здійснює управління в сфері містобудування?
11. Яким чином здійснюється управління в сфері містобудування?
12. Тимчасова споруда.
13. Будівельний паспорт.
14. Мала архітектурна форма.
15. Генеральна схема території.
16. Генеральний план населеного пункту.
17. Детальний план території.
18. Що визначає детальний план території?

Література

1. Закон України. Про регулювання містобудівної діяльності.
2. Закон України. Про основи містобудування.
3. <http://dabi.uss.gov.ua/> - Сайт Державної архітектурно-будівельної інспекції України.

Тема 2.4. Проектно-виконавча документація для будівельних робіт

Організація будівельного виробництва включає заходи щодо:

- а) календарного планування підготовчих і будівельних робіт з врахуванням необхідних термінів завершення будівництва об'єктів та

виконання окремих етапів робіт, узгоджених діями учасників будівництва, дотриманням вимог законодавства, нормативних актів та документів;

б) трудового та матеріально-технічного забезпечення виконання запланованих робіт;

в) раціональної організації праці та механізації робіт;

г) управління виконанням виробничих процесів відповідно до вимог проектних рішень з урахуванням складу, обсягів, термінів та сезону виконання робіт, вимог до технологічної послідовності, можливостей засобів механізації, складу та кваліфікації виконавців робіт;

д) досягнення проектних експлуатаційних властивостей об'єкта будівництва, забезпечення відповідної якості будівельної продукції;

е) забезпечення комплексної безпеки будівництва, включаючи охорону та збереження навколишнього середовища - природного, соціального, техногенного та дотримання вимог ДСанПіН щодо небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу;

ж) здійснення авторського та технічного нагляду під час будівництва об'єктів, а також, за необхідності, науково-технічного супроводу відповідно до ДБН В. 1.2-5;

і) прийняття виконаних робіт і закінчених будівництвом об'єктів.

На кожному об'єкті будівництва організація будівельних робіт має здійснюватись на підставі розробленої проектно-технологічної документації (ПТД). Відповідно до вимог ДБН А.2.2-3 питання організації будівництва відображаються на стадії ТЕО (ТЕР) у розділі «Основні положення з організації будівництва» (додаток Д), а на стадії П або затверджувальної частини робочого проекту - у проекті організації будівництва (ПОБ). ПОБ та сукупність розроблених на його підставі проекту виконання робіт (ПВР) складають комплект ПТД.

Виконавча документація – це комплект робочих креслень з написами про відповідність виконаних в натурі робіт цим кресленням або про внесених до них за узгодженням з проектувальником змін, зроблених особами, відповідальними за виробництво будівельно-монтажних робіт.

У процесі будівництва виконавцям робіт необхідно оформляти виконавчу технічну документацію, що відображає фактичного виконання проектних рішень і фактичне положення будівель, споруд і їх елементів на всіх стадіях будівництва у міру завершення певних етапів робіт.

До виконавчої технічної документації відносяться:

1. Акти приймання геодезичної разбивочної основи.
2. Виконавчі геодезичні схеми зведених конструкцій, елементів і частин будівель, споруд.
3. Виконавчі схеми і профілі інженерних мереж і підземних споруд.

4. Загальний журнал робіт.
5. Спеціальні журнали робіт, журнали вхідного і операційного контролю якості.
6. Журнал авторського нагляду проєктних організацій (за наявності авторського нагляду).
7. Акти огляду прихованих робіт.
8. Акти проміжного приймання відповідальних конструкцій.
9. Акти випробувань і випробування устаткування, систем і пристроїв.
10. Акти приймання інженерних систем.
11. Виконавчі схеми розташування будівель, споруд на місцевості (посадки), що є виконавчою архітектурною документацією.
12. Робочі креслення на будівництво об'єкту з написами про відповідність виконаних в натурі робіт цим кресленням (з урахуванням внесених до них змін), зробленими особами, відповідальними за виробництво будівельно-монтажних робіт.

На кожному об'єкті будівництва належить вести загальний журнал робіт, який є основним первинним виробничим документом, що відображає технологічну послідовність, терміни, якість виконання і умови виробництва будівельно-монтажних робіт (додаток Б, ДБН А.3.1-5).

Загальний журнал робіт веде особа, відповідальна за будівництво будівлі або споруди (виконавець робіт, старший виконавець робіт) і заповнює його з першого дня роботи на об'єкті особисто або доручає керівникам змін. Спеціалізовані будівельно-монтажні організації ведуть спеціальні журнали робіт, що знаходяться у відповідальних осіб, які виконують ці роботи. Після закінчення робіт спеціальний журнал передається генеральній будівельній організації.

Титульний аркуш заповнюється до початку будівництва генеральною підрядною будівельною організацією за участю проєктної організації і замовника.

Список інженерно-технічного персоналу, який зайнятий на будівництві об'єкта (таблиця Б.1), складає керівник генпідрядної будівельної організації.

В таблиці Б.2 наводиться перелік всіх актів, що підлягають оформленню на даному об'єкті будівництва в календарному порядку.

До таблиці Б.3 включаються всі роботи за частинами і елементами будівель і споруд, якість виконання яких контролюється і підлягає оцінці.

Таблиця Б.4 заповнюється особою, відповідальною за ведення загального журналу робіт.

Регулярні відомості про виконання робіт (з початку і до їх завершення), що включаються в таблицю Б.3, є основною частиною журналу.

Ця частина журналу повинна вмішувати відомості про початок і

закінчення робіт і відображати хід їх виконання.

Опис робіт повинен проводитись за конструктивними елементами будівлі або споруди із зазначенням осей, рядів, відміток, поверхів, ярусів, секцій і приміщень, де роботи виконувались.

Тут же повинні наводитися короткі відомості про методи виконання робіт, застосовані матеріали, готові вироби і конструкції, вимушені простої будівельних машин (із зазначенням вжитих заходів), випробування устаткування, систем, мереж і пристроїв (випробування вхолосту або під навантаженням, подача електроенергії, випробування на міцність і герметичність та ін.), відхилення від робочих креслень (із зазначенням причин) і їх погодження, зміни розміщення захисних, охоронних і сигнальних огорож, переноси транспортних і пожежних проїздів, прокладання, перекладання, розбирання тимчасових інженерних мереж, наявність і виконання схем операційного контролю якості, виправлення і переробку виконаних робіт (із зазначенням винних), а також метеорологічні та інші особливі умови виконання робіт.

До таблиці Б.6 вносяться зауваження осіб, які контролюють виконання і безпеку робіт згідно з наданими їм правами, а також уповноважених представників проєктної організації або її авторського нагляду.

Загальний журнал повинен бути пронумерований, прошнурований, оформлений усіма підписами на титульному аркуші і скріплений печаткою будівельної організації, яка його видала.

При здачі завершеного будівництвом об'єкта загальний і спеціальні журнали робіт передаються замовнику і зберігаються у нього до введення об'єкта в експлуатацію. Після введення об'єкта в експлуатацію журнали передаються на постійне зберігання експлуатаційній організації.

Спеціальні журнали робіт

Дані про виробництво деяких видів будівельно-монтажних робіт слід щомісячно вносити до наступних спеціальних журналів робіт:

- журнал робіт по монтажу будівельних конструкцій;
- журнал зварювальних робіт;
- журнал антикорозійного захисту зварних з'єднань;
- журнал замоноличивання монтажних стиків;
- журнал виконання монтажних з'єднань на болтах з контрольованим натягненням;
- журнал робіт по пристрою палевих фундаментів;
- журнал бетонних робіт;
- журнал виробництва антикорозійних робіт і ін.

Контроль і нагляд за якістю будівництва

Висока якість будівельних робіт залежать від:

- якості проєктно-кошторисної документації;

- якості застосовуваних матеріалів, конструкцій, виробів, напів-фабрикатів (вони повинні відповідати вимогам стандартів);
- правильного приймання та зберігання матеріалів, конструкцій і виробів;
- кваліфікації робітників та їхньої майстерності;
- виконання робітниками вимог ДБН та ТУ при виконанні будівельних робіт;
- систематичного контролю майстра і виконавця робіт над виконанням будівельних процесів і ряду інших факторів.

Основні етапи та види контролю якості в будівництві

Розрізняють внутрішній і зовнішній контроль якості.

Внутрішній контроль. Якість будівельної продукції визначається за результатами виробничого контролю і оцінюється відповідно до спеціальної інструкції з оцінки якості будівельних робіт. Дані результатів контролю повинні фіксуватися в журналах робіт. У таблиці 1 наведено види внутрішнього контролю.

Зовнішній контроль. Крім виробничого контролю за якістю будівництва здійснюється зовнішній контроль з боку державних та відомчих органів контролю і нагляду. Проектна організація здійснює авторський контроль, забудовник – технагляд замовника.

Виробничий контроль якості в будівельних організаціях поділяється на вхідний, операційний і приймальний контроль (з оцінкою якості). Дані про результати всіх видів контролю повинні вноситися в журнали робіт.

Вхідний контроль охоплює перевірку якості матеріалів, виробів, обладнання і проектно-кошторисної документації при їх надходженні на будівництво.

Операційний контроль виконується майстрами, виконробами, будівельними лабораторіями після завершення окремих операцій і процесів. Призначення його – виявлення недоліків, причин їх виникнення, попередження та усунення дефектів.

Приймальний контроль застосовують для перевірки і оцінки якості закінчених об'єктів або їх частин, а також основних робіт і окремих відповідальних конструкцій.

Питання підвищення якості будівництва повинні повсякденно бути предметом особливої уваги і турбот виконавця робіт, майстра і бригадира. Контроль за якістю робіт повинен бути дієвим, суворим і відповідальним.

Контроль якості будівельно-монтажних робіт і закінченої будівельної продукції здійснюється за двома схемами:

- службою Замовника, оснащеною технічними засобами, що забезпечують необхідну достовірність і повноту контролю якості, атестованими інженерами технагляду в будівництві, які входять до складу

служби замовника і мають кваліфікаційний сертифікат;

- атестованим інженером технагляду, які залучаються зі сторони на договірних засадах і мають кваліфікаційний сертифікат.

Контроль якості будівельно-монтажних робіт також здійснюється Замовником у порядку договору з проєктними організаціями, які здійснюють авторський нагляд, органами Державного архітектурно-будівельного контролю та технічного нагляду, а також іншими уповноваженими органами Державного нагляду та контролю, що діють на підставі спеціальних положень.

Основними завданнями контролю якості виконання будівельно-монтажних і спеціальних будівельних робіт є:

1) забезпечення відповідності виконуваних робіт проєкту і вимогам нормативних документів з будівництва;

2) своєчасне виявлення причин виникнення дефектів при виробництві робіт та прийняття заходів щодо їх усунення;

3) підвищення відповідальності безпосередніх виконавців (робітників, ланок, бригад) за якість виконання робіт.

Операційний контроль якості виконання робіт покладається на виконавців робіт і майстрів, які здійснюють керівництво будівництвом об'єкта.

У необхідних випадках до операційного контролю залучаються будівельні лабораторії та геодезично-маркшейдерські служби, а також фахівці, що займаються контролем окремих видів робіт.

Контроль здійснюється у відповідності зі схемами операційного контролю якості виконання робіт (СОКЯ), що додаються до технологічних карт, які є складовою частиною проєктів виконання робіт (ППР).

На будівництво об'єктів, для яких не розробляються технологічні карти, групи підготовки виробництва і проєктування виробництва робіт будівельних організацій зобов'язані видавати типові або повторного застосування СОКЯ.

СОКЯ повинні містити: ескізи конструкцій із зазначенням припустимих відхилень по ДБН; перелік перевірених операцій: визначений спосіб контролю (візуально, інструментально і т. п.); терміни проведення контролю; перелік прихованих робіт, що підлягають здачі представникам технічного нагляду замовника; перелік операцій, контрольованих при участі будівельної лабораторії, а також залучених фахівців.

Всі встановлені при контролі дефекти повинні бути усунені до початку наступних робіт.

Інженерно-технічні працівники, які здійснюють операційний контроль якості робіт, зобов'язані вести облік виробничого браку і дефектів, виявлених в процесі виконаного контролю, і вносити їх у журнал робіт з будівництва даного об'єкта.

Приймання прихованих робіт

Окремі види робіт, які недоступні для огляду при проведенні подальших робіт (приховані роботи), повинні бути прийняті в процесі їх виробництва.

До прихованих робіт зазвичай відносять: влаштування фундаментів, гідроізоляційні роботи, установку арматури і закладних частин в залізобетонних конструкціях та інші подібні роботи.

Приховані роботи до їх закриття повинні бути оглянуті, перевірені і прийняті від виконавців виконробом спільно з технаглядом замовника, про що складається акт за відповідною формою.

У разі неявки представника технагляду замовника в призначений час виконавець робіт складає односторонній акт, в якому вказується, що незважаючи на повідомлення, представник замовника не з'явився. Якщо надалі замовник вимагає розкриття, то така робота виконується за його рахунок.

Брати участь у прийманні відповідальних конструктивних прихованих робіт повинен також автор проєкту.

В акті приймання прихованих робіт підтверджується їх відповідність проєктним даними, дається оцінка якості та дозвіл на виконання наступних робіт.

Акти на приховані роботи складаються за встановленою формою, зберігаються виконавцем робіт і пред'являються комісії при здачі об'єкта в експлуатацію.

Контрольні питання:

1. Виконавча документація.
2. Внутрішній контроль якості в будівництві.
3. Зовнішній контроль якості в будівництві.
4. Приймальний контроль якості в будівництві.
5. Операційний контроль якості в будівництві.
6. Вхідний контроль якості в будівництві.
7. Огляд прихованих робіт.
8. Прийняття відповідальних конструкцій інженерних систем та устаткування.
9. Види контролю якості в будівництві.
10. Основні етапи контролю якості в будівництві.
11. Загальний та спеціальні журнали робіт.
12. Розбивочна геодезична основа.

Література

1. ДБН А.3.1-5-2009 Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. Затверджено: Мінрегіонбуд

України, наказ від 25.12.2009р., наказ від 31.08.2010р. №334, наказ від 25.05.2011р. №53

2. ДБН В.1.2-14-2009 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. УкрНДПроекстальконструкція. Затверджено: Мінрегіонбуд України, наказ від 30.12.2008р. №709, наказ від 22.06.2009р. №245. Зміна №1, затверджена: наказ від 22.12.2011р. №374, чинна з 1 квітня 2012 р

3. Литвинов О.О; Беляков Ю.І. та ін "Технологія будівельного виробництва". Київ: Вища школа. 1984р. 479с.

Тема 2.5. Система управління охороною праці

Безпека та здоров'я працівників є невід'ємною частиною поняття «безпека людини». Реалізація цього постулату здійснюється за допомогою свідомої діяльності суспільних інститутів і окремих індивідів, спрямованої на доцільне впорядкування суспільних відносин у галузі охорони праці.

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття і реалізація правових, організаційних, науково-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

В Україні функціонує багаторівнева система управління охороною праці (СУОП), функціональними ланками якої є відповідні структури державної законодавчої і виконавчої влади різних рівнів, управлінські структури підприємств і організацій, трудових колективів.

Система управління охороною праці передбачає існування різних органів на різних рівнях, скоординованих з метою досягнення спільних цілей, а саме:

- забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці;
- запобігання травматизму та профзахворюванням;
- додержання прав працівників, гарантованих законодавством з питань охорони праці;
- здійснення лікувально-профілактичного і санітарно-побутового обслуговування працівників.

Створення СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації.

Організація і координація робіт з охорони праці в установі повинні передбачати формування органів управління охороною праці,

встановлення обов'язків і порядку взаємодії осіб, які беруть участь в управлінні, а також прийнятті та реалізації управлінських рішень.

Для забезпечення активного та цілеспрямованого впливу на різні фактори, які формують безпеку в установі, управління охороною праці й організацію безпечного виконання робіт у підрозділах установи здійснюється як мінімум на чотирьох рівнях:

- безпосередні виконавці;
- одиничний трудовий колектив: ланка, наряд, бригада, зміна;
- одиничний функціональний підрозділ: ділянка, цех;
- структурно-функціональний підрозділ у цілому: комплекс, термінал, господарство.

Необхідними умовами ефективного функціонування системи управління охороною праці та конкретно організації роботи щодо забезпечення безпеки на локальному рівні (установа, підрозділ) є чіткий розподіл обов'язків і відповідальності, компетенція та зацікавленість осіб на всіх рівнях структурно-функціональної схеми – від вищого керівництва до рядових виконавців; виділення адекватних ресурсів на цілі охорони праці й реалізацію профілактичних заходів; правильне розуміння на всіх рівнях потенційних наслідків нещасних випадків, професійних захворювань, аварій.

Відповідальність за стан охорони праці на локальному рівні (підприємство, установа) несуть:

- керівник (роботодавець) підприємства – за підприємство в цілому;
- керівники структурних підрозділів – у структурних підрозділах;
- безпосередні керівники робіт – на робочому місці.

Перелік професій працівників, які підлягають медичному огляду, встановлюються Постановою Кабінету Міністрів України від 16 травня 2001 р. № 559 «Про затвердження переліку професій, виробництв та організацій, працівники яких підлягають обов'язковим профілактичним медичним оглядам, порядку проведення цих оглядів та видачі особистих медичних книжок».

Для проведення організаційно-методичної роботи з управління охороною праці та координації діяльності всіх структурних підрозділів відносно забезпечення на робочих місцях у кожному структурному підрозділі умов праці відповідно до нормативно-правових актів, дотримання законодавства відносно прав працівників на підприємстві керівник (роботодавець) підприємства створює службу з охорони праці згідно з Типовим положенням, яка підпорядковується йому безпосередньо.

Згідно з Типовим положенням про службу охорони праці служба охорони праці виконує такі завдання:

- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;

- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- створення умов для професійної підготовки й підвищення кваліфікації працівників з питань поліпшення умов праці;
- вибір оптимальних режимів праці та відпочинку працівників; професійний добір виконавців для визначених видів робіт.

До основних функцій служби охорони праці належать: опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці та сприяння вдосконаленню діяльності в цьому напрямі кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи, а також проведення оперативного-методичного керівництва роботи з охорони праці та ін.

Служба охорони праці організовує:

- забезпечення працівників правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці;
- паспортизацію цехів, ділянок, робочих місць на відповідність їх вимог до охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій;
- підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- роботу методичного кабінету охорони праці, пропаганду безпечних та нешкідливих умов праці шляхом проведення консультацій, оглядів, конкурсів, бесід, лекцій, розповсюдження засобів наочної агітації, оформлення інформаційних стендів тощо;
- допомогу комісії з питань охорони праці підприємства в опрацюванні необхідних матеріалів і реалізації її рекомендацій;
- підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб із питань охорони праці.

Служба охорони праці бере участь у:

- розслідуванні нещасних випадків та аварій; роботі комісії з питань охорони праці підприємства;
- роботі комісії по введенню в дію закінчених будівництв, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування;
- розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють у межах підприємства;
- роботі постійно діючої комісії з питань атестації робочих місць за умовами праці.

Служба охорони праці контролює:

- дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці;
- виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій і подань уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці;
- відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протиаварійного, колективного та індивідуального захисту працівників, а також наявність технологічної документації на робочих місцях;
- своєчасне проведення навчання та інструктажу працюючих, атестації і переатестації з питань безпеки праці посадових осіб й осіб, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, а також миючими засобами, санітарно-побутовими приміщеннями;
- організацію питного режиму;
- надання працівникам передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних із важкими і шкідливими умовами праці; використання праці неповнолітніх, жінок та інвалідів згідно з чинним законодавством;
- проходження попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, із шкідливими чи небезпечними умовами праці або на таких, де існує потреба в професійному доборі;
- проходження щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком до 21 року;
- виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, визначених в актах розслідування.

Для виконання вищевказаних функцій служба охорони праці повинна мати відповідну інформаційну базу, засоби зв'язку, сучасну оргтехніку, комп'ютерне забезпечення і висококваліфікований інженерний склад працівників. Крім того, служба охорони праці повинна мати засоби впливу на виробничу діяльність підприємства. Такий вплив передбачений «Положенням про службу охорони праці». Так, працівники служби

охорони праці мають право видавати керівникам підприємств, установ, організацій та їх підрозділам обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис спеціаліста з охорони праці, в тому числі про зупинення робіт, може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці.

Посадові особи мають вимагати усунення від роботи працівників, які не пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж, перевірку знань з охорони праці, чи не мають допуску до відповідних робіт, чи порушують нормативні акти про охорону праці, надсилати керівнику підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, що порушують вимоги щодо охорони праці.

Крім адміністративних заходів рекомендується принцип матеріального заохочення працівників, які сумлінно ставляться до виконання виробничих обов'язків і беруть активну участь у підвищенні безпеки та поліпшенні умов праці.

Положення про матеріальне заохочення розробляється службою охорони праці й затверджується керівником підприємства (власником). Працівники служби охорони праці не можуть залучатися до виконання функцій, не передбачених Законом «Про охорону праці» і «Типовим положенням про службу охорони праці».

Відповідно до ст. 16 Закону України «Про охорону праці» на підприємстві з кількістю працівників 50 і більше осіб рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці.

Комісія є постійно діючим консультативно-дорадчим органом трудового колективу та власника і створюється з метою залучення представників власника і трудового колективу (безпосередніх виконавців робіт, представників профспілок) до співробітництва в галузі управління охороною праці на підприємстві, узгодженого вирішення питань, що виникають у цій сфері.

Рішення про доцільність створення комісії, її кількісний та персональний склад, строк повноважень приймається трудовим колективом на загальних зборах (конференції) за поданням власника, органу самоврядування трудового колективу і профспілкового комітету (комітетів). Комісія формується на засадах рівного представництва осіб від власника та трудового колективу.

До складу комісії від власника включаються спеціалісти з безпеки гігієни праці, виробничої, юридичної та інших служб підприємства. Від трудового колективу рекомендуються працівники основних професій, уповноважені трудових колективів з питань праці, охорони праці, представники профспілок.

Основними завданнями комісії є такі:

- захист законних прав та інтересів працівників у галузі охорони праці;

- підготовка на основі аналізу стану безпеки й умов праці на виробництві рекомендацій власникові та працівникам щодо профілактики виробничого травматизму і професійних захворювань, практичної реалізації принципів державної політики в галузі охорони праці на підприємстві;
- узгодження шляхом двосторонніх консультацій позицій сторін у вирішенні практичних питань у галузі охорони праці з метою забезпечення поєднання інтересів держави, власника і трудового колективу, кожного працівника, запобігання конфліктам;
- вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору окремих питань з охорони праці та використання коштів на заходи з охорони праці підприємства

Контрольні питання:

1. Що являє собою система управління охороною праці?
2. Що належить до основних функцій управління охороною праці?
3. Як здійснюється управління охороною праці на підприємстві?
4. Хто здійснює державний контроль за охороною праці?
5. Як часто треба проходити навчання з охорони праці?
6. Яким чином може створюватися комісія з питань охорони праці підприємства?
7. Який проводиться інструктаж з охорони праці з працівниками які щойно прийняті на роботу?
8. Який термін дії інструкцій з охорони праці?
9. Хто затверджує інструкції з охорони праці?
10. Хто проводить первинний інструктаж?
11. Що повинна містити Інструкція з охорони праці?

Література

1. ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»
2. ДК 003:2010 «Класифікатор професій»
3. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці»
4. НПАОП 60.1-3.31-17 «Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту»
5. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання і затвердження роботодавцем нормативних актів, що діють на підприємстві»

Тема 2.6. Система ціноутворення в будівництві

Ціна будівельної продукції визначається замовником і підрядником на рівноправній основі в процесі укладання договору-підряду на будівництво конкретного об'єкту.

Кошторисна вартість будівельних робіт – це сума коштів, обумовлена кошторисними документами, необхідних для виконання робіт відповідно до проєкту.

Кошторисна вартість, обумовлена у складі кошторисної документації, є основою для фінансування робіт, а також відшкодування всіх витрат, необхідних для виконання певного обсягу будівельних робіт.

У даний час кошторисна вартість визначається на підставі державних будівельних норм України, а саме, «Настанова з визначення вартості будівництва», затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій від 01.11.2021 №281, з відповідними змінами й доповненнями.

Діючі будівельні норми встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, розширення, реконструкції будинків, ремонту житла, об'єктів соціальної сфери, а також реставрації пам'яток архітектури, і мають обов'язковий характер при визначенні вартості будівельних робіт, виконання яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств державної форми власності.

Якщо будівельні роботи здійснюються за рахунок інших джерел фінансування, дані норми мають рекомендаційний характер і їхнє застосування обговорюється в контракті.

Система ціноутворення в будівництві включає:

1. Кошторисні нормативи.
2. Правила визначення вартості будівельних робіт.
3. Порядок складання інвесторської кошторисної документації.

Кошторисні норми і види кошторисних нормативів

Згідно системі ціноутворення основою для розрахунку вартості будівельно-монтажних робіт служать кошторисні норми та поточні ціни на трудові і матеріально-технічні ресурси.

Головна функція кошторисних норм – визначення нормативної кількості ресурсів, необхідних для виконання певного виду робіт, як основи для подальшого переходу до вартісних показників.

Кошторисною нормою передбачено виконання повного комплексу операцій, необхідних для виконання певного виду робіт.

Кошторисною нормою називається сукупність ресурсів (трудовитрат, часу експлуатації будівельних машин і механізмів, витрат матеріалів, виробів і конструкцій), необхідних для виконання певного виду

робіт, встановлених на прийняту одиницю вимірювання робіт (вимірник) і виражених у натуральних (фізичних) величинах:

- витрати праці (люд.-год);
- середній розряд робіт;
- час роботи будівельних машин і механізмів (маш.-год);
- витрати будівельних матеріалів, виробів і конструкцій (т, кг, л, м³, м² і в інших натуральних одиницях вимірювання).

Види інвесторської кошторисної документації

Для визначення ціни будівельної продукції будівництва об'єкта в процесі підготовки пропозицій складають:

Локальні кошториси – є первинними кошторисними документами і складаються на окремі види робіт по будівлях та спорудах або по загальномайданчикових роботах на підставі обсягів, що визначаються при розробленні проектної документації.

Локальні кошторисні розрахунки – складаються з окремих видів робіт та витрат, замість локальних кошторисів у тих випадках, коли обсяги робіт і розміри витрат остаточно не визначені і вони підлягають уточненню.

Об'єктні кошториси – поєднують дані локального кошторису на об'єкт в цілому.

Об'єктні кошторисні розрахунки – поєднують дані на об'єкт в цілому з локальними кошторисів та локальних кошторисних розрахунків, які підлягають уточненню.

Кошторисні розрахунки на окремі види витрат – складається в тих випадках, коли необхідно визначити кошти, необхідні для відшкодування тих чи інших витрат, що не враховані кошторисним нормативом.

Зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва – складається на основі об'єктних кошторисів та кошторисних розрахунків на окремі види витрат.

Прямі витрати враховують у своєму складі заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів.

Прямі витрати визначені в локальному кошторисі шляхом множення визначеної до РЕКН кількості трудових і матеріально-технічних ресурсів, необхідних для виконання обсягів робіт, обчислених за робочими кресленнями на відповідні поточні ціни цих ресурсів.

Поточні ціни на трудові та матеріально-технічні ресурси в інвесторській кошторисній документації приймаються за вихідними даними замовника або за його дорученням з інших джерел (в т. ч. за даними Мінбуду України).

Кошторисна заробітна плата (ЗП), що не входить до прямих витрат у локальному кошторисі, обчислюється окремо для робітників-

будівельників, робітників, зайнятих на керуванні та обслуговуванні будівельних машин і механізмів, робітників, зайнятих по керуванні та обслуговуванні автотранспортних засобів при перевезенні ґрунту та будівельного сміття.

Розрахунок заробітної плати (ЗП) здійснюється на основі нормативних трудовитрат робітників-будівельників ($T_{p.б.}$) та вартості людино-години (В), яка відповідає середньому нормативному розряду:

$$ЗП = T_{p.б.} \cdot В$$

Вартість люд-год. згаданих робітників на будовах, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ та організацій державної власності, як правило, приймається в межах, рекомендованих Мінрегіонбудом України.

При визначенні кошторисної заробітної плати будівельно-монтажних робіт, які виконуються в особливих умовах, вартість люд-год. робітників-будівельників, треба визначати з врахуванням коефіцієнтів умов роботи.

Кошторисна вартість експлуатації будівельних машин в ПВ визначається на базі нормативного часу їх роботи, і вартості експлуатації будівельних машин та механізмів за одиницю часу їх застосування в поточних цінах (маш-год. поточних цін).

На будівельних об'єктах, будівництво яких здійснюється за бюджетні кошти, вартість машино-годин береться в межах, рекомендованих Мінрегіонбудом України.

У вартості експлуатації будівельних машин і механізмів зазначається і заробітна плата робітників, зайнятих на керуванні і обслуговуванні будівельних машин і механізмів.

У вартості 1 маш-год. експлуатації будівельних машин та механізмів урахovanі:

а) заробітна плата робітників, зайнятих на управлінні та обслуговуванні будівельних машин та механізмів;

б) амортизаційні відрахування на повне відтворення будівельних машин та механізмів;

в) вартість матеріальних ресурсів на заміну частин, які швидко зношуються; ремонт та технічне обслуговування; перебазування;

г) вартість електроенергії та паливно-мастильних матеріалів із заготівельно-складськими й транспортними витратами (без ПДВ).

Кошторисна вартість будівельних матеріалів визначається у прямих витратах, визначених на підставі нормативних потреб в них, розраховуються, виходячи з обсягів робіт, передбачених робочими кресленнями та у відповідних поточних цінах.

Поточні ціни на матеріальні ресурси щодо будов із залученням бюджетних коштів, приймаємо за рівнем, що склався в регіоні за цінами виробників.

Поточні ціни на матеріали для будівництва визначаються як приоб'єктний склад будівельного майданчика і враховують такі витрати:

- 1) відпускну ціну;
- 2) вартість тари, упаковки і реквізиту;
- 3) вартість транспортування і вантажних витрат;
- 4) заготівельно-складські витрати.

Як приоб'єктний склад, при визначенні кошторисної вартості будівництва, приймається передбачене в ПОБ:

1. Для матеріалів зберігання “просто неба” – майданчик на території будівництва об'єкта.

2. Для інших матеріалів – склад для даного об'єкта.

Витрати на доставку матеріальних ресурсів обчислюються калькуляційним методом або ж за середніми показниками вартості транспортних витрат за 1т відповідного будівельного вантажу, що надаються Мінрегіонбудом України.

В складі кошторисно-нормативної вартості матеріальних ресурсів враховуються заготівельно-складські витрати. Для покриття витрат будівельних організацій на утримання апарату заготівельних служб та матеріальних базових складів, а також витрати, пов'язані з втратами, які важко усуваються, і псуванням матеріалів при їх транспортуванні та зберіганні на складах.

Ці витрати розраховуються за відсотком, рекомендованим Мінрегіонбудом України, і є лімітом коштів на відшкодуванні цих витрат підрядника:

- для будівельних, сантехнічних та електротехнічних матеріалів, виробів та конструкцій цей відсоток становить 2%;
- для металевих конструкцій та виробів – 0,75%.

Маса заготівельних складських витрат, визначена за наведеними показниками, в середньому забезпечують покриття зазначених витрат.

В локальному кошторисі і зведеному кошторисному розрахунку вартості будівництва зазначається дата, станом на яку приймаються поточні ціни на трудові та матеріально-технічні ресурси.

Загальновиробничі витрати та їх розрахунок

Загальновиробничі витрати – це витрати будівельної організації, до яких відносяться: витрати на управління та обслуговування будівельного виробництва, витрати на організацію будівельного майданчика та вдосконалення технології; витрати на здійснення заходів з охорони праці на будівельних майданчиках; інші загальновиробничі витрати .

Загальновиробничі витрати за відповідними порядками та підсумком прямих витрат сумуються:

1. За розділами.
2. Без розподілу на розділи в цілому на кошторис.

Для розрахунку загальновиробничих витрат їх статті групують на три блоки:

- I блок. Кошти на заробітну плату працівників.
- II блок. Відрахування на загальнообов'язкове державне пенсійне та соціальне страхування згідно із законодавством.
- III блок. Інші статті загальновиробничих витрат.

Порядок складання зведеного кошторисного розрахунку

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва підприємств, будівель, споруд або їх черг (далі ЗКР) – це кошторисний документ, що визначає повну кошторисну вартість будівництва всіх об'єктів, включаючи кошторисну вартість будівельних робіт, витрати на придбання устаткування, меблів та інвентарю, а також всі супутні витрати.

До ЗКР включаються окремими рядками підсумки по усіх об'єктних кошторисних розрахунках, об'єктних кошторисах і кошторисних розрахунках на окремі види витрат. При цьому, у гр. 2 форми ЗКР, обов'язково вказується номер кошторису або розрахунку. Наприклад, №02-02 (об'єктний кошторис), Розрахунок №6 (розрахунок кошторисного прибутку) і так далі.

Кошторисна вартість кожного об'єкта, розподіляється по графах, що визначає вартість: «будівельних робіт», «устаткування, меблів та інвентарю», «інших витрат», «загальну кошторисну вартість» (гр. 4, 5, 6 та 7, відповідно).

При здійсненні капітального ремонту, якщо вартість робіт може бути визначена за одним локальним або об'єктним кошторисом, ЗКР не складається. У цьому випадку роль зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта будівництва виконує відповідно локальний або об'єктний кошторис.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва розробляється у складі Проекту або Робочого проекту за формою, наведеною в додатку 7 до Настанови.

У зведеному кошторисному розрахунку усі витрати, визначені об'єктними кошторисами (розрахунками) та розрахунками витрат (титультні тимчасові будівлі, зимові подорожчання, тощо) розподіляються по главах.

У разі складання кошторисної документації за правилами визначеними Настановою, зведений кошторисний розрахунок складається з 12 глав:

Глава 1. Підготовка території будівництва.

Глава 2. Основні об'єкти будівництва.

Глава 3. Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення.

Глава 4. Об'єкти енергетичного господарства.

Глава 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку.

Глава 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання і газопостачання.

Глава 7. Благоустрій та озеленення території.

Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди.

Глава 9. Кошти на інші роботи і витрати.

Глава 10. Утримання служби замовника та інжинірингові послуги.

Глава 11. Підготовка експлуатаційних кадрів.

Глава 12. Проектні, вишукувальні роботи, експертиза й авторський нагляд.

Крім того, після підсумку глав 1-12 враховуються:

- кошторисний прибуток;
- кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій;
- кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва;
- кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами;
- податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (без ПДВ).

Розподіл об'єктів, робіт і витрат всередині глав приведено в Приблизній номенклатурі ЗКР, та наведено у додатку 8 до Настанови.

У разі відсутності об'єктів, робіт і витрат, що передбачаються відповідною главою, ця глава пропускається без зміни номерів наступних глав.

Необхідність включення тих чи інших витрат обумовлена завданням на проектування та проектом.

Для окремих галузей господарства України і видів будівництва найменування і номенклатура глав зведеного кошторисного розрахунку, а також найменування, кількість і порядок розташування граф у ньому та у формах іншої кошторисної документації можуть бути змінені (наприклад, при складанні кошторисів по об'єктах, які підпорядковуються Укравтодору, склад глав ЗКР буде інший).

Контрольні питання:

1. Види робіт і витрат для здійснення будівництва.
2. Ціна на будівельну продукцію, етапи встановлення ціни.
3. Елементи та етапи будівництва.
4. Система ціноутворення в будівництві.
5. Структура вартості будівництва
6. Кошторисні нормативи та їх види.
7. Ресурсні елементні кошторисні норми.
8. Вказівки до застосування кошторисних норм.

9. Правила застосування кошторисних норм.
10. Технічні частини збірників РЕКН.
11. Умови застосування коефіцієнтів до виконання робіт?
12. Види інвесторської кошторисної документації.
13. Порядок складання локальних кошторисів.
14. Розрахунок прямих витрат.
15. Загальновиробничі витрати та їх склад.
16. Розрахунок загальновиробничих витрат.
17. Розрахунок загальновиробничих витрат на стадії взаєморозрахунків.
18. Кошторисна заробітна плата.
19. Кошторисна вартість експлуатації будівельних машин.
20. Кошторисна вартість будівельних матеріалів.
21. Складання об'єктних кошторисів.
22. Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва.
23. Розподіл кошторисної вартості об'єктів за графами зведеного кошторисного розрахунку вартості будівництва.
24. Кошторисна вартість проектних робіт та інші витрати замовника, що враховуються в ЗКР.
25. Розрахунок кошторисного прибутку та від чого він залежить.
26. Розрахунок коштів на покриття адміністративних витрат в ЗКР.
27. Склад адміністративних витрат.
28. Розрахунок решти витрат за підсумком глав зведеного кошторисного розрахунку вартості будівництва.

Література

1. Настанова з визначення вартості будівництва затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій від 01.11.2021 №281.
2. Настанова з визначення вартості проектних, науково-проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво затверджена Наказом від 01.11.2021 №281.
3. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Тема 2.7. Розробка договорів підряду в будівництві

Ціна будівельної продукції визначається замовником і підрядником на рівноправній основі в процесі укладання договору-підряду на будівництво конкретного об'єкту.

Для визначення вартості будівництва використовуються різні форми документації, яка розробляється на різних стадіях будівництва

На стадії проектування у складі проектно-кошторисної документації розробляється інвесторська кошторисна документація. Підсумкова вартість будівництва визначається в Зведеному кошторисному розрахунку вартості будівництва, Зведенні витрат.

На стадії формування ціни пропозиції і договору підряду розробляється договірна документація. Підсумкова вартість ціни пропозиції і підрядних робіт визначається в Договірній ціні.

На стадії проведення розрахунків за виконані роботи вартість виконаних робіт визначається в Актах приймання виконаних будівельних робіт і Довідці про вартість виконаних будівельних робіт і витрати.

Замовником ухвалюється рішення про вибір Підрядника. Відповідно до чинного законодавства Договір підряду між замовником і підрядником може бути підписаний за наслідками проведених конкурсних торгів або переговорів сторін. Проект договору підряду готує будь-яка сторона у визначені за взаємною домовленістю строки і подає його другій стороні для підписання у двох підписаних нею примірниках. Договір підряду вважається укладеним з моменту його підписання сторонами і скріплення підписів печатками.

Договір підряду — основний документ, що регламентує взаємини між замовником і підрядником. Договір підряду розробляється відповідно до «Загальних умов висновку і виконання договорів підряду в капітальному будівництві», затвердженими ухвалою Кабінету Міністрів України. Загальні умови відповідно до Цивільного кодексу України визначають порядок укладення та виконання договорів підряду на проведення робіт з нового будівництва, реконструкції будівель і споруд.

За договором підряду підрядник зобов'язується за завданням замовника на свій ризик виконати та здати йому в установленний договором підряду строк закінчені роботи (об'єкт будівництва), а замовник зобов'язується надати підряднику будівельний майданчик (фронт робіт), передати дозвільну документацію, а також затверджену в установленому порядку проектну документацію (у разі, коли цей обов'язок повністю або частково не покладено на підрядника), прийняти від підрядника закінчені роботи (об'єкт будівництва) та оплатити їх.

Істотними умовами договору підряду є:

- найменування та реквізити сторін;
- місце і дата укладення договору підряду;
- предмет договору підряду;
- договірна ціна;
- строки початку та закінчення робіт (будівництва об'єкта);
- права та обов'язки сторін;
- джерела та порядок фінансування робіт (будівництва об'єкта);
- порядок розрахунків за виконані роботи;

- порядок здачі-приймання закінчених робіт (об'єкта будівництва);
- гарантійні строки якості закінчених робіт (експлуатації об'єкта будівництва), порядок усунення недоліків;
- відповідальність сторін за порушення умов договору підряду;
- порядок врегулювання спорів;
- порядок внесення змін до договору підряду та його розірвання.

Предмет договору підряду. Предметом договору підряду є роботи, пов'язані з будівництвом об'єкта, обов'язок щодо виконання яких покладеться на підрядника. Власником результату виконаних робіт (об'єкта будівництва) є замовник, якщо інше не передбачено договором. У договорі підряду сторони зобов'язані визначити найменування об'єкта будівництва та його місцезнаходження, основні параметри (потужність, площа, об'єм тощо), склад та обсяги робіт, які передбачені проектною документацією та підлягають виконанню підрядником, інші показники, що характеризують предмет договору.

Строки виконання робіт (будівництва об'єкта). Строки виконання робіт (будівництва об'єкта) встановлюються договором підряду і визначаються датою їх початку та закінчення. Невід'ємною частиною договору підряду є календарний графік виконання робіт, в якому визначаються дати початку та закінчення всіх видів (етапів, комплексів) робіт, передбачених договором підряду.

Установлення сторонами у договорі підряду строків виконання робіт (будівництва об'єкта) може пов'язуватися з виконанням замовником певних зобов'язань (надання підряднику будівельного майданчика (фронту робіт), передача проектною документації, відкриття фінансування, сплата авансу тощо).

Датою закінчення робіт (будівництва об'єкта) вважається дата їх прийняття замовником. Виконання робіт (будівництва об'єкта) може бути закінчено достроково тільки за згодою замовника.

Строки виконання робіт (будівництва об'єкта) можуть бути змінені з внесенням відповідних змін у договір підряду в разі:

- виникнення обставин непереборної сили;
- невиконання або неналежного виконання замовником своїх зобов'язань (порушення умов фінансування, несвоєчасне надання будівельного майданчика (фронту робіт), проектною документації, ресурсів тощо);
- внесення змін до проектною документації;
- дій третіх осіб, що унеможливають належне виконання робіт, за винятком випадків, коли ці дії зумовлені залежними від підрядника обставинами;
- виникнення інших обставин, що можуть вплинути на строки виконання робіт (будівництва об'єкта).

Замовник може приймати рішення про уповільнення темпів виконання робіт (будівництва об'єкта), їх зупинення або прискорення з внесенням відповідних змін у договір підряду.

Договірна ціна. Договірна ціна — документ, що визначає вартість підрядних робіт, за яку підрядна організація – претендент на будівництво об'єкту згодна виконати об'єкт замовлення. Основою для розрахунку договірної ціни можуть бути кошторисна документація, розрахунки, проект виробництва робіт, і інші документи, підтверджуючі склад, витрату і ціни ресурсів, необхідних для будівництва об'єкту замовлення.

До складу договірної ціни включаються засоби, які підрядник планує витратити безпосередньо на споруду об'єкту замовлення (безпосередні витрати) і витрати на підготовку території будівництва, зведення і розбирання (пристосування) титульних тимчасових будівель і споруд, додаткові витрати, пов'язані з виконанням робіт в зимовий або літній періоди, витрати на відрядження працівників і тому подібне (супутні витрати), а також прибуток, засоби на покриття адміністративних витрат, ризики, засобу на сплату податків, зборів, обов'язкових платежів підрядника.

Договірна ціна у договорі підряду визначається на основі кошторису як динамічна або тверда. Договірна ціна вважається твердою, якщо інше не встановлено договором. За динамічної договірної ціни проводиться уточнення:

- вартість прямих витрат при взаєморозрахунках за обсяги робіт визначається на підставі нормативних трудових та матеріально-технічних ресурсів, виходячи з фактичних обсягів виконаних робіт (в межах договірної ціни), з уточненням цін ресурсів, передбачених в договірній ціні;
- виникнення обставин непереборної сили;
- в процесі будівництва в проєктній документації та інвесторських кошторисах виявлено безперечні помилки, які не було виявлено на стадії складання договірної ціни;
- замовник змінює в процесі будівництва проєктні рішення, що викликали зміну обсягів робіт та вартісних показників;

У разі виникнення обставин, що зумовлюють необхідність значного підвищення динамічної договірної ціни (більше, ніж це визначено договором підряду), підрядник зобов'язаний в установлені договором підряду строки повідомити про це замовника. Якщо підрядник не повідомив у встановленому порядку замовника про необхідність підвищення договірної ціни, він зобов'язаний виконати роботи без відшкодування додаткових витрат.

Тверда договірна ціна може коригуватися тільки за взаємною згодою сторін. У разі підвищення підрядником твердої договірної ціни,

не передбаченого договором підяду, всі пов'язані з цим витрати, якщо інше не встановлено законом, несе підрядник.

Сторони у договорі підяду можуть передбачати порядок уточнення твердої договірної ціни у разі:

- виникнення обставин непереборної сили;
- внесення змін до проєктної документації;
- потреби в усуненні недоліків робіт, що виникли внаслідок невідповідності встановленим вимогам проєктної документації, забезпечення якої покладено на замовника;
- уповільнення темпів або зупинення виконання робіт за рішенням замовника або з його вини, якщо це викликало додаткові витрати підрядника;
- зміни законодавства з питань оподаткування, якщо це впливає на вартість робіт;
- істотного зростання (у розмірі, визначеному сторонами) після укладення договору підяду цін на ресурси, які забезпечує підрядник, а також послуг, що надаються йому третіми особами;
- в інших випадках, передбачених договором підяду.

Якщо під час будівництва виникла потреба у виконанні додаткових робіт, не врахованих проєктною документацією, забезпечення якої покладено на замовника, і у зв'язку з цим у відповідному підвищенні твердої договірної ціни, підрядник зобов'язаний протягом визначеного договором підяду строку повідомити замовника про обставини, що призвели до виконання таких робіт, та подати замовнику пропозиції з відповідними розрахунками. Замовник протягом строку, визначеного договором підяду, розглядає зазначені пропозиції, приймає рішення по суті та повідомляє про нього підрядника. Підрядник зобов'язаний зупинити виконання додаткових робіт у разі неодержання у визначений договором підяду строк відповіді на своє повідомлення. Завдані підряднику збитки, пов'язані із зупиненням додаткових робіт, відшкодовуються замовником. Замовник звільняється від відшкодування таких збитків, якщо доведе, що у виконанні додаткових робіт не було потреби.

Якщо підрядник не повідомив замовника в установленому порядку про необхідність виконання додаткових робіт і відповідного підвищення твердої договірної ціни, він не може вимагати від замовника оплати виконаних додаткових робіт і відшкодування завданих йому збитків, якщо не доведе, що проведення таких робіт було необхідне в інтересах замовника, зокрема, у зв'язку з тим, що зупинення робіт загрожувало знищенням або пошкодженням об'єкта будівництва.

Підрядник не може вимагати уточнення динамічної чи твердої договірної ціни у зв'язку із зростанням цін на ресурси, що використовуються для виконання робіт, у разі, коли строки

виконання цих робіт порушені з вини підрядника. У таких випадках ціни на ресурси, якщо інше не передбачено договором підряду, визначаються відповідно до цін, що діяли на зазначену в договорі дату закінчення робіт. Додаткові витрати на виконання робіт, пов'язані із зростанням цін на ресурси після зазначеної дати, компенсуються підрядником.

Права та обов'язки сторін

Підрядник має право:

Зупинити роботи у разі невиконання Замовником своїх зобов'язань за Договором, щодо фінансування будівництва.

Залучати, за попередньою згодою із Замовником, інші спеціалізовані організації для виконання доручених йому робіт по Договору, нести відповідальність за постачання матеріалів, обладнання та якість виконаних робіт перед Замовником за всі роботи, що виконуються залученими організаціями.

Закінчити роботи на об'єкті достроково.

Підрядник зобов'язаний :

Розпочати роботи лише після реєстрації інспекцією ДАБК декларації про початок виконання будівельних робіт. Виконати якісно та своєчасно передбачені цим Договором роботи у відповідності з затвердженою проектно-кошторисною документацією, і здати їх в порядку передбаченому будівельними нормами і правилами.

Вести у відповідності з ДБН А.3.1.-5 всю виконавчу документацію, яка передбачена діючими нормативно-технічними документами. На завершений етап робіт Підрядник передає Замовнику один примірник виконавчої документації.

В співпраці з Замовником організовувати свою діяльність так, щоб вона не впливала негативно на діяльність самого Замовника та інших залучених на будівельну площадку учасників.

Своєчасно забезпечувати Об'єкт будівельними матеріалами, дотримуючись термінів, відповідно до календарного плану виконання робіт. Усі матеріали та конструкції, які застосовуються при будівництві та обладнання повинні бути сертифікованими і відповідати вимогам, діючим на території України.

У процесі виконання робіт здійснювати систематичне, а після завершення робіт – остаточне прибирання робочих місць від залишків матеріалів і відходів, що утворилися в процесі виконання робіт.

Забезпечувати дотримання законодавства з охорони праці, безпечних умов при проведенні монтажних і спеціальних будівельних робіт, протипожежних заходів та улаштування огорож безпосередньо на робочих місцях.

Зберігати на будівельному майданчику один комплект проєктної документації разом із змінами до неї та надавати її Замовнику на його прохання для користування. Вжити заходів до недопущення передачі без згоди Замовника проєктної документації (примірників, копій) третім особам;

У порядку, визначеному нормативними документами та договором підяду, вести і передати Замовнику після завершення робіт документи про виконання договору підяду. Передати Замовнику у порядку, передбаченому законодавством та договором підяду, закінчені роботи (об'єкт будівництва).

Звільнити будівельний майданчик (фронт робіт) після завершення робіт (очистити від сміття, непотрібних матеріальних ресурсів, тимчасових споруд, приміщень, тощо) протягом 10-ти робочих днів.

Підрядник несе відповідальність за неналежне використання, втрату, знищення або пошкодження (псування) з його вини переданих йому Замовником матеріальних ресурсів.

Залучати для виконання робіт інженерно-технічний персонал та робітників у достатній кількості і з відповідною кваліфікацією.

Підрядник залучає робочу силу в необхідній кількості та відповідної кваліфікації і забезпечує дотримання трудового законодавства, зокрема створення здорових і безпечних умов праці та відпочинку працівників, а також проведення відповідного їх інструктажу.

Підрядник несе відповідальність за поведінку своїх працівників, приймає відповідні заходи з попередження порушень працівниками технологічної і виробничої дисципліни, громадського порядку та інших антисуспільних вчинків.

Підрядник завчасно і у письмовій формі інформує Замовника про можливе сповільнення або призупинення виконання робіт з незалежних від нього обставин. Замовник зобов'язаний виконати необхідні заходи для усунення цих обставин.

Підрядник зобов'язаний спільно з Замовником розробити заходи, що забезпечують безпечні умови роботи на об'єктах будівництва, обов'язкові для всіх організацій, що беруть участь у будівництві.

Замовник має право:

Відмовитися від прийняття закінчених робіт (об'єкта будівництва) у разі виявлення недоліків, які виключають можливість їх (його) використання відповідно до мети, зазначеної у проєктній документації та договорі підяду, і не можуть бути усунені Підрядником, Замовником або третьою особою;

Здійснювати у будь-який час, не втручаючись у господарську діяльність Підрядника (Субпідрядника), технічний нагляд і контроль за ходом виконання робіт;

Вимагати безоплатного виправлення недоліків, що виникли внаслідок допущених Підрядником порушень. У такому разі збитки в обґрунтованих розмірах, завдані Замовнику, відшкодовуються підрядником, у тому числі за рахунок відповідного зниження договірної ціни;

Розірвати договір підряду, якщо Підрядник своєчасно не розпочав роботи або виконує їх настільки повільно, що закінчення їх у строк, визначений договором підряду, стає неможливим;

Ініціювати внесення змін у договір підряду, які оформляються додатковою угодою;

Також має інші права, передбачені договором підряду, Цивільним і Господарським кодексами України, Загальними умовами укладання та виконання договорів підряду в капітальному будівництві та іншими актами законодавства України.

Замовник зобов'язаний :

Передати Підряднику по акту будівельний майданчик, придатний для виконання робіт.

Передати Підряднику в установленому порядку затверджену проектну документацію у відповідності з ДБН А.3.1.-5-96, ДБН А.2.2.-3-97, ДСТУ БА.2.4-4-99, ДБН Д. 1.1-1-2000 та іншу дозвільну документацію необхідну для будівництва Об'єкта.

Сприяти Підряднику у виконанні робіт передбачених договором.

Забезпечити своєчасне фінансування будівництва у відповідності із умовами цього Договору (при наявності фінансування).

Фінансування робіт (будівництва об'єкта). Фінансування робіт (будівництва об'єкта) проводиться за планом, який складається замовником, узгоджується з інвестором (головним розпорядником бюджетних коштів) та підрядником і є невід'ємною частиною договору підряду. План фінансування будівництва складається на підставі титулу будови (об'єкта), проекту організації будівництва з урахуванням календарних графіків виконання робіт і порядку проведення розрахунків за виконані роботи. Сторони узгоджують план фінансування будівництва у порядку, визначеному договором.

Приймання-передача закінчених робіт (об'єкта будівництва)

Після одержання повідомлення підрядника про готовність до передачі закінчених робіт (об'єкта будівництва) замовник зобов'язаний негайно розпочати їх приймання. Фінансування витрат на організацію приймання закінчених робіт (об'єкта будівництва) покладається на замовника, якщо інше не встановлено договором підряду, за винятком додаткових витрат, що виникли з вини підрядника.

Передача виконаних робіт (об'єкта будівництва) підрядником і приймання їх замовником оформлюється актом про виконані роботи.

Проведення розрахунків за виконані роботи

Оплата за виконані роботи проводиться у порядку, визначеному договором підряду.

Договором підряду може бути передбачено, що оплата виконаних робіт проводиться після прийняття замовником закінчених робіт (об'єкта будівництва) або поетапно проміжними платежами в міру виконання робіт. У договорі підряду сторони можуть передбачати надання замовником авансу з визначенням порядку його використання. Розрахунки за виконані роботи проводяться на підставі документів про обсяги виконаних робіт та їх вартість. Документи про виконані роботи та їх вартість складаються і підписуються підрядником та передаються замовнику. Замовник перевіряє ці документи і в разі відсутності зауважень підписує їх. Після підписання документів замовник зобов'язаний оплатити виконані роботи.

Гарантійні строки якості закінчених робіт (експлуатації об'єкта будівництва) та порядок усунення виявлених недоліків (дефектів)

Підрядник гарантує якість закінчених робіт і змонтованих конструкцій, досягнення показників, визначених у проєктній документації, та можливість їх експлуатації протягом гарантійного строку.

Гарантійні строки якості закінчених робіт, експлуатації змонтованих конструкцій встановлюються у договорі підряду з урахуванням вимог до цих робіт і конструкцій, визначених у проєктній документації (далі – гарантійний строк якості).

Гарантійний строк експлуатації об'єкта будівництва становить десять років від дня його прийняття замовником, якщо більший гарантійний строк не встановлений договором підряду або законом (далі – гарантійний строк експлуатації).

Початком гарантійних строків вважається день підписання акта про приймання-передачу закінчених робіт (об'єкта будівництва).

Відповідальність сторін за порушення зобов'язань за договором підряду та порядок урегулювання спорів. Порушення зобов'язань за договором підряду є підставою для застосування господарських санкцій, передбачених Господарським кодексом України, іншими законами або договором підряду.

Застосування господарських санкцій до сторони, яка порушила зобов'язання за договором підряду, не звільняє її від виконання зобов'язань, крім випадків, коли інше передбачено законом або договором підряду, чи управнена сторона відмовилася від прийняття виконання зобов'язань. У разі порушення зобов'язань за договором підряду можуть настати такі правові наслідки:

- припинення виконання зобов'язань за договором підряду внаслідок односторонньої відмови від нього, якщо це встановлено договором підряду або законом, чи розірвання договору підряду;
- зміна умов договору підряду;
- сплата неустойки;
- відшкодування збитків та моральної шкоди.

Якщо договором підряду за невиконання зобов'язань встановлено розмір неустойки, вона підлягає стягненню у повному розмірі незалежно від відшкодування збитків.

Сторони зобов'язані докладати зусиль до вирішення конфліктних ситуацій шляхом переговорів, пошуку взаємоприйнятних рішень. Для усунення розбіжностей, за якими не досягнуто згоди, сторони можуть залучати професійних експертів.

Внесення змін у договір підряду та його розірвання

Внесення змін у договір підряду чи його розірвання допускається тільки за згодою сторін, якщо інше не встановлено договором підряду або законом. У разі відсутності такої згоди заінтересована сторона має право звернутися до суду. Внесення змін у договір підряду оформлюється додатковою угодою, про що робиться застереження у договорі підряду. Сторона договору підряду, яка вважає за необхідне внести зміни у договір підряду чи розірвати його, повинна надіслати відповідну пропозицію другій стороні. У разі коли сторони не досягли згоди заінтересована сторона може звернутися до суду.

Контрольні питання:

1. Договірна документація, договір підряду на будівельно-монтажні роботи.
2. Основні умови складання договору підряду.
3. Предмет договору підряду.
4. Договірна ціна договору підряду.
5. Права та обов'язки сторін договору підряду.
6. Гарантійні строки якості закінчених робіт, відповідальність сторін, внесення змін у договір підряду та його розірвання.
7. Фінансування робіт, порядок розрахунків за виконані роботи.
8. Приймання-передача закінчених робіт за договором підряду.
9. Договір підряду з фізичною особою.
10. Трудова угода з фізичною особою.

Література

1. Постанова КМУ від 1 серпня 2005 р. N 668 Київ Про затвердження Загальних умов укладення та виконання договорів підряду в капітальному будівництві.

2. ДСТУ-Н Б А.3.1-33:2015 «Настанова щодо складання (підготовки) договорів підряду на виконання проектно-вишукувальних та будівельних робіт».

3. Кодекс законів про працю України № 630-VIII від 16.07.2015, ВВР, 2015, № 39, ст.375

Розділ 3

УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ В БУДІВНИЦТВІ

У розділі систематизовано знання у сфері управління проектами, наведені основні принципи і методи, інструменти проєктування та приділена увага питанням планування, організації, контролю і координації в рамках виконання проєктів.

Структура розділу відповідає змісту навчальної програми дисципліни «Управління проєктами», що є обов'язковою для підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня освіти зі спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Її вивчення має на меті формування належних теоретичних знань, практичних вмінь та навичок застосування інструментарію створення та реалізації проєктів підприємствами будівельної галузі та спрямоване на якісну підготовку фахівців у сфері будівництва.

Структурою курсу передбачено 2 залікових модулі, їм відповідають 2 змістових модулі, які охоплюють 12 тем (по 6 тем у кожному модулі), викладені нижче. Список рекомендованих джерел інформації узагальнено для усіх тем і наведено в тексті матеріалів курсу після останньої теми.

Тема 3.1. Передумови формування, методологія та основні поняття проєктної діяльності

3.1.1. Поняття та сутність проєкту

Вітчизняна практика проєктування, як правило, відносила до проєктів науково-дослідницьку, проєктно-конструкторську та архітектурно-будівельну діяльність, оскільки під проєктом розумілася сукупність документів, розрахунків, креслень, необхідних для створення будь-яких виробів чи споруд. Сучасне тлумачення проєкту є значно ширшим.

Термін «проєкт» походить від латинського слова «projectum», яке утворилося із слів «pro» і «jacere» і означає «закинутий вперед».

Загалом існує безліч визначень поняття «проєкт». Наведемо кілька з них.

1. Тлумачний словник Вебстера: "Проєкт (від лат. projectus – кинутий вперед; англ. – project) – це будь-що, що замислюється чи планується, велике підприємство".

2. Звід знань з управління проєктами, Project Management Institute, США: "Проєкт – певне підприємство із встановленими цілями, досягнення яких визначає завершення проєкту".

3. Англійська асоціація проєкт-менеджерів: "Проєкт – це окреме підприємство з визначеними цілями, що часто включають вимоги щодо часу, вартості та якості результатів, які повинні бути досягнуті".

4. DIN 69901, Німеччина: "Проєкт – це підприємство (намір), яке в значному ступені характеризується неповторністю умов та інших обмежень; розмежування від інших намірів; специфічна для проєкту організація його реалізації".

5. Світовий Банк у власному "Оперативному керівництві" № 2.20: "Проєкт – комплекс взаємозв'язаних заходів, спрямованих на досягнення у проміжку визначеного періоду часу і при встановленому бюджеті поставлених завдань з чітко визначеними цілями...".

6. Згідно ДСТУ ISO 10006:2005 (ISO 10006:2003, IDT) «Національний стандарт України. Системи управління якістю. Настанови щодо управління якістю в проєктах», проєкт – це єдиний процес, який складається із сукупності скоординованих та контрольованих видів робіт з датами початку та закінчення, виконуваний задля досягнення цілі, що відповідає конкретним вимогам, і містить обмеження щодо строку, вартості та ресурсів.

Найважливішими складовими тлумачення проєкту є чітка орієнтація на результативність заходів, необхідність їх досягнення у визначений проміжок часу в умовах обмеженості ресурсного забезпечення.

Тому надалі під проєктом ми будемо розуміти сукупність цілеспрямованих, послідовно орієнтованих у часі, одноразових, комплексних і нерегулярно повторюваних дій (заходів або робіт), орієнтованих на досягнення кінцевого результату в умовах обмеженості ресурсів і заданості термінів їх початку і завершення.

Необхідно відрізнити поняття «проєкт», «план», «програма», які іноді неправомірно ототожнюють.

План – це фіксація системи цілей, задач і засобів, які передбачають спрямовану зміну ситуації при передбаченому стані середовища.

Програма – це запланований комплекс економічно-соціальних, науково-дослідницьких заходів, спрямованих на досягнення генеральних цілей або реалізацію певного напрямку розвитку. Програма — це сукупність взаємопов'язаних проєктів (які виконувались у минулому, тих, які виконуються сьогодні та запланованих. Виконання окремого проєкту в складі програми може не давати відчутного результату, у той час як здійснення всієї програми забезпечує максимальну ефективність.

Існує два типи програм:

- перший – програма операційного типу, в якій концепція із самого початку є деякою мірою загальною для всіх заінтересованих сторін,

- другий – програма створення або програма перетворення, в якій поєднання проєктів, що формують програму, зустрічається вперше, або в

організації недостатньо досвіду реалізації подібної програми, а її концепція виникла через надзвичайні обставини.

3.1.2. Ознаки проєктів

Для успішного здійснення проєкту необхідно виділити його певні ознаки, які дадуть змогу менеджерам побачити об'єкти правління та використати необхідний інструментарій для його реалізації. До основних ознак проєкту належать такі:

1. Цільова спрямованість. Проєкт завжди спрямований на досягнення конкретної мети, задоволення певної потреби. В процесі розробки концепції (формуванні ідеї) проєкту окреслюється його головна і проміжні (ієрархічні) цілі. Таке спрямування передбачає бажаний вимірний результат, якого можна досягнути за визначений строк. Цілі проєкту мають бути чітко сформульованими, вимірюваними, обмеження – заданими, а встановлені вимоги – здійснюваними.

2. Координоване виконання пов'язаних між собою дій. Сама сутність проєктів визначає складність їхнього втілення в життя. Проєкти потребують виконання численних завдань, жорстко або гнучко взаємопов'язаних: деякі проміжні завдання не можуть реалізовуватися, доки не завершені інші завдання; інші завдання мають виконуватися паралельно і т. п. Якщо порушується синхронізація виконання різних завдань, весь проєкт може опинитися під загрозою невиконання.

3. Кількісна вимірюваність. Це означає, що всі витрати і вигоди від проєкту мають бути визначені кількісно, оскільки аналітик дає оцінку проєкту, спираючись на цифри.

4. Часові рамки проєкту. Проєкти виконуються протягом певного проміжку часу та мають більш-менш чітко окреслені початок і закінчення. Проєкт вважається завершеним, коли досягнуті його основні цілі. Під час виконання проєкту значні зусилля спрямовані саме на те, щоб його було завершено у намічений термін. У цьому допомагають графіки, де зазначається час початку і закінчення робіт, які передбачаються проєктом.

5. Унікальність проєкту. Кожен проєкт є неповторним завдяки унікальності мети. Водночас рівень унікальності може значно коливатися залежно від особливостей проєкту.

Аналізуючи проєкт, можна також виокремити такі додаткові ознаки проєкту: ресурсні обмеження; комплексність; необхідність правового й організаційного забезпечення та ін.

3.1.3. Міжнародні організації, що займаються стандартизацією проєктної діяльності

Розглянемо найвідоміші міжнародні асоціації та організації, що займаються стандартизацією проєктної діяльності. До них належать:

Інститут управління проектами (Project Management Institute, PMI) — неприбуткова організація, що об'єднує понад 290 тис. членів. Найбільшим здобутком цієї організації є розроблення сертифікації спеціалістів в галузі управління проектами на основі «Керівництва до Зводу знань з управління проектами» (PMBOK Guide), що пізніше був визнаний національним стандартом США. З січня 2013 р. набула чинності п'ята версія стандарту PMBOK 2012.

Міжнародна асоціація з управління проектами (International Project Management Association, IPMA) — неприбуткова професійна асоціація, що об'єднує понад 50 національних асоціацій. Серед них Українська асоціація управління проектами «УКРНЕТ», яка приєдналась до міжнародної спільноти в 1993 р. і є національним відділенням IPMA, а з 1997 р. співпрацює з Інститутом управління проектами (PMI).

Асоціація з управління проектами (Association for Project Management, APM) — незалежна національна організація Великобританії у сфері управління проектами, яка була створена в 1972 р. Ця асоціація займається розробленням стандартів оцінювання компетенції менеджерів для управління програмами та портфелями (The APM Body of Knowledge).

Асоціація з управління проектами Японії (Project Management Association of Japan, PMAJ) — неурядова організація, яка покликана створити унікальний японський підхід до управління проектами. У межах цієї асоціації було створено комітет з інноваційного розвитку, який в подальшому розробив стандарт проєктної діяльності під назвою «Керівництво з управління проектами та програмами для впровадження інновацій на підприємствах» (P2M).

Міжнародне об'єднання з розробки стандартів управління проектами (Global Alliance for Project Performance Standards, GAPPS) — неприбуткова організація, що об'єднує волонтерів з метою розроблення кваліфікаційних стандартів для проєкт-менеджерів. Шляхом публічного обговорення ця організація створила і вдосконалила низку стандартів. Найвідомішим є «Стандарт оцінювання практичної компетенції менеджерів програм» (Framework for Performance Based Competency Standards for Program Managers).

Міждержавна рада зі стандартизації, метрології та сертифікації (МДР) Співдружності Незалежних Держав (СНД) є міжурядовим органом СНД з формування і проведення узгодженої політики зі стандартизації, метрології та сертифікації. МДР визнана Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) регіональною організацією зі стандартизації як Євразійська рада зі стандартизації, метрології та сертифікації (EASC), членами якою є національні органи зі стандартизації держав, що входять в СНД, і можуть стати національними органами зі стандартизації інших країн у разі приєднання до Угоди про проведення узгодженої політики в галузі

стандартизації, метрології, сертифікації. МДР розробляє і приймає міждержавні стандарти ГОСТ.

Міжнародна організація з стандартизації (International Standartization Organization, ISO) — найвідоміша та найавторитетніша міжнародна організація з розроблення стандартів, яка була створена в 1947 р. У ній розроблено близько 20 тисяч стандартів, які лягли в основу десятків тисяч національних нормативних документів багатьох країн. Знаковою подією у 2012 р. для розвитку проектної діяльності стало створення стандарту ISO 21500:2012 «Керівництво з управління проектами» (Guidance on project management). У США та в країнах ЄС цей стандарт вважається досконалішим за усі попередні стандарти, які використовували в цих країнах.

Потрібно зазначити, що в основу стандарту ISO 21500:2012 покладено ядро стандарту РМВОК. Проте перший не є точною копією останнього. Навпаки він містить кращі ідеї та досягнення проектної практики, що дають змогу скоротити і залишити лише насправді робочі ідеї та процеси без надмірного їх ускладнення.

3.1.4. Класифікація проєктів

Як свідчить багаторічний досвід, проєкти є досить різноманітними залежно від масштабу їхньої реалізації, поставлених цілей, сфери застосування і очікуваних результатів, тому їх можна класифікувати наступним чином:

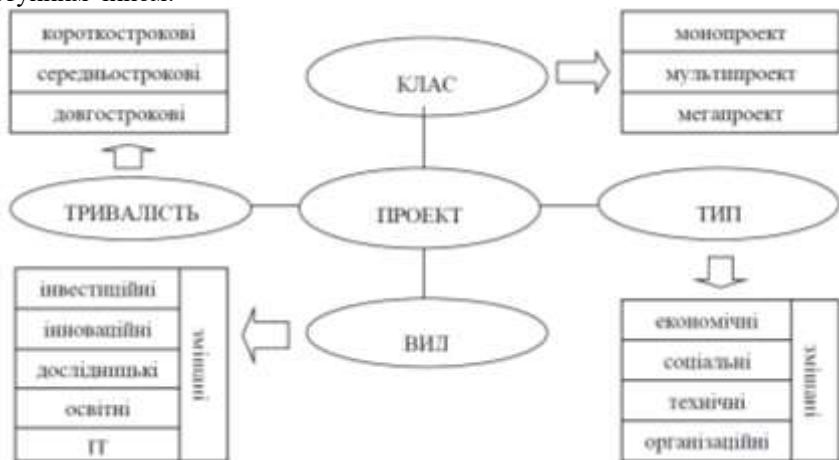


Рисунок 3.1.1 – Класифікація проєктів

Різнноманітні проєкти можна класифікувати за різними критеріями.

1. За класом (складом і структурою самого проєкту та його предметної галузі):

- монопроект – окремий проект різних типів, видів та масштабів;
- мультипроект – комплексний проект, що складається з ряду монопроектів і потребує застосування багатопроєктного управління;
- мегапроект – цільові програми розвитку регіонів, галузей та інших утворень, які включають до свого складу ряд моно- і мультипроектів.

2. За типом, (основними сферами діяльності, в яких здійснюється проект) – технічні, організаційні, економічні, соціальні, змішані.

Технічні проекти – проекти, спрямовані на випуск та продаж нових продуктів і пов'язані, як правило, з будівництвом споруд, удосконаленням технологій, розширенням присутності на ринку тощо.

Організаційні проекти (реформування підприємства, реалізація концепції нової системи управління, створення нової організації чи проведення міжнародного форуму).

Економічні проекти (приватизація підприємства, створення аудиторської системи, введення нової системи податків).

Соціальні проекти (реформування системи соціального забезпечення, охорони здоров'я, соціальний захист незабезпечених верств населення, подолання наслідків стихійних лих і соціальних потрясінь).

Соціальні проекти найбільш невизначені.

Змішані проекти – проекти, які поєднують декілька вище перерахованих типів проекту.

3. За видом (характером предметної галузі проекту) – інвестиційні, інноваційні, дослідження і розвитку, освітні, комбіновані.

До інвестиційних, як правило, належать проекти, головною метою яких є створення чи реновація основних фондів, що вимагає вкладення інвестицій. Будівництво нового підприємства, реконструкція виробництва чи спорудження греблі – це проекти, до яких визначаються та фіксуються: мета (обсяг виробництва продукції, розміри греблі), тривалість та строк завершення будівництва, витрати на проект. Потрібні ресурси та фактична вартість проекту залежатимуть передусім від ходу виконання робіт та просування кожного проекту. Для цього виду проектів необхідні потужності мають надаватися відповідно до графіка і строку готовності на кожному етапі, аж до завершення проекту.

До інноваційних належать проекти, головна мета яких полягає в розробці й застосуванні нових технологій, ноу-хау та інших нововведень, що забезпечують розвиток систем.

Проекти дослідження і розвитку. Розробка нового продукту, дослідження у галузі будівельних конструкцій чи розробка нової інформаційно-керівної системи.

Менш поширені, проте теж застосовуються освітні та комбіновані типи проектів.

4. За тривалістю (періодом здійснення проєкту) – короткострокові (до 3 років), середньострокові (від 3 до 5 років), довгострокові (понад 5 років).

5. За масштабом (розмірами самого проєкту, кількістю учасників та ступенем впливу на навколишнє середовище) – дрібні, середні, великі, дуже великі.

Такий поділ проєктів дуже умовний. Масштаби проєктів можна розглядати й у більш конкретних формах – міждержавні, міжнародні, національні, міжрегіональні та регіональні, міжгалузеві та галузеві, корпоративні, відомчі, проєкти одного підприємства тощо.

6. За складністю (ступенем складності) – прості, складні та дуже складні.

Критерії складності визначають характер і новизну завдань, які необхідно вирішити, ступінь ретельності підготовки та розробки всіх аспектів аналізу проєктів, вимоги до рівня професіоналізму та досвіду управлінської команди. Мега- та мультипроєкти належать до складних чи дуже складних проєктів.

Відповідно до класифікації й поділу проєктів на види можна виокремити деякі особливості та типові умови, що дають змогу відрізнити їх один від одного.

3.1.5. Системний підхід до проєктного менеджменту

На початку ХХ ст. Фредерік Уїнслоу Тейлор (1856 – 1915 рр.), американський інженер, основоположник наукової організації праці, здійснив низку експериментів, пов'язаних із вивченням трудових процесів і продуктивності, а одержані ним результати дослідження сприяли формуванню важливих інструментів управління проєктами.

Послідовником «батька наукового менеджменту» був американський інженер-механік і консультант з управління Генрі Гант (1861 – 1919 рр.), який зосередив свою увагу на вивченні послідовності операцій, що виконуються робітниками. Запропоновані ним аналітичні діаграми, добре відомі, як «діаграми Ганта», виявилися досить ефективним інструментом управлінського аналізу, що не втрачає своєї актуальності і сьогодні.

Поряд з цим, Анрі Файоль (1841 – 1925 рр.), основоположник «класичної» школи управління, виділив п'ять функцій менеджменту (планування, організація, керівництво, координація і контроль), які згодом стали концептуальною основою управління проєктами.

Яким би не був проєкт, він складається із задуму (проблеми), засобів його реалізації (вирішення проблеми) і цілей реалізації (результатів, рішень).

Задум – це фактично все те, з чого починається будь-який проєкт. Залежно від сутності і складності задуму результати роботи, пов'язані з

реалізацією проєкту, можуть бути: конкретними (продукція, організація, будівля чи споруда) і абстрактними (плани, знання, досвід, метод); поточними (технологія, документація, підписані контракти) і кінцевими (прибуток, продукт).

Загальний результат процесу реалізації задуму може бути визначений як система цілей, що можуть бути досягнуті у ході виконання проєкту.

Все це вказує на те, що будь-який проєкт є системою, тобто сукупністю певних елементів (об'єктів матеріального і нематеріального характеру) і зв'язків між ними, що забезпечують досягнення поставлених цілей. З точки зору системного підходу проєкт слід розглядати як процес переходу з початкового стану у кінцевий, тобто у певний результат (за участю деяких обмежень і механізмів).

При цьому основними елементами проєкту можуть бути визначені наступні: елементи входу в проєкт (потреби); елементи виходу з нього (задоволені потреби); елементи обмеження (фінансові, нормативно-правові, ресурсні, часові, організаційні, управлінські тощо); елементи забезпечення проєкту – люди, знання і досвід, інструменти і техніка, технологія.



Рисунок 3.1.2 – Елементна структура проєкту

Будь-якому проекту як системі властиві наступні особливості: складність та ієрархічність внутрішньої структури; перебування під постійним впливом об'єктивних і суб'єктивних чинників, що взаємодіють між собою; множинність цілей, які можуть не співпадати з цілями окремих елементів.

Всі ці властивості визначають необхідність використання системного підходу до управління проектами, що пов'язаний із визначенням, встановленням, регулюванням і розвитком зв'язків між головними елементами (об'єктом, суб'єктом, процесами і функціями) проекту.

3.1.6. Середовище проекту

Здійснення проекту відбувається в динамічних зовнішньому та внутрішньому середовищах. Для успішної реалізації проектів необхідно визначити і врахувати будь-яку можливу дію щодо проекту та його оточення. Відносини між проектом і середовищами не дають змоги провести чітку межу між ними. Як правило, до факторів найближчого оточення проекту належать сфери фінансів, збуту, виробництва, матеріального забезпечення, інфраструктури, а також керівництво підприємства, оскільки саме воно визначає цілі та основні вимоги щодо проекту, його реалізації та методів управління.

Проект реалізується зазвичай у конкретному середовищі, проте варто враховувати й зовнішні фактори, в яких він реалізується, зокрема такі:

- політичні (політична стабільність, підтримка проекту урядом, участь у союзах країн);
- економічні (структура національного господарства; види відповідальності та майнові права, в тому числі на землю; тарифи та податки; страхові гарантії; рівень інфляції та стабільність валюти; розвиненість банківської системи; джерела інвестицій і капітальних вкладень; ступінь свободи підприємництва й господарської самостійності; розвиненість ринкової інфраструктури; рівень цін; стан ринків збуту, інвестицій, засобів виробництва, сировини та продуктів, робочої сили та ін.);
- соціальні (умови та рівень життя; рівень освіти; свобода переміщення у межах країни і за кордон; адекватність трудового законодавства суспільним змінам; заборона страйків; охорона здоров'я та медицина; умови відпочинку; громадські організації; засоби масової інформації; ставлення місцевого населення до проекту);
- правові (права людини; права підприємництва; права власності; закони та нормативні акти про надання гарантій і пільг);
- науково-технічні (рівень розвитку фундаментальних і прикладних наук, інформаційних технологій та комп'ютеризації, промислових і

виробничих технологій; стан енергетичних і транспортних систем; зв'язок; комунікації);

- культурологічні (рівень освіченості; історія; культурні традиції; релігія; культурні потреби життєзабезпечення; праця; відпочинок; спорт; рівень вимог до якості результатів та умов праці);
- природні та екологічні (природнокліматичні умови: температура, опади, вологість, вітри, висота над рівнем моря, ландшафт і топографія; природні ресурси; розташування та зв'язок з транспортними мережами; стандарти з якості повітряного простору, водних джерел та ґрунтового покриття; санітарні вимоги до навколишнього середовища; законодавство із захисту довкілля; характеристика тенденцій та стану екологічних систем: повітря, води, ґрунту);
- інфраструктурі (засоби транспорту, зв'язку та комунікацій, перевезення вантажів; мережі ЕОМ та інформаційні системи; енергозабезпечення; комунальні служби; сировина та послуги; збутова мережа; логістика; матеріально-технічне постачання; промислова інфраструктура; обслуговуючі системи та ін.).

Внутрішнє середовище проєкту має першорядне значення для його успішної реалізації, оскільки саме внутрішні фактори сприяють чи навпаки заважають досягненню поставлених цілей проєкту. Розглянемо найбільш значущі з них:

- економічні (пов'язані з кошторисом і бюджетом проєкту, цінами, податками та тарифами, ризиком і страхуванням, стимулами, пільгами та іншими економічними факторами, що діють всередині проєкту та визначають його основні вартісні характеристики);
- соціальні (характеризуються забезпеченням стандартних умов життя для учасників проєкту, рівнем заробітної плати, наявністю комунальних послуг, наданням соціальних умов (школи, дитячі садки, медобслуговування, умови для відпочинку та ін.); умови праці і техніки безпеки, страхування та соціальне забезпечення тощо);
- стиль керівництва проєкту (визначає психологічний клімат та атмосферу в команді проєкту, впливає на її творчу активність і працездатність);
- організація проєкту (визначає співвідношення між основними учасниками проєкту, розподіл прав, відповідальності та обов'язків, а також впливає на успіх здійснення задуму. Команда проєкту є "мозковим центром", двигуном та виконавчим органом, від якого залежать його прогрес та успіх);
- методи та засоби комунікації (визначають повноту, вірогідність та оперативність обміну інформацією між зацікавленими учасниками проєкту. Це, по суті, нервова система проєкту, від ступеня досконалості якої залежить його успіх).

Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняттю «проект».
2. Назвіть ознаки, за якими проект відрізняють від інших видів діяльності.
3. Наведіть класифікацію проектів.
4. Назвіть види господарської діяльності, які можна віднести до проектно-орієнтованих.
5. Назвіть міжнародні асоціації та організації, що займаються стандартизацією проектної діяльності
6. Опишіть фактори внутрішнього середовища проекту.
7. Опишіть фактори зовнішнього середовища проекту.
8. Які переважаючі вимоги стосовно проектів існують сьогодні в Україні?
9. Що включає в себе державний механізм управління проектами?
10. Дайте загальну характеристику законодавчої бази управління проектами.

Тема 3.2. Життєвий цикл проекту

3.2.1. Поняття життєвого циклу проекту

Життєвий цикл проекту – це період часу від задуму проекту до його закінчення, який може характеризуватися моментом здійснення перших витрат за проектом (поява проекту) й отриманням останньої вигоди (ліквідація проекту). Життєвий цикл проекту є концепцією, що розглядає проект як послідовність фаз, подій та етапів, кожна з яких має свою назву та часові межі.

Реалізація проекту вимагає виконання певної кількості різноманітних заходів і робіт, які можна поділити на дві групи: **основна діяльність і діяльність із забезпечення проекту.**

До **основної діяльності** відносять аналіз проблеми, формування цілей проекту, базове та детальне проектування, виконання будівельно-монтажних і пусконаладжувальних робіт, здавання проекту, експлуатацію проекту, ремонт, обслуговування та демонтаж обладнання тощо.

Діяльність по забезпеченню проекту може бути поділена на організаційну, правову, кадрову, фінансову, матеріально-технічну, комерційну та інформаційну. Єдиного й однозначного підходу до розподілу цих робіт у логічній послідовності та у часі не існує. При визначенні кількості фаз та етапів виконання проекту визначальними є цілі й умови реалізації проекту.

Класичний підхід до управління передбачає реалізацію наступних функцій у процесі управління здійсненням проєктів:

- планування обсягу робіт;
- організація ресурсів для їх виконання в межах встановленого бюджету і строків;
- впровадження розробленої програми дій;
- контроль за виконанням плану або його коригування;
- керівництво командою залучених до виконання людей.

3.2.2. Підходи до виділення фаз життєвого циклу проєкту

Відповідно до методики, розробленої Європейською комісією, цикл проєкту поділяється на п'ять фаз:

- програмування;
- ідентифікація;
- формулювання;
- запровадження;
- оцінювання.

Світовий банк поділяє цикл проєкту на шість фаз:

- ідентифікація,
- підготовка,
- оцінка,
- переговори / схвалення,
- впровадження / підтримка,
- завершення / оцінка.

Для забезпечення ефективного досягнення цілей проєкту, тобто наперед визначених у проєктах результатів, під час їх розробки та реалізації використовують методологію управління проєктним циклом, специфічну управлінську діяльність щодо прийняття рішень упродовж життєвого циклу проєкту.

В основу проєктного циклу покладено три основні принципи:

1. Критерії та процедури прийняття рішень визначаються на кожному етапі (включаючи основні вимоги до інформації та критерії оцінки якості).

2. Зміна етапів циклу відбувається за прогресивним принципом – для успішного виконання наступного етапу необхідно закінчити попередній.

3. Програмування та ідентифікація нових проєктів відбувається на базі результатів моніторингу й оцінки як частина структурного процесу зворотного зв'язку й засвоєння інституційних уроків.

Програмою промислового розвитку ООН (UNIDO) запропоновано своє бачення проекту як циклу, що складається з трьох окремих фаз – доінвестиційної, інвестиційної та експлуатаційної.

3.2.3. Доінвестиційна фаза проекту

Доінвестиційна фаза об'єднує вивчення прогнозів і напрямків розвитку фірми, регіону, країни; аналіз умов для втілення початкового задуму; розробку концепції проекту; розробку бізнес-плану та попереднє обґрунтування інвестицій — оцінку життєздатності проекту; вибір і обґрунтування місця розміщення проекту; екологічне обґрунтування; аналіз і експертизу; попереднє інвестиційне рішення; розробку попереднього плану реалізації проекту. Розглянемо детальніше окремі етапи доінвестиційної фази.

Розробка концепції проекту. На цьому етапі визначають кінцеві цілі проекту й виявляють шляхи їх досягнення. При цьому передбачають можливість альтернативних наборів цілей, які б поряд з економічними враховували також політичні, соціальні й технічні чинники. Важлива вимога до визначення цілей проекту — можливість їх кількісної оцінки за обсягами, термінами, прибутками тощо.

Оцінка життєздатності проекту передбачає стисле (попереднє) ТЕО. Розглядають дві-три альтернативи, розроблені на попередньому етапі. Кожну з них оцінюють за добрими критеріями. На цьому етапі встановлюють граничні умови, формують конкретні цілі й обмеження, а також визначають вартість проекту з точністю 25-40 %. Результатом такої оцінки життєздатності проекту є обґрунтування переваги однієї альтернативи перед іншим. Після ухвалення рішення про початок робіт, пов'язаних з проектом, розглядають питання про управління роботами з його реалізації.

Попереднє планування реалізації проекту. Після визначення життєздатності проекту і прийняття рішення про початок його здійснення складають план робіт, тобто структурно визначену послідовність етапів робіт, які виконують до досягнення вже визначеного комплексу цілей (хто й що має робити і в які терміни). На основі плану робіт складають докладний, календарний графік робіт, що дає змогу точніше оцінити вартість проекту.

Дослідження можна проводити у трьох напрямках:

1. Дослідження регіонів (виявлення можливостей у певному регіоні).
2. Виробничі дослідження (виявлення можливостей певної галузі промисловості).
3. Дослідження природних ресурсів, сільськогосподарської або промислової продукції (виявлення можливостей, що ґрунтуються на використанні згаданого).

Мета здійснення таких досліджень – швидко і без значних витрат оцінити найважливіші моменти інвестиційних можливостей.

На етапі **ідентифікації** провадиться вибір цілей проекту, визначаються завдання, які забезпечують виконання найважливіших планів. На цій стадії складається перелік усіх можливих ідей, здатних забезпечити виконання цілей економічного розвитку. Оскільки загальною метою будь-якого проекту є отримання додаткових вигід, відбір проектів здійснюється шляхом зіставлення можливих результатів від реалізації різних проектів.

Під час відбору ідей проекту аналітики стикаються, з одного боку, з необхідністю скорочення кількості ідей, що розглядаються, та, з іншого боку, з потребою детального підходу до відібраних ідей для ретельнішого вивчення цих варіантів і відбору найпривабливішого. Відповідальність, покладена на аналітика в процесі вибору проекту, потребує переконливої мотивації вибору або відхилення будь-якого варіанта проекту.

Під час відбору ідей проектів кількість варіантів, які заслуговують детального вивчення, скорочується до двох-трьох, що дає змогу швидко й без великих затрат оцінити найважливіші моменти інвестиційних можливостей проекту на макро- і мікрорівнях.

Стадія підготовки проекту проходить в два етапи: попереднє оцінювання та додаткові дослідження.

Ідея проекту має бути детально розроблена на стадії ретельного дослідження. Тобто перед тим, як вкладати великі кошти в детальну розробку проекту, треба оцінити його ідею за допомогою попереднього аналізу, в результаті якого формулюються основні положення:

- розглядаються всі можливі альтернативи проекту;
- проект може бути спрямований на детальну розробку;
- всі аспекти проекту мають важливе значення з погляду його здійснюваності, та є потреба глибокого вивчення за допомогою функціональних досліджень;
- ідея проекту на підставі наявної інформації може бути визначена як нежиттєздатна чи недостатньо приваблива;
- екологічна ситуація на ділянці запланованого будівництва і потенційний вплив на неї передбаченого виробничого процесу відповідають національним стандартам.

Мета підготовки проекту – ранжування і відбір варіантів проекту, які потрібно передати для детальної розробки та його становлення. Це може відбуватися, якщо:

- визначено основні та альтернативні варіанти проекту, ідентифіковані основні організаційні й політичні проблеми та віднайдені можливості їх вирішення;
- є результати приблизної оцінки очікуваних витрат і доходів;
- є підтримка з боку політичної влади, яка сподівається отримати вигоду

від проєкту;

- є підстава й упевненість, що проєкт матиме надійне фінансування з внутрішніх джерел.

Підготовка проєкту дає інформацію щодо таких напрямів дослідження, як:

- стратегія та межі проєкту;
- ринок продукту проєкту і концепція маркетингу;
- місцезнаходження, ділянка та довкілля;
- сировина, основні й допоміжні виробничі матеріали;
- проєктування і технологія;
- організаційні та накладні витрати;
- трудові ресурси, зокрема управлінські кадри, витрати на оплату робочої сили, потреби в професійному навчанні та витрати на нього;
- графік здійснення проєкту і складання бюджету.

Інколи добре виконані дослідження щодо підготовки проєкту можуть бути достатнім його обґрунтуванням, проте якщо економічна сторона проєкту викликає сумніви, слід неодмінно провести додаткові дослідження за проєктом.

На **стадії розробки та експертизи** готується інформація, необхідна для прийняття рішення про інвестування. Оскільки підготовка проєкту – процес, що передбачає повернення до вже опрацьованих етапів, уточнення раніше сформульованих ідей, варто вибрати найраціональніший варіант проєкту шляхом зіставлення відібраних альтернатив за їх відносною вартістю й дохідністю та аналізувати з різним ступенем деталізації технічні, екологічні, фінансові, соціальні та організаційні аспекти проєкту.

На **доінвестийній фазі** визначаються здійснюваність або достатня обґрунтованість проєкту в цілому та за його окремими параметрами:

- технічна здійснюваність,
- вплив на довкілля,
- ринкова ефективність,
- інституційна прийнятність,
- соціальні аспекти,
- фінансова та економічна цінність.

Усі ці дослідження виконуються з максимальною точністю шляхом добору оптимальних характеристик, з урахуванням зворотних і взаємних зв'язків, включаючи визначення всіх факторів ризику й невизначеності. Так, найбільш прийнятний пакет технічних рішень залежатиме від попиту на продукцію здійснюваного проєкту, адміністративних можливостей організації, яка реалізує проєкт, а також від культурних традицій і соціальної поведінки кінцевих виробників або споживачів. Аналіз здійснюється за такими аспектами:

- комерційним, або маркетинговим;
- технічним;

- інституційним;
- екологічним;
- соціальним;
- фінансовим;
- економічним.

Мета цієї фази – дати детальну оцінку наявних проєктів, вибрати найефективніший, виробити пропозиції щодо фінансування.

Під експертизою проєкту розуміють його оцінку зацікавленими або незалежними організаціями за формальними та неформальними критеріями. Завданням експертизи є перевірка раціональності проєкту, визначення доцільності його реалізації. Саме на цій стадії приймається остаточне рішення про прийняття або відхилення проєкту. Зазвичай, експертизу виконують за окремими складовими.

Комерційна експертиза провадиться для оцінки прийнятності, доступності та цінової привабливості залучених до проєкту ресурсів, ринкових тенденцій і перспектив продукції, яка виробляється, а також цінової політики на товар, що випускається. Особливу увагу експерти приділяють оцінці заходів щодо придбання сировини і матеріалів, а також продажу продукції проєкту.

Технічна експертиза насамперед має визначити переваги технічних пропозицій, їх адекватність можливостям місцевих умов і витратам. Технічній експертизі підлягають масштаб проєкту, місце його розташування, доступність залучених сировинних матеріалів та обладнання, рівень розвитку виробничої і соціальної інфраструктури, величина витрат і система їх регулювання.

Екологічна експертиза провадиться з метою визначення впливу проєкту на екосистему, а також оцінки наслідків негативного впливу проєкту на повітряний та водний басейни та ступінь екологічного ризику, пов'язаного з його реалізацією.

Інституційна експертиза, тобто оцінка адміністративно-управлінських аспектів здійснення проєкту, виконується з метою визначення можливості реалізації проєкту в заданому політичному, економічному та правовому середовищах, а також для встановлення організаційних умов задля успішного досягнення поставлених проєктних цілей.

Фінансова експертиза передбачає оцінку фінансової спроможності об'єкта, що здійснює реалізацію проєкту, обґрунтованість фінансових прогнозів, здатність своєчасного покриття платежів за позичками, фінансових наслідків проєкту для інвесторів, замовників і підприємства, що реалізують проєкт.

Соціальна експертиза дає можливість визначити масштаби впливу проєкту на соціальне середовище, вигоди, які отримують мешканці регіону

від його реалізації, а також можливий негативний вплив проекту на населення.

Економічна експертиза покликана оцінити проект з позиції національних інтересів, суспільства в цілому, а також відповісти на запитання, чи доцільне використання проектом національних ресурсів, чи існують адекватні стимули для різних учасників проекту, що сприяє національному розвитку.

На **етапі детального проектування** проводиться розробка функціональної схеми і фізичного плану промислового підприємства, необхідних для випуску конкретної продукції, а також визначаються обсяги відповідних інвестиційних витрат та витрат, що виникають на етапі експлуатації.

На цій стадії здійснюються основні проектно-конструкторські роботи, які включають ретельне компонування будівельних об'єктів, обладнання і виробничих процесів, а також потоків матеріалів і зв'язків між різними етапами виробництва. Ця стадія включає:

- будівельне проектування;
- календарне планування будівельних робіт;
- календарний план фінансування;
- підготовку будівельної документації.

Склад і зміст проектно-кошторисної документації на будівництво споруд розробляється відповідно до державних стандартів та уточняється замовниками й проектувальниками.

3.2.4. Інвестиційна фаза проекту

Інвестиційна фаза охоплює роботи, які можна об'єднати у такі стадії:

- підготовка і проведення тендерів;
- інженерно-технічне проектування;
- будівництво;
- виробничий маркетинг;
- навчання персоналу.

Інвестиційна фаза містить чотири великих блоки робіт: розробку проектної документації та підготовку проекту до матеріалізації (будівництва); проведення торгів, укладення контрактів, організацію закупівель і поставок; матеріалізацію проекту (будівельно-монтажні роботи); завершення проекту.

До першого блоку належать розробка плану проектно-дослідних робіт; підготовка завдання на розробку ТЕО; розробка ТЕО; узгодження, експертиза й затвердження ТЕО та завдання на проектування; прийняття остаточного рішення про інвестування; відведення землі під будівництво; підготовка завдання на розробку проекту виконання робіт; розробка плану реалізації проекту.

До другого блоку належать проведення тендерів і укладення контрактів на проектно-дослідні роботи; постачання устаткування і підрядні роботи; розробка планів (графіків) постачання устаткування.

Третій блок передбачає розробку оперативних планів матеріалізації проекту (будівництва); складання різноманітних графіків використання робочої сили, машин і устаткування; постачання ресурсів і матеріалів; матеріалізацію проекту (виконання будівельно-монтажних робіт); моніторинг і контроль.

До четвертого блоку належать пуско-налагоджувальні роботи; здача об'єкта замовнику; демобілізація ресурсів і аналіз результатів реалізації проекту; експлуатація; ремонт і розвиток виробництва; закриття проекту (демонтаж, ліквідація).

3.2.5. Експлуатаційна фаза проекту

Основними стадіями **експлуатаційної** фази є:

- здавання в експлуатацію (є граничною між інвестиційною та експлуатаційною фазами, тому може перебувати і в одній, і в іншій);
- виробнича експлуатація;
- заміна та оновлення;
- розширення та інновації;
- заключна оцінка проекту.

Здача в експлуатацію і запуск підприємства – це, як правило, стислий за часом, але технічно важливий період здійснення проекту. Він пов'язує інвестиційну фазу з експлуатаційною.

Здача проекту в експлуатацію охоплює такі види робіт:

- передексплуатаційні перевірки;
- пробні запуски;
- експлуатаційні випробування;
- прийняття проекту.

Для здачі в експлуатацію необхідна поставка ресурсів, матеріалів та робочої сили на будівельну ділянку. Ефективний і збалансований розподіл у часі цих поставок потребує складання графіка здійснення цього процесу.

Експлуатаційну фазу слід розглядати з погляду як коротко- так і довгострокових засад. Перші стосуються початку виробництва, коли можуть виникати проблеми щодо застосування технології, роботи устаткування або недостатньої продуктивності праці через нестачу кваліфікованого персоналу. Більшість таких проблем формуються ще у фазі здійснення проекту.

Довгостроковий підхід стосується обраної стратегії та загальних витрат на виробництво й маркетинг, а також надходжень від продажу.

Виробнича експлуатація фактично визначає, наскільки результати проекту відповідають поставленим цілям. Функціонування підприємства у виробничому режимі потребує дотримання контролю за структурою

витрат, раціоналізації поточних виробничих і маркетингових витрат, що дає змогу досягти рентабельної роботи, реалізувати фінансову спроможність проекту та у підсумку отримати плановий прибуток від інвестицій.

Стадія заміни та оновлення відіграє значну роль під час реалізації великомасштабних проектів, які мають важливе значення як для окремих підприємств, так і для галузей промисловості, регіонів і країни в цілому. Оскільки процес підготовки та інвестування для таких проектів може тривати не один рік, у момент експлуатації виникає необхідність оновлення процесу, технічної і технологічної перевірок, інвестування або вилучення капіталовкладень, додаткового навчання, введення попереджувального технічного обслуговування та контролю якості, поліпшення фінансового та організаційного управління.

Розширення та інновації як складові експлуатаційної фази можливі у випадку необхідного збільшення кількості основної та додаткової продукції, без змін номенклатури, виробничої програми шляхом додавання нової однотипної продукції тощо. Таке розширення можливе за способів:

- удосконалення технології;
- збільшення потужності виробництва;
- введення нового змінного графіка роботи;
- підвищення виробничої потужності найслабших ланок виробничого ланцюга.

Впровадження нової продукції може привести до установки нових виробничих ліній усередині підприємства або, залежно від масштабу виробництва, – до будівництва нових цехів на окремій ділянці. Проте таке розширення вже варто розглядати як новий проект.

Заклучна оцінка проекту провадиться після реалізації проекту і фактично є ретроспективним аналізом усіх виконаних за проектом робіт. Оцінка проекту, з одного боку, дає можливість установити фактори успіху або причини провалу проекту (буде інформаційною базою для розробки наступних проектних рішень), з іншого боку, визначити, наскільки ефективно використано ресурси для досягнення поставлених проектних цілей (є основою звіту про витрати коштів для інвесторів та інших учасників проекту).

Контрольні питання:

1. Наведіть класифікацію видів діяльності за проектом
2. Що слід відносити до основної діяльності за проектом?
3. Визначте сутність життєвого циклу проекту.
4. Назвіть основні його фази та етапи.
5. Дайте характеристику фазам життєвого циклу проекту.
6. Поясніть різницю між життєвим циклом проекту та життєвим циклом продукту.

7. У чому полягає сутність аналізу альтернативних варіантів проекту?

8. Які підходи використовують у практиці проектного аналізу?

9. Назвіть причини відхилення варіантів проекту від плану.

10. Чого потребує комерційна експертиза проекту?

11. Чого потребує технічна експертиза проекту?

12. Чого потребує екологічна експертиза проекту?

13. Чого потребує соціальна експертиза проекту?

14. Чого потребує інституційна експертиза проекту?

15. Чого потребує фінансова експертиза проекту?

Тема 3.3. Функції та суть проектного управління

3.3.1. Поняття та суть управління проектами

Суть проектного менеджменту полягає в управлінні цілями проекту, що дозволить швидко реагувати на зовнішні і внутрішні зміни, заощаджувати час і гроші. Під постійною увагою керівника проекту знаходяться три моменти: час, бюджет і якість робіт.

Проектна тріада - (час, бюджет і зміст робіт, виділяють ще в деяких джерелах якості) є основними обмеженнями, що накладаються на проект.

Наведемо декілька найбільш відомих формулювань поняття «Управління проектом (УП)» (Project Management).

1. Інститут управління проектами США (Project Management Institute), США дає таке визначення:

"УП – мистецтво керування і координації людських і матеріальних ресурсів упродовж життєвого циклу проекту шляхом застосування системи сучасних методів і техніки управління для досягнення визначених у проекті результатів за складом і обсягом робіт, вартістю, якістю і задоволенням потреб учасників проекту".

2. Англійська асоціація проект-менеджерів: "УП – це управлінське завдання із завершення проекту вчасно, у межах встановленого бюджету, відповідно до технічних специфікацій та вимог. Менеджер проекту є відповідальним за досягнення цих результатів".

3. DIN 69 901, Німеччина: "УП – це єдність управлінських завдань, організації, техніки та засобів для реалізації проекту".

Управління проектом — це процес управління командою і ресурсами проекту за допомогою специфічних методів, завдяки яким проект завершується успішно і досягає своєї мети.

Застосування УП є дійсно необхідним і залежить від таких основних факторів, як:

- масштаби проекту, обсяг робіт, їх вартість;
- складність проекту;
- кількість і взаємозв'язки внутрішніх і зовнішніх учасників проекту;
- вірогідність змін як у самому проекті, так і в його структурі, умовах,

- оточенні та у необхідності швидкого реагування на них;
- наявність конкурентів;
- переконаність вищого керівництва у необхідності спеціальної організаційної структури і особи, яка відповідатиме за загальну роботу над проектом.

Будь-який найменший проект потребує застосування методології УП і визначення відповідального за проект. Застосування різних методів УП без спеціальних технічних та інформаційно-програмних засобів можливе для малих і середніх монопроектів. Окремі засоби можуть успішно застосовуватися для середніх і великих мультипроектів, без створення спеціальної організації проекту. А повний арсенал УП, включаючи команду проекту, варто застосовувати до великих, складних і престижних мегапроектів, коли ціна успіху проекту велика, а витрати на УП будуть цілком виправдані.

Зміст роботи з УП складається з об'єктів і процесів для створення цих об'єктів. Предметна область проекту декомпонується у його структурній моделі за декількома рівнями на часткові об'єкти і процеси. І оскільки цілі проекту можуть змінюватися в ході його реалізації і виявлені помилки повинні бути виправлені, необхідне систематичне управління змінами, щоб планувати зміни, контролювати їх проведення і вплив на строки, витрати та інші характеристики проекту.

Крім декомпозиції проекту потрібно визначити роботи і процеси, які необхідно виконати для досягнення результатів проекту і встановити їх послідовність.

Методи управління проектами передбачають створення для цих цілей спеціальної організаційної структури – Project-Driven Organization, що перекладається як "організація ведення проекту".

Для управління проектом створюється єдина група на чолі з керівником проекту. До групи входять уповноважені представники всіх учасників проекту для реалізації функцій згідно з прийнятим розподілом зон відповідальності. У середині кожної фірми-учасниці може створюватися своя група контролю за ходом проекту (особливо часто у випадках, коли фірма задіяна відразу у декількох проектах).

Управління проектами передбачає системне застосування методів та інструментів управління в цілях отримання заданих результатів проекту.

3.3.2. Функції проектного менеджменту

Американський Інститут управління проектами (Project Management Institute) розробив сертифікаційну програму, в якій, окрім етичного кодексу і професійного досвіду, було визначено професійні знання, відомі як Project Management Body of Knowledge (PMBOK). PMBOK складається з десяти функцій (областей знань):

- **Управління інтеграцією проєкту (Project Integration Management).** Під інтеграцією розуміється об'єднання, консолідація, зчленування і різноманітні інтеграційні дії, спрямовані на успішне управління очікуваннями зацікавлених сторін і виконання певних вимог.

- **Управління змістом проєкту (Project Scope Management).** Під управлінням змістом розуміються процеси, що дозволяють робити вибірку, фільтрацію і угруповання за проєктом тих і тільки тих робіт, які знадобляться Керівнику проєкту для успішного завершення проєкту. Управління змістом проєкту прямо пов'язане з визначенням і контролем того (змісту), що буде включено і що не включено в проєкт.

- **Управління термінами проєкту (Project Time Management).** Під управлінням термінами проєкту або точніше кажучи часом тому час, більш широке поняття, розуміються процеси, за допомогою яких забезпечується своєчасне завершення проєкту.

- **Управління вартістю проєкту (Project Cost Management).** Під управлінням вартістю проєкту розуміються процеси, в частині планування та розробки бюджету, а також управління витратами, які забезпечують завершення проєкту в рамках затвердженого бюджету.

- **Управління якістю проєкту (Project Quality Management).** Під управлінням якістю проєкту маються на увазі процеси і різні дії з боку виконуючої організації, підходи і політики в області якості, цілі, завдання та зони відповідальності в області якості таким чином - проєкт повинен задовольняти тим потребам, заради яких він був ініційований.

- **Управління людськими ресурсами проєкту (Project Human Resource Management).** Процеси управління людськими ресурсами організації, включають в себе підходи до управління і керівництвом команди проєкту. Під командою проєкту мається на увазі пул кваліфікованих працівників для яких визначені конкретні ролі і відповідальності за виконання проєкту. В ході реалізації проєкту професійний і кількісний склад команди проєкту часто може змінюватися. Правильний розподіл ролей по проєкту і відповідальності між членами команди проєкту дає можливість всім членам команди бути задіяними на етапі планування проєкту та прийняття рішень.

- **Управління комунікаціями проєкту (Project Communications Management).** Процеси управління комунікаціями, застосовують з метою забезпечення своєчасного формування, підготовки, поширення, архівації, передачі, отримання, використання інформації на проєкті. Найбільша частина часу на проєкт, у Керівників проєктів йде на здійснення комунікацій з членами команди і з іншими зацікавленими сторонами проєкту (внутрішні, від звичайних співробітників до вищого керівництва або зовнішні). Ефективність комунікації полягає в тому, що вони служать сполучною ланкою між різними зацікавленими сторонами, залученими в конкретний проєкт.

- **Управління ризиками проєкту (Project Risk Management).** Під процесами управління ризиками проєкту розуміється планування управління ризиками, ідентифікація і аналіз ризиків, вироблення методів реагування на ризики, контроль, моніторинг і управління ризиками в ході реалізації проєкту. За допомогою процесів управління ризиками проєкту, Керівники проєктів домагаються підвищення ймовірності виникнення і впливу (впливу) сприятливих ризиків (подій) на проєкт і знижують ймовірність виникнення і впливу (впливу) несприятливих ризиків (подій) на проєкт в момент виконання цього проєкту.

- **Управління поставками проєкту (Project Procurement Management).** Процеси управління поставками проєкту включають в себе покупку або придбання тих чи інших необхідних сутностей (продукти, послуги, результати, документи), які виробляються зовнішніми (підрядними) організаціями по відношенню до тієї, в якій реалізується проєкт. Сама організація, в якій виконується проєкт може виступати в якості покупця або продавця цих сутностей.

- **Управління зацікавленими сторонами проєкту (Project Stakeholder Management).** Під процесами управління очікуваннями зацікавленими сторонами проєкту розуміється як таке спілкування між командою проєкту і зацікавленими особами, а також роботи спрямовані на задоволення їх потреб і вирішення виникаючих проблем, які можуть спричинити за собою зміни на проєкті. Завдяки правильному вибудовуванню відносин між усіма зацікавленими сторонами на проєкті, керівник проєкту може збільшити ймовірність успіху.

Наведені функції поділяють на дві групи – основні: управління вартістю проєкту, управління часом проєкту, управління якістю, а також додатковими – решта 6 функцій.

Як бачимо, основні функції РМВОК визначено за цілями, за досягнення яких відповідає проєктний менеджер, а додаткові — за об'єктами, на які спрямовується діяльність керівника. Проте в назві всіх цих функцій наявне спільне слово управління, що, в свою чергу, передбачає виконання в їх межах таких функцій управління, як організація, планування, контроль, мотивація. Інакше кажучи, проєктний менеджер повинен здійснювати основні функції управління щодо специфічних цілей та об'єктів очолюваних ним проєктів.

Функції проєктного менеджменту ще називають областями знань по управлінню проєктами.

Область знань по управлінню проєктами (Project Management Knowledge Area) — особлива область управління проєктами, яка визначається її вимогами до знань й описується в термінах її складових: процесів, практик, входів, виходів, інструментів та методів.

3.3.3. Особливості роботи проєкт-менеджера

З'ясуємо відмінності між проджект-менеджментом та загальним менеджментом. Здавалося, б на перший погляд, що це одне й те саме і в принципі різниця тільки в одному слові, але це не зовсім так. Проджект менеджмент має унікальну чітко поставлену і детально описану ціль, в кожному проєкті, в той час як загальний менеджмент організовує діяльність і виконує ряд чітко визначених тривалих функцій, в якійсь компанії великій, маленькій неважливо.

Проектний менеджер керує проєктом, який чітко обмежений часом, в той час як менеджер керує постійно діючим підрозділом, відділом, філією і так далі.

Також загальний менеджмент, звичайний менеджер, управляє відносно стабільним колективом співробітниками, які працюють, приблизно в одній галузі мають, однакову компетенцію плюс мінус, а проєктний менеджер навпаки має, в своїй команді різних людей, представників різних професій, вони всі тимчасові люди, команди створюються, команди розпадаються протягом проєкту. Важливо відзначити, що менеджер стабільно займає свою посаду протягом багатьох років, в той час як проєктний менеджер не може гарантувати стабільність своєї роботи і працює від проєкта до проєкту, тобто, коли проєкт закінчується, він залишається тимчасово безробітним.

Розбіжності існують і в кар'єрному розвитку цих двох менеджерів.

Проектний менеджер розвиває свою кар'єру горизонтально, тобто його компетенції можуть рости від масштабів проєктів і чим масштабніше проєкт, чим більше команда, тим він крутіший як професіонал, тим стрімкіше зростає його експертиза. Головною мотивацією у проєктного менеджера є бонуси від реалізованого проєкту. Загальний менеджер стабільно займає свою посаду, прагне створити вертикальну кар'єру від маленького менеджера молодшого до керівника відділу і так далі ну є вертикальна стандартна схема розвитку. Проектний менеджер, часто не має чіткого графіка роботи (іноді він має працювати набагато довше ніж звичайні працівники, швидко підлаштовуватися під певні обставини, оперативно реагувати на зміни).

Контрольні питання:

1. Розкрийте суть і зміст управління проєктами.
2. Назвіть основні причини, що обумовили виокремлення проєктного менеджменту у спеціальну сферу діяльності.
3. Назвіть складові проєктної тріади.
4. Назвіть основні цілі управління проєктами.
5. Опишіть функції проєктного менеджменту.
6. Хто є розробником РМВОК?

7. Які функції проєктного менеджменту відносять до основних? Які до другорядних?

8. Розкрийте зміст функції проєктного менеджменту «управління змістом проєкту».

9. Розкрийте зміст функції проєктного менеджменту «управління часом проєкту».

10. В чому полягають особливості діяльності проєкт-менеджера?

Тема 3.4. Ключові процеси проєктного управління

3.4.1. Визначення поняття «процес». Характеристика процесів управління проєктом

Згідно з ідеями процесного підходу проєкт є унікальним процесом, що є сукупністю взаємозв'язаних скоординованих підпроцесів.

Управління проєктом як процесом передбачає досягнення цілі згідно з визначеними вимогами з врахуванням обмежень за термінами, вартістю і показникам якості.

Управління проєктом виконується з допомогою процесів з використанням спеціальних знань, навичок, інструментів та методів по управлінню проєктами, які отримують входи і створюють виходи процесів, тобто управління проєктом здійснюється за процесним підходом.

Процес – це послідовність взаємопов'язаних дій, які виконуються для досягнення поставлених цілей. Для спрощення управління проєктом, організації і координації проєктних робіт всі дії, спрямовані на досягнення цілей проєкту, розподіляють на окремі складові – процеси управління проєктом.

З погляду процесного підходу доцільно виділити дві групи пов'язаних з проєктом процесів:

- 1) процеси управління проєктом;
- 2) процеси життєвого циклу проєкту.

Процеси управління проєктами – є універсальними за своєю сутністю для будь-якого проєкту; процеси життєвого циклу проєкту є специфічними для створення конкретного продукту, послуги чи іншого результату.

У будь-якому проєкті, незалежно від сфери застосування його результатів, процеси управління проєктами і процеси, орієнтовані на продукт, накладаються один на одного і здійснюються з різним рівнем інтенсивності на всіх стадіях життєвого циклу проєкту.

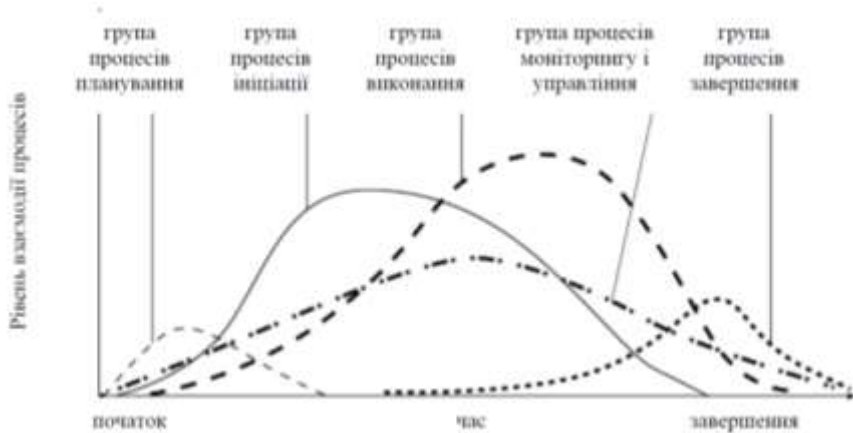


Рисунок 3.4.1 – Процеси управління проектом

Універсальні, спільні для всіх проектів процеси можуть бути певною мірою стандартизовані. Відповідно до визнаних міжнародних стандартів, існує декілька груп процесів управління проектом, які не потрібно плутати з фазами життєвого циклу.

Процеси управління проектом розділені на п'ять основних груп, що реалізують різні функції управління:

1. Процеси ініціації (Initiating Processes) - процеси, які санкціонують початок і визначають мету нового проекту або його окремої фази.
2. Процеси планування (Planning Processes) - визначення й уточнення обсягу проекту, розробки плану управління ним, а також визначення операцій проекту та розробки графіка проектних робіт.
3. Процеси виконання (Executing Processes) — координація людей та інших ресурсів для виконання плану;
4. Процеси моніторингу і управління (Analysis Processes, Controlling Processes)- вимірювання та відстеження виконання проекту таким чином, щоб своєчасно могли бути виявлені відхилення від плану управління проектом і вжиті корегувальні дії, необхідні для досягнення цілей проекту.
5. Процеси завершення (Closing Processes)- це процеси формального завершення всіх операцій у проекті, фазі проекту та передачі закінченого продукту іншим сторонам або закриття скасованого проекту.

Взаємозв'язки між групами процесів є досить логічними. Основні процеси в проекті здійснюються не послідовно, а накладаються один на одного, причому їх активність також є змінною. В середині кожної групи процеси управління проектами тісно пов'язані між собою.



Рисунок 3.4.2 – Взаємозв'язки процесів проектного менеджменту

3.4.2. Особливості процесів моніторингу та контролю

Метою процесу контролю проекту, а точніше, процесу «Відстежування ходу проекту і контроль за ним» є надання інформації, необхідної для розуміння ходу проекту, для того, щоб дозволити керівництву виконувати управляючі дії в ситуаціях, коли хід проекту істотно відрізняється від запланованого.

Моніторинг (від англ. – контролювати, перевіряти) – спеціально організоване, систематичне спостереження за станом об'єктів, явищ, процесів з метою їх оцінки, контролю, прогнозу.

Контроль (від англ. control – управління, керівництво, нагляд, перевірка, регулювання) – спостереження з метою перевірки.

Процес контролю тісно пов'язаний з вимірюванням, аналізом виконання робіт проекту, зміною та оптимізацією плану проекту

Основним поняттям в даному процесі є план проекту. Регулярний вимір параметрів проекту та ідентифікація відхилень, що виникають, називається контролем виконання проекту.

Хід проекту контролюється у такий спосіб:

- порівняння фактичних показників (обсягу виконаних робіт, витрачених зусиль, засобів) з плановими;
- прийняття і виконання рішення про зміну плану – на даному етапі здійснюються контроль за реалізацією запланованих змін, аналіз результатів і, якщо необхідно, внесення чергових коригуючих дій;
- виконання дій, що коригують план: перегляд поточного плану і внесення змін до нього;
- виконання робіт по пом'якшенню дії ризиків, що відбулися;
- припинення виконання проекту і визначення нових цілей, взяття нових

зобов'язань тощо.

В ході моніторингу проєкту відбувається порівняння ходу проєкту з планом. Для цього необхідно виконати такі види робіт:

- моніторинг ключових показників проєкту – це моментальний «знімок» атрибутів створюваних продуктів;
- моніторинг зобов'язань за проєктом – виявлення виконаних зобов'язань (як зовнішніх, так і внутрішніх), невиконаних зобов'язань або тих зобов'язань, які можуть бути не виконані через появу певних ризиків;
- моніторинг ризиків проєкту – виявлення в контексті поточного ходу виконання проєкту переліку ризиків зі всіма їх характеристиками: вірогідністю виникнення, ступенем дії тощо.
- обговорення прогресу проєкту, що являє собою просування виконання робіт проєкту в напрямку досягнення його цілей – здійснюється з метою обміну інформацією про хід виконання проєкту зі всіма зацікавленими сторонами; даний тип роботи може мати неформальний характер і навіть не бути включеним у план проєкту, що не відмінняє необхідності її виконання; результатами обговорень є записи про домовленості, досягнуті в ході обговорення;
- аналіз контрольних точок проєкту – це формальна процедура, що виконується по досягненню певної віхи (milestown). Обговорюються всі аспекти виконання проєкту, виконується ретельне вивчення поточної ситуації. Здійснюється аналіз тенденцій віх – простий метод для аналізу реальних дат в проєкті у порівнянні їх із плановими даними. Результати аналізу контрольних точок документуються.

Тема 3.5. Формування і розвиток проєктної команди

3.5.1. Учасники проєкту

Важливим елементом управління проєктами є оточення проєкту, оскільки важливо визначити середовище, в якому виникає, існує і завершується проєкт.

Оточення проєкту (Project Environment) — сукупність зовнішніх та внутрішніх сил, які сприяють чи заважають досягненню цілей проєкту.

Учасники проєкту - це люди або організації, які залучені до виконання проєкту, а також ті, хто залежить або зацікавлений у результатах проєкту, його успішному виконанні.

Учасники проєкту реалізують різні інтереси у процесі здійснення проєкту, формують власні вимоги відповідно до цілей та мотивації і впливають на проєкт, виходячи зі своїх інтересів, компетенцій та ступеню залучення до проєкту.

Склад учасників проєкту, розподіл функцій і відповідальності між ними залежать від типу, виду, масштабу й складності проєкту, а також від фаз його життєвого циклу.

Для визначення складу учасників проєкту, побудови його функціональної та організаційної структур для кожного проєкту на стадії розробки концепції необхідно визначити:

1. предметну галузь – цілі, завдання, конкретні види робіт та основні результати;
2. масштаби проєкту, складність та очікуваний період реалізації;
3. ресурси проєкту;
4. основні ідеї реалізації проєкту;
5. основних активних учасників проєкту;
6. основних пасивних учасників проєкту;
7. мотивацію учасників проєкту (можливий прибуток, розширення компетенцій тощо).

До учасників проєкту належать:

Ініціатор — сторона, яка є автором ідеї проєкту, його попереднього обґрунтування та пропозицій по здійсненню. Ініціатором може виступати практично кожний з учасників проєкту, але в остаточному підсумку ділова ініціатива по здійсненню проєкту повинна виходити від замовника проєкту.

Замовник — головна сторона, зацікавлена у здійсненні проєкту та досягненні його результатів. Замовник, тобто майбутній власник та користувач результатами проєкту, визначає основні вимоги та масштаб проєкту, забезпечує фінансування проєкту за рахунок своїх коштів чи коштів залучених інвесторів, укладає контракти з головними виконавцями проєкту, несе відповідальність за цими контрактами, керує процесом взаємодії між усіма учасниками проєкту.

Інвестор(и) — сторона(и), що вкладає інвестиції в проєкт. Якщо інвестор та замовник не одна й та сама особа, то інвесторами звичайно виступають банки, інвестиційні фонди та інші організації. Інвестори вступають у ділові відносини із замовником, контролюють виконання контрактів і здійснюють розрахунки з іншими сторонами по мірі виконання проєкту. Інвестори є повноправними партнерами проєкту та співвласниками всього майна, яке залучається за рахунок їх інвестицій, доки їм не буде повернуто всі кошти, отримані по контракту із замовником чи за кредитною угодою.

Менеджер (керівник) проєкту — юридична (фізична) особа, якій замовник та інвестор делегують повноваження щодо здійснення проєкту — планування, контролю та координації робіт усіх учасників проєкту. Склад функцій і повноважень керівника проєкту визначається контрактом із замовником. Однак перед керівником проєкту та його командою звичайно висувається завдання всеосяжного керівництва та координації

робіт продовж усього життєвого циклу проекту до досягнення визначених у ньому цілей і результатів при додержанні встановлених строків, бюджету та якості.

Команда проекту — специфічна організаційна структура, очолювана керівником проекту та створена на період здійснення проекту.

Завдання команди — виконання функцій управління проектом для ефективного досягнення цілей проекту. Склад і функції команди проекту залежать від масштабів, складності та інших характеристик проекту. Проте в усіх випадках склад команди повинен забезпечувати високий професійний рівень усіх покладених на нього обов'язків.

Контрактор (генеральний контрактор) — сторона чи учасник проекту, що вступає до відносин із замовником та бере на себе обов'язок за виконання робіт по контракту (це може бути увесь проект чи його частина). До функцій генконтрактора належать укладання контракту із замовником (інвестором), добір та укладання угод із субконтракторами, забезпечення координації їх робіт та прийняття виконаного обсягу, оплата праці співвиконавців. Контрактором може виступати керівник проекту чи інші активні учасники проекту.

Субконтрактор — вступає в договірні відносини з контрактором чи субконтрактором більш високого рівня. Несе відповідальність за виконання робіт чи послуг відповідно до умов контракту.

Проектувальник — юридична особа, що виконує за контрактом проектно-дослідницькі роботи в межах проекту. Вступає в договірні відносини з генконтрактором проекту чи безпосередньо із замовником.

Генеральний підрядник — юридична особа, чия пропозиція прийнята замовником. Несе відповідальність за виконання робіт відповідно до умов контракту. Добирає субпідрядників та укладає угоди з ними на виконання окремих робіт і послуг. У будівельних проектах роль генпідрядника звичайно виконують будівельні або проектно-будівельні фірми чи організації.

Постачальники — субконтрактори, які здійснюють різні види поставок на контрактній основі (матеріали, устаткування, транспортні засоби та ін.).

Ліцензори — організації, що виділяють ліцензії на право володіння земельною ділянкою, проведення торгів, виконання окремих видів робіт і послуг і т. ін.

Органи влади — сторона, що задовольняє свої інтереси шляхом отримання податків від учасників проекту, висуває та підтримує екологічні, соціальні та інші суспільні й державні вимоги, пов'язані з реалізацією проекту.

Власник земельної ділянки — юридична (фізична) особа, яка є власником земельної ділянки, залученої до проекту. Вступає у відносини із

замовником та передає на договірній основі право користування чи володіння цією ділянкою землі.

Виробник кінцевої продукції проекту — здійснює експлуатацію створених основних фондів та виробляє кінцеву продукцію. Головна мета — отримання прибутку від продажу готової продукції споживачам. Бере участь на всіх фазах проекту та взаємодіє з основними учасниками проекту. Його роль і функції залежать від частки власності у кінцевих результатах проекту. В багатьох випадках є замовником та виробником продукції за проектом.

Споживачі кінцевої продукції — юридичні та фізичні особи, які є покупцями й користувачами кінцевої продукції, що встановлюють вимоги до виробленої продукції та наданих послуг і формують попит на них. За рахунок коштів споживачів відшкодовуються витрати на проект і формується прибуток усіх учасників проекту.

Інші учасники проекту. На здійснення проекту впливають й інші сторони з оточення проекту, які, по суті, також можуть належати до учасників проекту. Це — конкуренти основних учасників проекту; громадські групи та населення, чий економічні і позаекономічні інтереси зачіпає реалізація проекту; спонсори проекту; різні консалтингові, інжинірингові, юридичні організації, залучені до процесу здійснення проекту, та ін.

Наведений перелік учасників може змінюватися і доповнюватися залежно від умов конкретного проекту.

За характером відношення до проекту учасники поділяються на: безпосередні та опосередковані. За активністю участі виділяють активних та пасивних учасників.

Ініціатор, замовник, інвестор, менеджер проекту, команда проекту, підрядники — це безпосередні активні учасники. Споживачі кінцевого продукту — це безпосередні пасивні учасники.

До активних опосередкованих віднесемо постачальника, субпідрядників та представників органів влади, тоді як конкурентів підприємств можна віднести до пасивних опосередкованих учасників.

3.5.2. Формування команди проекту

Важливим завданням управління проектом є формування команди.

Керівникам проекту і функціональних підрозділів, що беруть участь у створенні проекту, на цій стадії доводиться вирішувати низку специфічних завдань, пов'язаних із мотивацією праці, конфліктами, виконанням, контролем, відповідальністю, комунікаціями, владою, лідерством.

Це створює сприятливі умови для роботи, допомагає перебороти величезні психологічні навантаження, що виникають у процесі пошуку,

узгодження і реалізації проектних рішень, дозволяє уникнути конфліктів і стресів.

За формою команда проекту відображає існуючу організаційну структуру управління проектом, розділ функцій, обов'язків і відповідальності за рішення, що приймаються в процесі його реалізації.

На верхньому рівні структури знаходиться менеджер проекту, а на нижніх – виконавці, відділи і фахівці, що відповідають за окремі функціональні сфери. Основним інтегруючим чинником створення і діяльності команди виступає стратегічна мета реалізації проекту.

Аналогічно до життєвого циклу проекту команда має свій життєвий цикл, в якому можна виділити п'ять основних стадій.

На стадії формування відбувається знайомство між учасниками команди, формуються загальні цілі, цінності, завдання тощо.

Стадія напруженості характеризується підвищеним рівнем конфліктності, який викликаний психологічними відмінностями учасників та проявом лідерів.

Функціонування – стадія, під час якої відбувається продуктивний процес роботи. Завдання менеджера полягає в розподіленні обов'язків, підтримці командного духу та створенні ефективної мотивації.

Реорганізація виникає при змінах в кількісному і якісному складах команди.

Однак, якою не була б команда, разом із завершенням проекту вона перестає існувати, настає стадія розформування.

Команда проекту створюється керівником проекту. Орієнтація команди на кінцевий результат, ініціатива та творчий підхід до розв'язання завдань, висока продуктивність, активне й зацікавлене обговорення проблем, що виникають у процесі реалізації проекту – це характеристики ефективної команди. Усі учасники такої команди відчувають відповідальність за виконання проекту загалом і кожного завдання окремими виконавцями.

Управління такою командою передбачає лідерство в її створенні, налагодження її роботи. Лідерство – це здатність мобілізувати потенційні психологічні потреби підлеглих і спиратися на них в момент гострого суперництва чи конфлікту. Процес лідерства базується на взаємозалежності: лідери відкривають потенційні можливості тих, кого ведуть за собою.

Для ефективної роботи команди проекту необхідно розробити систему мотивації її учасників. Однією із найважливіших форм мотивації є матеріальне стимулювання праці, яке становить процес формування і використання систем матеріальних стимулів праці: основна, додаткова форми оплати праці, а також заохочувальні винагороди та компенсаційні виплати.

Керівник проєкту визначає необхідну кількість фахівців для команди проєкту, їх кваліфікацію, проводить відбір і найм працівників.

Розпочинається робота в цій області з підбору кадрів.

3.5.3. Управління конфліктами

У процесі реалізації завдань проєкту часто виникають ситуації, коли інтереси працівників не співпадають. Це може призводити до конфліктів, що є наслідком невідповідності і структури проєкту та поділу праці, а також і роз'єднаності людей з різноманітними ціннісними уявленнями. З огляду на це, досить важливого значення набуває вміння управляти конфліктами.

Конфлікти можуть приймати різні форми: від міжособистісних конфліктів між членами команди до конфліктів пов'язаних із виділенням та розподілом ресурсів. В обов'язки менеджера проєкту входить виявлення конфліктів на ранній стадії і розв'язання їх до того, як вони негативно вплинуть на календарний план і задачі проєкту.

До найпоширеніших джерел конфліктів відносять: відмінності поглядів на технічні питання, людські ресурси, фінанси, терміни тощо

Виявлення і розв'язання конфліктів вимагає від менеджера проєкту виконання таких завдань:

- передбачення потенційних конфліктів і, по можливості, здійснення превентивних дій;
- отримання інформації про конфлікти по мірі їх виникнення і пошук розуміння їх основних причин;
- переконання членів команди на першому етапі спробувати розв'язати конфлікти один з одним чи всередині свого функціонального підрозділу;
- спроба прийняти компромісне рішення для того, щоб обидві сторони досягли своїх цілей;
- пошук допомоги з боку спонсора проєкту в розв'язанні конфліктів, які знаходяться поза компетенцією менеджера проєкту.

Існує п'ять моделей управління конфліктом в команді, а саме: ухилення, пристосування, компроміс, форсування та вирішення проблеми.

Метод ухилення – базується на тому, що людина намагається відійти від конфлікту, уникнути ситуації, що провокує протиріччя та уникнути обговорення питання, що приводить до конфлікту.

Метод пристосування – цей стиль характерний при природному бажанні уникнути конфлікт, тобто необхідно стимулювати почуття спільності в колективі.

Метод компромісу – характеризується прийняттям точки зору іншої сторони, але до певної межі. Проєкт-менеджер може ефективно його використовувати при офіційних переговорах по контракту і при неформальних переговорах з учасниками проєкту.

Метод форсування – примус до прийняття певної точки зору. Цей стиль ефективний, коли керівник має велику владу над підлеглими.

Метод вирішення проблем – це визнання розбіжностей у думках і готовність ознайомитись з іншими точками зору, щоб краще зрозуміти причину конфлікту та знайти вихід прийнятний для всіх.

Перші два методи не сприяють розв'язанню конфлікту, а лише відтермінують його.

Контрольні питання:

1. Що таке оточення проєкту?
2. Якими факторами визначається склад учасників проєкту?
3. Назвіть активних та пасивних учасників проєкту.
4. Які риси мають бути притаманні менеджеру проєкту і за якими критеріями оцінюється ефективність його діяльності?
5. Що таке проєктна команда?
6. Які існують інструменти для добору виконавців до проєктної команди?
7. Від чого залежить організаційна структура проєктної команди?
8. Назвіть та охарактеризуйте стадії життєвого циклу проєктної команди.
9. Які моделі управління конфліктом в команді Ви знаєте?
10. Хто з проєктної команди повинен відслідковувати чинники зовнішнього середовища?

Тема 3.6. Основні форми організаційної структури проєкту

3.6.1. Організація системи управління проєктами

Управління проєктами в суб'єктах господарювання реалізується через систему управління проєктами і є лише однією її складовою.

Система управління проєктами є організаційно-технологічним комплексом методичних, технічних, програмних та інформаційних засобів, спрямованим на підтримку та підвищення ефективності процесів планування та управління проєктом.

Успіх системи управління проєктами вирішальним чином залежить від організації управління.

Організація - внутрішня впорядкованість, погодженість, взаємодія більш-менш диференційованих і автономних частин цілого, обумовлених його будовою.

Поняття організації зазвичай співставляється з поняттями структури, системи та управління.

Організація системи управління проєктом — це сукупність дій, які дозволяють об'єднати в одне ціле всі складові частини проєкту,

включно з усіма зацікавленими сторонами, для успішної взаємодії по досягненню цілей проєкту.

Організаційна структура управління проєктом — це сукупність взаємопов'язаних органів управління, які розміщені на різних ступенях системи.

Створення організаційної структури передбачає розподіл та групування завдань проєкту, їх виконавців, встановлення взаємопідпорядкованості й координації груп і підрозділів, поділ праці залежно від спеціалізації персоналу.

Отже, **організаційна структура** — це організація людей для успішного виконання проєкту.

Для невеликих проєктів організаційна структура проста. Керівник проєкту може керувати безпосередньо всіма виконавцями.

При виконанні малих проєктів створюється проєктна група в складі 6–8 чоловік. Збільшення проєкту призводить до того, що виконавці об'єднуються у невеликі групи з власним менеджером, оскільки керівник проєкту вже не в змозі виконувати керівництво кожним виконавцем. Для виконання проєктів середніх розмірів створюються проєктні групи, які мають триступеневу структуру.

Здійснення великих проєктів вимагає складнішої організаційної структури, більшої кількості рівнів управління. Структуру з великою кількістю рівнів називають «високою». Вона асоціюється з централізацією функцій прийняття рішень і пильним контролем за діяльністю працівників.

Існує також так звана «плоска» структура. Ця структура асоціюється з децентралізацією прийняття рішень, великим ступенем делегування повноважень і меншим наглядом з центру.

Склад виконавців у проєктних групах може змінюватися. Деякі з них із завершенням робіт можуть повертатися у свої функціональні підрозділи. Оптимальним періодом функціонування проєктних груп є період 1,5–2 роки, після закінчення якого ефективність роботи зменшується.

Успішність реалізації проєкту багато в чому залежить від його організаційної структури. Поняття організаційної структури охоплює організаційні структури управління проєктом та організаційні форми.

Організаційна форма управління проєктом — організація взаємодії та взаємовідносин учасників проєкту.

Організаційні форми управління проєктом можна класифікувати лише умовно залежно від того, хто є керівником проєкту, а також згідно з розподілом функцій між учасниками проєкту (будівництво, фінансування, ліцензійні заходи, монтаж, налагодження, запуск та експлуатація устаткування тощо).

3.6.2. Структури управління проектами

Існує кілька типів організаційних структур, які широко застосовують в управлінні проектами:

- функціональна;
- матрична;
- проектна.

За функціональної структури управління здійснює лінійний керівник через групу підпорядкованих йому функціональних керівників, кожний з яких керує певними підрозділами в межах своїх функцій.

Якщо проекти, які ведуться в організації, носять рутинний характер, регулярно повторюються й добре вивчені, доцільно застосовувати функціональну структуру управління проектами.



Рисунок 3.6.1 – Схема функціональної організаційної структури управління

Також успішно цей вид організаційної структури справляється з будь-якими проектами, які обмежені рамками одного функціонального підрозділу.

Якщо ж проекти зачіпають кілька підрозділів і не мають аналогів в історії організації, то реалізація таких проектів в рамках функціональної структури стикається із серйозними труднощами. Ці труднощі викликані й проблемами з координацією робіт, і тим, що інтереси функціональних керівників не обмежуються інтересами проекту й можуть навіть вступати з ними в протиріччя.

Матрична структура управління створюється на базі функціональної. У цьому разі взаємовідносини базуються на прямих вертикальних зв'язках «керівник — підлеглий». З метою розв'язання конкретних проблем створюються тимчасові проектні групи, які очолюють

керівники проєктів. Ці групи формують зі спеціалістів відповідних функціональних відділів, що перебувають на різних рівнях ієрархії управління. Керівники проєктів взаємодіють з функціональними відділами по горизонталі; ці зв'язки накладаються на традиційні вертикальні зв'язки «керівник — підлеглий», утворюючи матрицю взаємодії.

Матрична структура управління робить можливим гнучке маневрування людськими ресурсами завдяки перерозподілу їх між проєктами (рисунок 3.6.2).

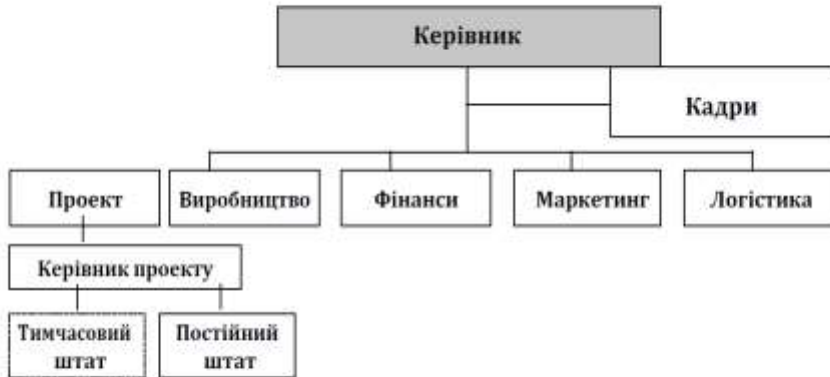


Рисунок 3.6.2 – Матрична організація в управлінні проєктами

Для того, щоб ця структура була ефективною, необхідно мати ефективну систему контролю за виконанням робіт, пов'язаних з проєктом, якістю їх виконання, витратами та термінами.

Необхідно постійно стежити за тим, щоб фактичні показники відповідали плановим.

Матричну структуру управління доцільно застосовувати при реалізації малих і середніх проєктів. Для великих проєктів така структура малоефективна, оскільки при цьому різко підвищується складність мережі комунікацій, а це призводить до істотного уповільнення процесів прийняття управлінських рішень.

Матричні структури управління проєктами, зазвичай, використовуються, коли проєкти повторюються, є невеликими, але не рутинними.

Залежно від повноважень менеджера матрична форма має багато модифікацій: від так званої слабо матричної та майже функціональної до сильно матричної та майже проєктної.

Матрична структура пристосована до злагодженої роботи, але може бути неефективною при перевантаженнях — коли погоджені строки

виділення співробітників під проекти порушуються, виникають конфлікти авторитетів тощо.

Згідно з проектною структурою управління (рисунок 3.6.3) для розв’язання конкретного завдання на підприємстві створюють спеціальну робочу групу, яку після реалізації проекту розпускають.



Рисунок 3.6.3 – Проектна структура управління

При цьому залучений до робочої групи персонал і ресурси повертаються до відповідних спеціалізованих підрозділів. Для розв’язання завдань перспективного розвитку на підприємстві створюють спеціальний підрозділ, який вирішує винятково питання стратегії, а керівники проектів зосереджують свою увагу на виконанні конкретних завдань.

Проектні структури найпристосованіші для управління унікальними, складними проектами, які мають великий бюджет або велике значення для організації.

Проектна структура управління є прямою протилежністю функціональній, у якій у кожного члена команди проекту також один безпосередній керівник, але підрозділи організовані за проектним принципом — команди управління проектами утворюють власні підрозділи, очолювані менеджерами відповідних проектів.

Співробітники функціональних підрозділів, які входять у команду проекту, тимчасово залишають свої підрозділи й переходять у підпорядкування до менеджера проекту на період його реалізації.

Крайній випадок — створення спеціальної компанії для управління проектом (управляючої компанії), час життя якої збігається зі строком реалізації проекту. Звичайно, такі компанії створюються для дуже великих проектів.

У проектній структурі менеджер проекту має повні повноваження. Члени команд проектів залишають свої функціональні відділи й переходять у підпорядкування до менеджерів проектів у проектноорієнтовані підрозділи. Тим самим досягається повна координація роботи команди проекту.

Однак у такої структури є й серйозні недоліки:

- не всі співробітники команди проекту завантажені роботою із проекту на 100%. У той же час їхні обов'язки у функціональних підрозділах лягають на плечі інших, доводиться набирати додатковий персонал і в результаті ресурси організації використовуються неефективно;

- після завершення проекту виникають проблеми із працевлаштуванням персоналу проектних підрозділів — їхні місця у функціональних підрозділах можуть бути зайняті;

- фахівці «вириваються» зі свого професійного середовища, що перешкоджає їхньому професійному росту.

Більшість організацій усвідомлюють корисність розвитку і застосування офісу управління проектом (РМО-Project Management Office). Часто це стосується тих організацій, в яких використовується матрична організаційна структура і, майже завжди, організацій, які використовують проектну структуру, особливо в тому разі, коли материнська організація займається управлінням декількох послідовних чи паралельних проектів. Чим більший вплив менеджерів проектів, тим більша вірогідність появи проектного офісу в організації.

Офіс управління проектом може існувати в будь-якій організаційній структурі, у тому числі в функціональній.

Функція проектного офісу організації може змінюватися в залежності від рівня впливу наглядового органу: від надання рекомендацій стосовно конкретних практик і процедур окремих проектів до формального делегування повноважень вищого керівництва організації.

В організаціях, де впроваджене мультипроектне управління (загальне управління ресурсами організації, задіяними в різних проектах), проектний офіс служить штабом такого управління.

Типовими підрозділами проектного офісу є:

- аналітичний центр, в якому ведуться комп'ютерні моделі проектів;
- архів, у якому ведуться архіви проектної документації;
- методологічний центр, у якому розробляються стандарти управління проектами в організації, бази даних характеристик типових операцій і призначень, а також типових проектних рішень.

У менеджера проекту безліч обов'язків, найбільш важливими з яких є координація діяльності учасників проекту, ведення переговорів, вирішення конфліктів. У серйозних проектах у нього просто не буде часу для ведення й аналізу інформації про проект, розрахунку графіків робіт,

аналізу ризиків, підготовки звітів тощо. У складному проєкті, модель якого може складатися з тисяч робіт, він потребує допомоги від окремо виділеного аналітика. В Аналітичному центрі комп'ютерні моделі всіх проєктів організації консоліднуються в єдину модель, необхідну для мультипроєктного управління.

Важливою частиною управління проєктами є створення архівів проєктів, аналіз накопиченого досвіду, підготовка рекомендацій для майбутніх проєктів, для створення або коригування проєктних баз даних. Ці архіви повинні бути зосереджені в одному місці й бути готові до використання командами майбутніх проєктів і для навчання, й для прийняття управлінських рішень. Архіви різних проєктів повинні зіставлятися й аналізуватися для виявлення загальних закономірностей, створення нормативів і розробки корпоративних стандартів. Цими завданнями займається архівний підрозділ проєктного офісу.

Одне із основних завдань методологічного підрозділу проєктного офісу є навчання й підвищення кваліфікації співробітників. У методологічному підрозділі працюють менеджери проєктів у проміжках часу, коли вони не зайняті управлінням конкретними проєктами. У ньому готуються методичні матеріали, рекомендації й стандарти по управлінню проєктами в організації, проводиться навчання учасників команд управління проєктами. У цьому підрозділі разом з аналітиками розробляються типові фрагменти проєктів організації, бази даних характеристик типових робіт і призначень ресурсів на їхнє виконання (потреби в матеріалах і витратах на одиничних обсягах типових робіт, продуктивності й завантаження ресурсів на типових призначеннях), забезпечуючи єдиний підхід і відповідність вихідної інформації проєктів корпоративним стандартам.

Організація проєктного офісу — важливий елемент і показник зрілості системи управління проєктами в організації.

Зазвичай в одній і тій же організації можуть співіснувати різні види структур управління проєктами. Так, для унікального й важливого проєкту може бути створений віртуальний проєктний офіс і повністю виділені необхідні співробітники, для декількох інших досить серйозних проєктів може бути використана матрична структура.

3.6.3. Вибір організаційної структури управління

Вибирати організаційну структуру управління слід відповідно до заданих умов конкретного проєкту.

Можна застосовувати усі три вищезазначені структури залежно від проєкту. Разом ці структури можна застосовувати ще й у межах одного проєкту на різних рівнях і фазах управління ним. Чим більше комерційне значення, масштаби та інноваційність проєктів, тим доцільніші для

управління такими проєктами проєктно-орієнтовані організаційні структури.

Більшість сучасних організацій використовують змішані структури. Так, функціональні організації створюють спеціальні команди по управлінню важливими проєктами. Члени такої команди звільняються від інших обов'язків, вони можуть залучати співробітників функціональних підрозділів на весь час, розробляти та встановлювати власні процедури взаємодії та звітності.

Організаційна структура повинна бути якомога простішою і якомога краще виконувати свої функції. Основними критеріями для вибору можуть бути:

- невизначеність умов реалізації проєкту;
- технологія проєкту;
- складність проєкту;
- тривалість проєктного циклу;
- розмір проєкту;
- важливість проєкту;
- взаємозалежність окремих частин проєкту;
- зобов'язання по термінах виконання робіт тощо.

Більшість експертів в області управління проєктами схиляються до думки, що кращою системою управління є та, у якій потреби проєкту поєднуються з потребами основної організації, а найпростішим і найефективнішим способом організації проєкту є створення незалежної проєктної команди на постійній основі.

Контрольні питання:

1. Які чинники враховують під час вибору структури управління проєктом?
2. У чому принципова різниця між функціональним і цільовим підходом у формуванні організаційної структури?
3. Які переваги і недоліки функціональної, матричної і проєктної структур управління?
4. Які види матричної організаційної структури управління є найбільш поширеними?
5. Яким чинником визначається рівень влади проєктного менеджера?
6. Назвіть характеристики контракту між проєктним і функціональним менеджерами.
7. Що таке матриця відповідальності?
8. Як залежить внутрішня організаційна структура проєкту від його розміру?
9. Який рівень централізації і децентралізації слід застосовувати при виконанні великих проєктів?

10. Якими чинниками обумовлюється кількість рівнів управління іскладність організаційної структури проєкту.

Тема 3.7. Процедура реалізації інвестиційних проєктів

3.7.1. Способи реалізації інвестиційних проєктів

Реалізація інвестиційних проєктів здійснюється за допомогою **підрядного, господарського чи змішаного способу**.

Підрядний спосіб — це організаційна форма виконання робіт, виробництва продукції та надання послуг самостійними, постійно діючими фірмами, будівельно-монтажними організаціями на підставі договорів підяду з підприємствами та організаціями-замовниками. У такий спосіб можуть виконуватися будь-які види робіт: будівельні, монтажні, пусконаладжувальні, науково-дослідні, проєктно-дослідні, ремонтні тощо. При підрядному способі в будівництві об'єктів беруть участь дві юридичні сторони — замовник і підрядник.

Основним правовим документом, який регулює взаємовідносини між суб'єктами інвестиційної діяльності є **договір підяду**.

Взаємовідносини між суб'єктами інвестиційної діяльності регулюються угодою (договором) підяду — правовим документом, згідно якого підрядник зобов'язаний в установлені строки виконати для замовника вказану в угоді (договорі) роботу (надати послуги), використовуючи власні або матеріали замовника; обов'язком замовника є прийняття виконаної роботи (наданих послуг) у встановлений строк з оплатою за вказаною в угоді ціною.

Замовник — це суб'єкт інвестиційної діяльності (юридична або фізична особа), який має фінансові кошти і на вимогу підрядника надає гарантії своєї платоспроможності. Замовником може виступати держава, міністерство, відомство, корпорація, асоціація, об'єднання, підприємство, установа чи приватна особа. В умовах ринку замовник часто є одночасно інвестором. Але це не обов'язково: наприклад, функції інвестора (фінансування проєкту) здійснює держава (або міністерство чи корпорація), а замовником може бути конкретне підприємство чи установа.

Інтереси замовника можуть бути двох типів:

1) майбутнім власником об'єкта і його користувачем виступає сам замовник, тобто він реалізує для себе чітку кінцеву продукцію, експлуатуючи постійні об'єкти, які є складовою його діяльності;

2) коли користувач об'єкта не відомий. Це може бути продаж замовником об'єкта майбутньому користувачеві або здача об'єкта користувачам в оренду.

Підрядником можуть бути: будівельно-монтажні чи проектно-будівельні промислові підприємства та організації або їх об'єднання; окремі фізичні особи, які набули в установленому порядку право на участь у здійсненні підприємницької діяльності в цілому та в будівництві, зокрема: фірми-посередники, які беруть на себе функції з координації робіт і мають право на таку діяльність (ліцензію або сертифікат).

Підрядник може залучати до виконання комплексу, виду або частини робіт інші організації та фірми (**субпідрядників**). Договори, які при цьому укладаються, називаються **субпідрядними**. Ці договори не звільняють підрядника від відповідальності перед замовником за виконання робіт з необхідною якістю і в терміни, передбачені договором підяду.

У сучасних умовах у ряді випадків інвестор змушений самостійно виконувати будівельні та монтажні роботи через необґрунтовано високі монопольні ціни, що їх диктують будівельні фірми на підрядному ринку. Отже, **господарський спосіб** — це така організаційна форма, за якої інвестиційні проекти реалізуються безпосередньо інвестором без залучення підрядника. При цьому функції інвестора, замовника та підрядника поєднуються в одній юридичній особі, яка називається забудовником і яка водночас є розпорядником коштів, оперативним керівником і виконавцем будівельно-монтажних робіт.

Для реалізації проекту в складі апарату забудовника створюються управління або відділ капітального будівництва і своя будівельна організація (дільниця), які забезпечують будівництво необхідною проектно-кошторисною документацією, матеріально-технічними і трудовими ресурсами. Оплата робіт, виконаних такою організацією, здійснюється з розрахункового рахунку забудовника.

Змішаний спосіб є комбінацією підрядного й господарського способів. Звичайно підрядником виконуються складні матеріаломісткі види будівельно-монтажних робіт (наприклад, монтаж каркасу будівлі зі збірних залізобетонних конструкцій), а забудовником — більш трудомісткі роботи (наприклад, оздоблювальні).

Вибір певного способу реалізації проектів обґрунтовується інвестором у його бізнес-плані.

3.7.2. Процедура розробки проектної документації

В Україні сформувалася практика укладання договорів на виготовлення проектної документації через підписання **договорів підяду**, що регулюють правовідносини сторін в процесі виконання робіт.

Деякі норми українського законодавства (ЗУ «Про архітектурну діяльність» та ЗУ «Про регулювання містобудівної діяльності») передбачають, що початку будівництва має передувати виготовлення проектної документації. Свою дію вони поширюють на такі випадки

будівництва як нове будівництво, реконструкція, технічне переоснащення, реставрація та капітальний ремонт об'єктів будівництва.

Якісно складена проектна документація є однією з гарантій належного виконання будівельних робіт в майбутньому та досягнення всіх поставлених цілей. Виготовлення проектної документації можливе за наявності договору на її виготовлення, що враховує істотні умови та особливості правовідносин сторін.

Проектувальником може бути фізична особа, яка згідно з законодавством має відповідний кваліфікаційний сертифікат. Також проектувальником може бути юридична особа, у складі якої зареєстровані сертифіковані виконавці.

Такими виконавцями, залежно від характеру будівництва, є головний архітектор проекту (ГАП) та/або головний інженер проекту (ГПІ) — виконавець, який має кваліфікаційний сертифікат та виконує роботу з архітектурно-об'ємного та/або інженерно-будівельного проектування, очолює та/або координує розроблення окремих розділів проектної документації.

Під час вибору проектувальника замовник повинен пересвідчитись, чи має підрядник у своєму складі сертифікованих виконавців (якщо це юридична особа) або він сам є таким (якщо обрано фізичну особу).

Особливу увагу під час укладання договору на виготовлення проектної документації варто звернути на права та обов'язки проектувальника.

Перш за все, замовник має визначитись, чи надається проектувальнику право передоручати виконання робіт іншим особам або залучати сторонніх осіб (субпідрядників) до їх виконання.

А договір підряду на виготовлення проектної документації повинен зобов'язати проектувальника замовити експертизу виготовленого ним проекту в експертній організації.

Вартість подання проектної документації на експертизу та її проведення включається в ціну договору з проектувальником: це спрощує проходження цього етапу для замовника, доручивши усі роботи проектувальнику. Після проведення експертизи, проектувальник має врахувати зауваження експертизи (за наявності), усунути їх та отримати позитивний письмовий звіт експертної організації.

При цьому, усунення зауважень експертизи відбувається коштом самого проектувальника, оскільки він виправляє помилки, допущені у своїй роботі.

Важливим є той момент, що окремою умовою договору має стати **призначення виконавця авторського нагляду**, який буде в подальшому здійснювати авторський нагляд відповідно до вимог законодавства та державних будівельних норм. Виконавцем авторського нагляду може бути як сам проектувальник, так і інша уповноважена ним особа.

Приймання виконаних за договором на виготовлення проектної документації робіт оформляється відповідним актом (Акт приймання виконаних робіт). Такий акт надається проєктувальником та підписується обома сторонами договору.

Перед тим, як замовник підпише Акт приймання виконаних робіт, проєктувальник повинен надати йому чотири паперових та один електронний примірники проектної документації, де враховані всі зауваження та рекомендації. Також замовник має отримати оригінал висновку (звіту) експертизи без зауважень.

Важливо знати, що проектна документація на будівництво об'єктів не потребує погодження (крім будівель, які є пам'ятками архітектури) державними органами, органами місцевого самоврядування, їх посадовими особами, юридичними особами, утвореними такими органами.

3.7.3. Вихідні дані для проведення проєктних робіт

Початок проєктування пов'язаний з отриманням первинної інформації вихідних даних на підставі яких приймається рішення про можливість будівництва, вибір місця розташування та параметри будівлі.

Попередній список документів, необхідних до початку проєктування (вихідні дані):

- копія документа, який підтверджує право власності або користування земельною ділянкою;
- містобудівні умови та обмеження;
- технічні умови;
- завдання на проєктування
- топографо-геодезичні матеріали щодо майданчику, який проєктується;
- результати інженерно геологічних вишукувань на проєктованих ділянках.

Основними складовими вихідних даних з вищенаведених є: містобудівні умови та обмеження, завдання на проєктування та технічні умови.

Містобудівні умови та обмеження (МУО). Для проєктування будівництва або реконструкції житлових будинків, площею понад 300 м², а так само нежитлових, комерційних або виробничих будівель класу наслідків СС2 і СС3 необхідно отримати «Містобудівні умови та обмеження забудови земельної ділянки».

Будівництво садибних котеджних житлових будинків, дачних та садових будинків загальною площею до 300 м² з числом надземних поверхів не більше двох (без урахування мансардного поверху), в тому числі з господарськими будівлями та спорудами, індивідуальними гаражами, що визначається будівельним паспортом забудови земельної ділянки.

Технічні умови - це комплекс вимог до інженерного забезпечення об'єкта містобудування, які повинні відповідати його розрахунковим параметрам. В технічних умовах визначаються можливості підключення конкретного об'єкту до мереж теплопостачання, електромереж, каналізації тощо. Процес підключення до мереж вважається одним з найскладніших етапів оформлення будівництва. Тут же виникає значна кількість конфліктів між забудовниками та інвесторами, коли вже на етапі здачі в експлуатацію з'ясувалось, що об'єкт не володіє достатніми параметрами, щоб бути підключеним до тої чи іншої інженерної мережі. З 1 грудня 2021 року всі технічні умови будуть видається через ЄДЕССБ. Інформація розміщується на публічному порталі Е системи, що дає змогу перевірити відповідність збудованого об'єкту виданим технічним умовам.

Завдання на проєктування об'єктів будівництва – документ, який складається і затверджується замовником за погодженням із проєктувальником. Завдання на проєктування визначає обґрунтовані вимоги замовника до планувальних, архітектурних, інженерних і технологічних рішень об'єкта будівництва, його основних параметрів, вартості та організації його будівництва і складається з урахуванням технічних умов, містобудівних умов та обмежень. Складання завдання на проєктування з відхиленням від містобудівних умов та обмежень не допускається.

Авторський та технічний нагляд

Будівельний процес складний і комплексний за своєю природою, так що в цей час важливо постійно контролювати всі етапи і тримати руку на пульсі подій, своєчасно вносячи необхідні правки і корективи. Саме для цього в процесі необхідний авторський і технічний нагляд.

Технічний нагляд гарантує надійність, якість об'єкта, його відповідність нормам безпеки і технічним стандартам, можливість передачі об'єкта в експлуатацію. Технічний нагляд відстежує послідовність і якість виконання будівельних робіт (найчастіше здійснюється від імені Замовника). Зазвичай його здійснюють інженери різних спеціальностей (інженери-будівельники, інженери-електрики, тощо), залежно від завдання.

Авторський нагляд контролює відповідність будівництва проєктному плану, всім кресленнями і робочій документації. Суть авторського нагляду в забезпеченні реалізації об'єкта саме в такому вигляді в якому він замислювався при створенні проєкту. Зазвичай його здійснює проєктна організація, зокрема генеральний проєктувальник.

Хоча авторський та технічний нагляд схожі за своєю природою, вони не виключають, а скоріше доповнюють один одного.

Особливості авторського нагляду:

1. Огляд майданчика здійснюється в плановому порядку або за запитом. Він необхідний для оцінки місцевості і контролю відповідності всіх проєктних особливостей реальним умовам.

2. При необхідності і виявленні технічним наглядом помилок, здійснюється корекція або доопрацювання проєктної документації.

3. Авторський нагляд дозволяє оперативно внести правки, якщо такі несподівано з'явилися з боку замовника.

4. Авторський нагляд може здійснювати вибірково перевірку якості проведення тих чи інших робіт.

5. Під час нагляду здійснюється консультування як замовника, так і підрядника з усіх питань, що стосуються проєкту.

6. Також авторський нагляд необхідний для внесення і затвердження будь-яких правок і доопрацювань, що виникли в процесі будівництва.

Особливості проведення технічного нагляду:

1. Перевірка якості будівельних матеріалів і обладнання, перевірка наявності сертифікатів, лабораторних та інших необхідних досліджень.

2. Контроль над дотриманням правил транспортування, зберігання і складування матеріалів, обладнання та інших витратних компонентів. Використання матеріалів, які неправильно зберігалися, зазвичай забороняється.

3. Контроль послідовності проведення робіт згідно з проєктною документацією та нормативним актам, перевірка відповідності всіх умов технологічними картами, контроль відповідності результатів виконання роботи очікуваним результатам та проєктним вимогам.

4. Перевірка ведення виконавчої документації, достовірності геодезичних схем, точності розташування конструктивних елементів.

5. Перевірка відповідності виконуваних робіт вимогам державних або місцевих органів влади.

6. Контроль над повним усуненням і доопрацюванням виявлених в процесі помилок у проєктній документації, прийом виправленої документації.

7. Повідомлення відповідних державних органів при виникненні аварійних ситуацій.

8. Контроль за дотриманням термінів і обсягів робіт, оцінка результату.

3.7.4. Експертиза проєктної документації

Експертиза проєктів будівництва проводиться з метою визначення якості проєктних рішень шляхом пошуку і виявлення відхилень від вимог до міцності, надійності та довговічності будівель і споруд, їх експлуатаційної безпеки та інженерного забезпечення.

Увага в ході експертизи також приділяється питанням дотримання нормативів щодо створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення, санітарного і епідеміологічного благополуччя населення, охорони праці, екології, пожежної, техногенної, ядерної та радіаційної безпеки та енергозбереження.

Досить популярною є процедура проходження експертизи кошторисної документації або спрощено експертизи кошторисів.

Експертизу можуть проводити експертні організації незалежно від форми власності, як державні установи, так і недержавні організації та компанії, що відповідають критеріям, визначеним Мінрегіонбудом. Інформація з переліком експертних організацій, які відповідають критеріям, оприлюднюється на офіційному сайті зазначеного Міністерства. Слід зазначити, що будівельна експертиза проектної документації є обов'язковою для певних категорій об'єктів (СС 2 і СС 3 об'єктів, які зводяться на територіях зі складними інженерно геологічними умовами, які будуються з залученням бюджетних коштів, мають вплив на навколишнє середовище). В деяких випадках експертиза може проводитися тільки експертною організацією державної форми власності, але в більшості випадків замовник будівництва на свій розсуд визначає експертну організацію, яка буде проводити експертизу його проєкту. Сам розробник проєкту експертизу не може проводити.

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово комунального господарства України здійснює нормативно методичне забезпечення проведення експертизи та визначає нормативи обчислення її вартості.

Процес оцінки проєкту будівництва проходить в кілька етапів:

1. Звернення в експертну компанію і підписання договору. Для початку замовник звертається в експертну компанію для оцінки проєкту, після чого надає весь пакет необхідних документів. Спеціалісти приймають папери, формують замовлення, привласнюють йому номер. Підписується договір на надання послуг з експертизи. Головна вимога до процесу експертизи її незалежність і надання об'єктивної думки.

2. Проведення експертизи проектної документації. Після прийому заявки починається розгляд проєкту. Це найскладніший етап, який потребує дуже копіткої роботи фахівців Вони розглядають окремі чинники, виконують розрахунки, перевіряють закладені параметри на відповідність діючим нормативам. У процесі перевірки можуть виявитися недоробки, відсутність важливих розділів і інші фактори, які не дозволяють прийняти проєкт. У такому випадку експерти повідомляють про це замовника, після чого повертають документи на доопрацювання із зазначенням всіх зауваження до проєкту.

3. Усунення недоліків. Всі виявлені недоліки повинні бути усунені в термін, який зазначений в договорі. Якщо замовник повністю усунув всі порушення, то зауваження знімаються, після чого готується попередній висновок перед передачею документів для остаточного рішення.

4. Отримання експертного звіту. Далі формується комплексний експертний висновок, з урахуванням всіх факторів, виявлених в процесі експертизи і видається разом з документацією на руки замовнику. У висновку вказуються всі дані, які були виявлені в процесі дослідження документів, висновки і їх обґрунтування.

Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняття капітального будівництва.
2. Які бувають способи реалізації інвестиційних проєктів?
3. Які умови повинен передбачати договір підряду на капітальне будівництво?
4. Особливості договору підряду на проведення проєктних і досліджуваних робіт
5. Назвіть основні складові вихідних даних на проєктування об'єкту.
6. Яка процедура отримання містобудівних умови та обмежень (МУО)?
7. Який комплект документів потрібно зібрати для отримання МУО?
8. Призначення та процедура здійснення авторського нагляду у будівництві.
9. Призначення та процедура здійснення технічного нагляду.
10. Призначення та процедура проведення експертизи будівельних проєктів.

Тема 3.8. Планування проєкту як складова управління проєктами

3.8.1. Система планування проєкту

Планування має велике значення для проєкту, оскільки проєкт містить те, що раніше не виконувалося, і включає порівняно багато процесів, які охоплюють всі етапи проєктного циклу.

Процес планування проєктів – це процес, який передбачає визначення цілей і параметрів взаємодії між роботами та учасниками проєкту, розподіл ресурсів та вибір і прийняття організаційних, економічних, технологічних рішень для досягнення поставлених цілей проєкту.

На етапі планування проєкту визначаються всі необхідні параметри реалізації проєкту, а саме: тривалість робіт, потреба в трудових,

матеріально-технічних та фінансових ресурсах, терміни постачання всіх видів ресурсів, терміни та обсяги залучення проєктних, будівельних та інших організацій.

Основне завдання планування проєктів – процес планування проєкту повинен забезпечити реалізованість проєкту в заданий термін із мінімальною вартістю у нормативних витрат ресурсів і з належною якістю.

Основна ціль планування проєкту — забезпечити виконання робіт і досягнення кінцевих результатів проєкту.

Основні кроки у плануванні проєктів:

1. Встановити:

а) дати початку і кінця, бюджети, технічні результати. Це сприяє цілеспрямованості керівництва і мотивує виконавців;

б) внутрішні цілі — контрольні точки (milestones), тобто значні проміжні результати-події, вчасне виконання яких дасть змогу досягти загальної мети проєкту;

в) відповідальних осіб або відділи, участь яких є запорукою успішного виконання проєкту.

2. Розробити план, у якому визначити:

а) усі роботи за проєктом (тобто кожний вид діяльності та його зміст);

б) робочу структуру проєкту (WBS);

в) логічну послідовність робіт, у тому числі попередні й наступні, а також паралельні роботи.

3. Побудувати планову діаграму (сітковий графік).

4. Визначити тривалість робіт (календарний план, діаграма Гантта).

5. Визначити затрати і ресурси (трудові) за кожним видом робіт.

Процес планування складається з основних та допоміжних процесів.

До основних процесів планування, які виконуються кілька разів протягом кожної фази проєкту, належать:

- планування цілей — розробка постановки задачі (проєктне обґрунтування, основні етапи і цілі проєкту);

- декомпозиція цілей — декомпозиція етапів проєкту на більш дрібні і більш керовані компоненти для забезпечення більш дієвого контролю;

- визначення складу операцій (робіт) проєкту — перелік операцій, з яких складається виконання різних етапів проєкту;

- визначення взаємозв'язків операцій — складання і документування технологічних взаємозв'язків між операціями;

- оцінка тривалості чи обсягів операцій — оцінка кількості робочих тимчасових інтервалів, або обсягів робіт, необхідних для завершення окремих операцій;

- визначення ресурсів (людей, устаткування, матеріалів) проекту — загальна кількість ресурсів усіх видів, що можуть бути використані на роботах проекту;

- призначення ресурсів — визначення ресурсів, необхідних для виконання окремих операцій проекту;

- оцінка вартості — визначення складових витрат операцій проекту й оцінка цих складових для кожної операції, ресурсу і призначення. Одна з типових помилок полягає в тому, що бюджет призначають, не звертаючи увагу на прогнозовану собівартість проекту;

- складання розкладу виконання робіт — визначення послідовності виконання робіт проекту, тривалість операцій і розподілу в часі потреб у ресурсах й витрат, виходячи і з врахуванням накладених обмежень та взаємозв'язків;

- оцінка бюджету — оцінка вартості окремих компонентів проекту (етапи, фази, терміни);

- розробка плану виконання проекту — інтеграція результатів інших підпроцесів для складання повного документа;

- визначення критеріїв успіху — розробка критеріїв оцінки виконання проекту.

Крім основних процесів є ряд допоміжних процесів планування, необхідність у використанні яких залежить від особливостей конкретного проекту:

- планування якості — визначення того, які стандарти якості використовувати в проекті і як цих стандартів досягти;

- планування організації — визначення, документування і призначення ролей, відповідальності і взаємин звітності в організації;

- призначення персоналу — призначення людських ресурсів на виконання робіт проекту;

- планування взаємодії — визначення потоків інформації і способів взаємодії, необхідних для учасників проекту;

- ідентифікація ризику — визначення і документування подій ризику, що можуть вплинути на проект;

- оцінка ризику — оцінка ймовірностей настання подій ризику, їхніх характеристик і впливу на проект;

- розробка реагування — визначення необхідних дій для попередження ризиків і реакції на загрозливі події;

- планування постачань — визначення що, як і коли повинно бути поставлене;

- підготовка умов — вироблення вимог до постачань і визначення потенційних постачальників.

Обмеження (Constraints) — зовнішні бар'єри, невідконтрольні проєктній команді, якими потрібно управляти ззовні.

Допущення (Assumption) — це чинники (зовнішні умови або події), з врахуванням яких проєкт буде планово реалізовуватися.

3.8.2. Розробка плану управління проєктом

Розробка плану управління проєктом - це процес документування дій, необхідних для визначення, підготовки, інтеграції та координації всіх допоміжних планів.

Розробка плану проєкту – ітеративний процес, що майже завжди повторюється кілька разів. Наприклад, початковий план може оперувати узагальненими ресурсами й тривалістю, не прив'язаними до конкретних дат, тоді як остаточний план повинен оперувати конкретними ресурсами й точними датами.

План управління проєктом визначає, як буде виконуватися проєкт, як проводитиметься його моніторинг, контроль і закриття. Зміст плану управління проєктом розрізняється залежно від прикладної області та складності проєкту.

Розробка планів по проєкту охоплює всі етапи його життєвого циклу. Починається з участі проєкт-менеджера в процесі розробки концепції, вибору стратегічних цілей, включаючи контрактні пропозиції, продовжується укладанням контрактів та закінчується лише при завершенні проєкту.

План управління проєктом (Project Management Plan) — основоположний документ, що містить узгоджене всіма учасниками, документально зафіксоване уявлення про проєкт.

План може бути узагальненим чи деталізованим, а також може включати один чи декілька допоміжних планів управління та інші документи по плануванню.

План проєкту – це документ або перелік документів, який змінюється в міру надходження додаткової інформації, тоді як базовий план служить для контролю виконання і міняється тільки в разі затвердження запитів на зміни.

Плани проєкту класифікують за такими ознаками:

- рівень управління проєктом;
- функції управління;
- ступінь охоплення робіт проєкту.

Стадія розробки плану реалізації проєкту вважається завершеною тоді, коли підготовлено повний комплект необхідної документації:

– комплексний (зведений, головний, генеральний) календарний план;

- конкретні (детальні) календарні плани за виконавцями;
- конкретні (детальні) календарні плани за пакетами робіт;
- відомості потреб у ресурсах;
- графіки постачання технологічного устаткування та матеріалів;

- план укладення контрактів;
- перелік організаційно-технологічних заходів з реалізації проекту;
- план контролю за виконанням робіт.

Після розробки комплексного плану управління проектом його затверджують. Такий план управління проектом є «точкою опори», або вихідною базою для всього подальшого розвитку проекту.

3.8.3. Характеристика управління змістом проекту

Управління змістом проекту включає в себе процеси, що забезпечують включення в проєкт тих і тільки тих робіт, які необхідні для успішного завершення проекту.

Загальна схема процесів управління змістом проекту включає в себе наступне:

- планування управління змістом – процес створення плану управління змістом, який документує, яким чином зміст проекту буде визначатися, підтверджуватися і контролюватися;
- збір вимог – процес визначення та документування потреб зацікавлених сторін проекту для досягнення цілей проекту;
- визначення змісту – процес розробки докладного опису проекту і продукту;
- створення ієрархічної структури робіт – процес поділу результатів проекту та робіт проекту на більш дрібні елементи, якими легше управляти;
- підтвердження змісту – процес формалізованої приймання завершених результатів проекту;
- контроль змісту – процес моніторингу статусу проекту та змісту продукту, а також у правління змінами базового плану за змістом.

3.8.4. Сутність і функції структуризації проекту

Управління проектом припускає його розбивку на окремі блоки, які є самостійними об'єктами планування, обліку, організації й координування, тобто побудову структури проекту. З теоретичних позицій проектного менеджменту структура проекту розглядається як організація зв'язків і відносин між його елементами.

Для планування виконання основних завдань проекту — обсягів, часу, витрат менеджеру і команді проекту треба знати, які роботи виконувати, хто їх буде виконувати, які кошти і ресурси виділяються на ці роботи і якою є структура відповідних затрат. Відповідь на ці питання дає структуризація проекту, яка полягає у формуванні структури проектних робіт, затрат і узгодженні їх із організаційною структурою проектної команди.

Вона передбачає розробку:

- робочої структури проекту (Work Breakdown Structure — WBS)

- організаційної структури проєкту (Organization Breakdown Structure — OBS)
- затратної структури проєкту (Cost Breakdown Structure — CBS).

Структуризація - це розподіл проєкту на ієрархічні підсистеми та компоненти та встановлення між ними зв'язків та відносин, що дозволяє здійснювати управління проєктом.

Метою структурування є формування організаційної основи майбутньої системи управління проєктом.

Основні задачі структуризації проєкту:

- розкладання проєкту на окремі змістовні блоки;
- розподіл відповідальності за управління вказаними блоками, а також за виконання окремих робіт чи завдань;
- узгодження завдань та відповідальності зі структурою конкретної організації або обґрунтування засад створення нової – адекватної потребам управління проєктом – організації;
- розподіл ресурсів між окремими завданнями, роботами, виконавцями;
- формування бази для планування, контролю та оцінювання затрат на всі стадії життєвого циклу проєкту;
- визначення робіт або їх груп (пакетів), що будуть передані для виконання іншим організаціям.

Процес декомпонування повинен відповідати засадничим принципам організаційного моделювання і проєктування, а саме:

- адекватне структурне відображення процесу досягнення мети, підпроцесів створення продуктів та формування результатів проєкту;
- забезпечення повноти результатів, змісту та якості продуктів проєкту;
- урахування спеціалізації ресурсів, специфіки їх вертикального та горизонтального розподілу і групування;
- раціоналізм та ефективність системи управління загалом.

Контрольні питання:

1. Розкрийте сутність планування проєкту.
2. Охарактеризуйте основні та допоміжні процеси планування проєкту.
3. Перерахуйте структурні розділи плану проєкту, коротко охарактеризуйте кожний з них.
4. Поясніть у чому полягає різниця між планом проєкту і базовим планом.
5. Наведіть класифікацію планів проєкту.
6. Розкрийте поняття «зміст» у контексті проєкту.
7. Розкрийте процеси управління змістом проєкту.
8. Назвіть основні задачі структуризації проєкту.

9. Дайте коротку характеристику основним видам структуризації проекту.
10. Охарактеризуйте основні підходи до структуризації проекту.
11. Поясніть, що таке матриця відповідальності.
12. Охарактеризуйте основні моделі структуризації проекту.
13. Назвіть основні етапи структуризації проекту.
14. Охарактеризуйте найнижчий рівень робочої структури проекту.
15. Охарактеризуйте найнижчий рівень організаційної структури проекту.

Тема 3.9. Планування строків та термінів виконання проєктів

3.9.1. Засади управління термінами проєкту

Управління терміном проєкту (Project Time Management) – розділ проєктного менеджменту, що включає процеси, необхідні для забезпечення своєчасного виконання робіт проєкту.

Процеси управління термінами проєкту:

- планування управління розкладом – процес, який встановлює політику, процедури та документацію з планування, розробки, управління, виконання і контролю за розкладом проєкту;
- визначення операцій – процес ідентифікації та документування конкретних дій, які необхідно виконати для створення поставляються результатів проєкту;
- визначення послідовності операцій – процес виявлення і документування залежностей між операціями проєкту;
- оцінка ресурсів операцій – процес оцінки типів і кількості матеріалів, людських ресурсів, обладнання або поставок, необхідних для виконання кожної операції;
- оцінка тривалості операцій – процес оцінки кількості робочих періодів, необхідних для завершення окремих операцій з урахуванням оцінки ресурсів;
- розробка розкладу – процес аналізу послідовностей операцій, їх тривалість, потреб в ресурсах і обмежень розкладу для створення моделі розкладу проєкту;
- контроль розкладу – процес моніторингу статусу операцій проєкту для актуалізації прогресу проєкту та управління змінами базового розкладу з метою відповідності з планом.

3.9.2. Організаційно-технологічні моделі планування проєктів

Початковим кроком у плануванні проєкту є структуризація, яка передбачає планування обсягів робіт. Проте етап структуризації не дає змоги відповісти на запитання: скільки часу потрібно, щоб виконати всі

роботи за проектом, якими є календарні терміни виконання окремих робіт, субпроектів, як розподіляється у часі потреба у різних ресурсах упродовж виконання проекту? Тобто постає потреба планування ще однієї головної мети проекту — виконання його у часі.

Для вирішення цього завдання у проектному менеджменті застосовується сіткове і календарне планування. Враховуючи, що для успішної роботи над проектом менеджеру треба швидко опрацьовувати значний масив інформації, життєво необхідними стають такі спеціальні інструменти, як сітковий і календарний графіки. Їхня роль посилюється ще й тим, що вони поєднують у собі параметри часу, вартості й ресурсів.

Організаційно-технологічна модель проекту – це адекватне формалізоване відображення порядку (послідовності) виконання робіт у часі, зв'язків і залежностей між ними, встановлених згідно з вимогами (технології, організації тощо) та з урахуванням обмежень (насамперед – ресурсних).

Зазвичай моделі подають у формі графічних об'єктів – діаграм. Найпоширенішими у практиці управління проектами є такі види організаційно-технологічних моделей: лінійні діаграми (графіки Ганта), циклограми, сіткові моделі.

Використання цих інструментів у плануванні проекту дає низку переваг, до яких належать можливості:

- визначити і наочно представити повний обсяг робіт у вигляді графіка;
- встановити такі цілі проекту щодо часу виконання робіт, вартості й обсягів ресурсів, що їх реально можна досягнути;
- оцінити бюджет проекту;
- за ходом здійснення проекту контролювати виконання робіт і передбачати подальший перебіг подій;
- ефективно розподілити відповідальність за проектні роботи між членами команди;
- визначивши критичні роботи, переміщувати ресурси, зменшувати ризики і невизначеність.

3.9.3. Календарне планування

Календарне планування – це складання та коригування розкладу, в якому роботи, виконані різними організаціями-учасниками проекту, погоджуються в часі між собою і з можливостями їхнього забезпечення різними видами ресурсів. При цьому повинне бути забезпечене дотримання заданих обмежень і оптимальний (за прийнятим критерієм) розподіл ресурсів.

Календарний план – план проекту, поданий у форматі реального часу (фактичних календарних дат).

Календарне планування здійснюється на всіх етапах життєвого шляху проєкту.

Процес календарного планування передбачає виконання таких кроків:

1. Ідентифікація проєкту.
2. Структурування проєкту.
3. Розроблення організаційно-технологічної моделі проєкту.
4. Розроблення календарного плану виконання робіт проєкту.
5. Розроблення календарного плану управління проєктом.
6. Вартісна оцінка елементів проєкту, визначення бюджету проєкту.
7. Оптимізація планів за вибраним критерієм.

Календарний план (Schedule) як перелік тільки планових параметрів проєктних робіт втрачає свій сенс без порівняння з фактичними термінами їх виконання, тому частіше ведуть мову про календарні графіки.

Календарне планування ставить за мету координацію діяльності залучених до проєкту виконавців для забезпечення його успішного завершення, створення умов задля реагування на ринкові можливості та вчасного надходження доходів, що гарантує ефективність інвестицій.

3.9.4. Сіткове планування

Сіткове планування полягає передусім у побудові сіткового графіка та обчисленні його параметрів.

Застосування сіткового планування допомагає відповісти на такі запитання:

1. Скільки часу потрібно на виконання усього проєкту?
2. У який час мають розпочинатися та закінчуватися окремі роботи?
3. Які роботи є «критичними» і повинні виконуватися точно за графіком, аби не зірвати строки виконання проєкту у цілому?
4. На який термін можна відкласти виконання «некритичних» робіт, щоб це не вплинуло на строки виконання проєкту?

Методи сіткового планування — це методи, основна мета яких полягає в тому, щоб зменшити до мінімуму тривалість проєкту.

До основних методів сіткового планування відносяться:

- метод критичного шляху (CPM);
- метод оцінки і аналізу програм (PERT);
- метод графічної оцінки і перегляду планів (GERT);
- метод критичних ланцюгів (CCM).

Контрольні питання:

1. Чим відрізняються головні завдання побудови робочої структури проєкту і сіткового планування?

2. Які основні завдання вирішує календарне планування? З чого воно складається?

3. У чому виявляється різниця між діаграмами передування і стрілочними графіками?

4. Чи може мати проект кілька критичних шляхів? Чому?

5. У чому полягає врахування невизначеності при календарному плануванні проєктів?

6. За яким алгоритмом здійснюється оптимізація сіткового графіка?

7. Яким є критичний шлях і загальний час виконання проєкту?

8. Назвіть види календарних графіків.

9. Визначте позитивні риси діаграми Ганта.

10. Яке призначення сіткового планування?

Тема 3.10. Інвестиційна діяльність у будівництві

3.10.1. Основні поняття інвестиційної діяльності

Інвестиційна діяльність – це сукупність практичних дій фізичних і юридичних осіб по реалізації інвестицій в промисловість, будівництво, сільське господарство, енергетику, транспорт та інші галузі національної економіки. Регулювання інвестиційної діяльності здійснюється шляхом розробки і застосування норм інвестиційного законодавства.

Основними **рисами інвестиційної діяльності** є:

- володіння матеріальними та нематеріальними цінностями на певній правовій підставі;
- самостійність і ініціатива при ухваленні рішення про їх вкладення в об'єкти підприємницької та інших видів діяльності;
- надання вкладеним цінностям статусу інвестицій.

Як інвестиції інвестор може використовувати кошти, банківські депозитні вклади, акції, облігації, векселі та інші цінні папери, що мають офіційний статус на фондовому ринку, рухоме і нерухоме майно (будівлі та споруди, машини і механізми), матеріальні цінності, інтелектуальні цінності, закріплені авторськими правами на відкриття, винаходи, ноу-хау, проєктні та конструкторські розробки, земельні ділянки та інші природні ресурси, що знаходяться у власності інвестора і представляють певну цінність.

У **ролі інвесторів** можуть виступати:

- органи, уповноважені управляти державним і муніципальним майном чи майновими правами;
- громадяни, підприємства, підприємницькі об'єднання та інші юридичні особи;
- іноземні фізичні та юридичні особи, міжнародні організації.

Допускається об'єднання коштів інвесторами для здійснення спільного інвестування.

Інвестори можуть виступати в ролі вкладників, замовників, кредиторів, покупців, а також виконувати функцію будь-якого іншого учасника інвестиційної діяльності.

Інвестиційна діяльність складається з таких елементів, як розробка інвестиційних намірів, розробка інвестиційного проєкту, визначення джерел інвестування та встановлення договірних відносин, організація будівельної діяльності по спорудженню об'єкта і забезпечення його функціонування відповідно до вимог проєкту.

3.10.2. Інвестування основних фондів



Рисунок 3.10.1 – Структура основних фондів

Основні фонди — це частина засобів виробництва, які беруть участь у процесі виробництва тривалий період, зберігаючи при цьому натуральну форму і властивості, а також переносять свою вартість на вартість готового продукту частинами.

Інвестування у створення та відтворення основних фондів здійснюється у формі **капітальних вкладень**.

Капітальні вкладення – це інвестиції в основний капітал, в тому числі витрати на нове будівництво, розширення, реконструкцію і технічне переозброєння діючих підприємств, придбання машин, обладнання, інструменту, інвентарю, проектно-вишукувальні роботи та інші витрати.

Джерелами інвестицій можуть бути бюджетні, власні, залучені і позикові кошти:

- бюджетні кошти виділяються для реалізації загальнодержавних великомасштабних програм і проєктів (з національного бюджету; бюджетів муніципальних утворень);
- власні кошти підприємств (амортизаційні відрахування, прибутки, кошти страхових організацій у вигляді страхового відшкодування);
- залучені кошти (благодійні та інші внески, кошти, передані в порядку пайової участі, кошти товариств власників житла, житлово-будівельних кооперативів та ін.; кошти від продажу акцій, житлових сертифікатів та ін.);
- позикові кошти (кредити банків; інвестиційних фондів; кредити іноземних інвесторів; облігаційні позики, державні кредити та ін.).

Фінансування капітальних вкладень по будівництвах і об'єктах може здійснюватися за рахунок як одного, так і декількох джерел.

Зацікавленість як юридичних, так і фізичних осіб у вкладенні капіталу в певну сферу визначається величиною доходу. Якщо інвестиції, вкладені в будівництво, будуть приносити вищий дохід в порівнянні з вкладеннями грошових коштів в інші сфери, наприклад, в комерційні банки, інвестори будуть вкладати свої кошти в сферу розвитку виробництва, капітальне будівництво. У міру насичення капіталом даного сегмента ринку відбувається перерозподіл інвестицій в інші, більш прибуткові області.

3.10.3. Види інвестицій

По об'єктах інвестиційної діяльності розрізняють реальні і фінансові інвестиції.

Під реальними інвестиціями розуміють вкладення коштів у реальні активи – як матеріальні, так і нематеріальні. Так, вкладення коштів в заходи науково-технічного прогресу називають інноваційними інвестиціями.

Виділяють наступні групи реальних інвестицій:

- інвестиції, призначені для підвищення ефективності власного виробництва. У цю групу входять інвестиції в заміну обладнання, модернізацію основних фондів;
- інвестиції в створення нового власного виробництва або застосування нових технологій у власному виробництві. Ця група включає інвестиції в створення нових підприємств, реконструкцію існуючих з націленістю на нову продукцію або нові ринки збуту;
- інвестиції в розширення власного виробництва. У цю групу входять інвестиції, які мають на меті розширення обсягу продукції, що випускається в рамках вже існуючого виробництва;
- інвестиції в невластне виробництво. Дані інвестиції забезпечують виконання державного замовлення або замовлення іншого замовника, тобто це участь в інвестиційному проєкті.

Під фінансовими інвестиціями розуміють вкладення коштів у різні фінансові інструменти (активи), серед яких найбільш значущу частку займають вкладення коштів в цінні папери.

Фінансові інвестиції поділяються на вкладення в цінні папери та вкладення в банківські депозити і сертифікати.

Цінні папери (англ. securities) – документи, які засвідчують зобов'язальні відносини між особою, яка їх видала, та особою, яка є їхнім власником. Документ вважається цінним папером якщо відповідно до законодавства він може бути самостійним об'єктом прав.

Цінні папери, залежно від виду, засвідчують наявність певних правовідносин, зокрема: корпоративних прав (як акції), відносин позики (як облігації), а також передбачають можливість передачі всіх прав, що впливають із цих документів, іншим особам шляхом передачі прав на сам цінний папір.

Фінансові інвестиції реалізуються зазвичай за участю посередника, а тому цей вид інвестицій часто називають непрямыми інвестиціями. Також за характером участі в інвестуванні виділяють прямі інвестиції, що направляються безпосередньо в матеріальний об'єкт за участю самого інвестора; до них відносять реальні та інтелектуальні інвестиції.

По термінах вкладень виділяють короткострокові, середньострокові і довгострокові інвестиції.

Під короткостроковими інвестиціями розуміються вкладення коштів на період до одного року. Середньострокові інвестиції представляють собою вкладення коштів на термін від одного року до трьох років, довгострокові інвестиції - на термін понад три роки.

За формами власності на інвестиційні ресурси виділяють приватні, державні, іноземні та змішані інвестиції.

Під приватними інвестиціями розуміють вкладення коштів приватних інвесторів: громадян і підприємств недержавної форми власності.

Державні інвестиції – це вкладення, здійснювані державними органами влади і управління, а також підприємствами державної форми власності.

До іноземних інвестицій відносять вкладення коштів іноземних громадян, фірм, організацій, держав.

Під змішаними інвестиціями розуміють вкладення, здійснювані як приватними, так і державними вітчизняними і зарубіжними економічними суб'єктами.

3.10.4. Технологічна і відтворювальна структура капітальних вкладень

Технологічна структура капітальних вкладень характеризує склад витрат на спорудження об'єкта і їх частку в загальній кошторисній

вартості. Технологічною структурою характеризується матеріально-речовинний внесок будівельної галузі в відтворення основних фондів.

Галузева структура капітальних вкладень визначає розподіл коштів по галузях промисловості та видами економічної діяльності.

Територіальна структура характеризує розподіл обсягу капітальних вкладень по регіонах країни.

З точки зору технологічної структури капітальні вкладення складаються з вартості таких видів робіт і витрат:

- будівельних робіт;
- робіт по монтажу обладнання;
- витрат на обладнання (яке потребує і не потребує монтажу), передбачене в кошторисах на будівництво;
- витрат на інструмент і інвентар, що включаються до кошторисів на будівництво;
- витрат на машини та обладнання, що не входять до кошторисів на будівництво;
- інших капітальних робіт і витрат.

Будівельні роботи підрозділяються на загальнобудівельні, санітарно-технічні та спеціальні.

До загальнобудівельних відносяться земляні, кам'яні, бетонні, залізобетонні роботи, монтаж різних (блокових, металевих, цегляних та ін.) конструкцій, улаштування підлоги, покрівель, оздоблювальні, пальові роботи, а також роботи з озеленення, підготовці території будівництва, облаштування захисних лісонасаджень, багаторічних плодових насаджень, планування території, знесення і перенесення будівель тощо.

До санітарно-технічним відносяться роботи з улаштування внутрішнього водопроводу, каналізації, опалення, газопостачання, вентиляції та кондиціонування повітря (включаючи вартість опалювальних котлів, радіаторів, калориферів, бойлерів та інших санітарно-технічних виробів і облаштувань), а також інших внутрішніх трубопроводів, прокладку зовнішніх інженерних мереж.

Спеціальні будівельні роботи включають роботи з улаштування основ, фундаментів і опорних конструкцій під обладнання, технологічних каналів, тунелів, приямків, а також проведення ізоляції і забарвлення устаткування, монтаж металоконструкцій.

До монтажних робіт відносяться складання та встановлення в проектне положення на місці постійної експлуатації (включаючи перевірку та індивідуальний іспит) усіх видів устаткування; прокладка ліній електропостачання і технологічних мереж, приєднання до електричних мереж, підготовка до здачі під налагодження електричних машин і інші подібні роботи.

До робіт з монтажу обладнання відносяться роботи по збірці і установці технологічного, енергетичного, підйомно-транспортного,

насосно-компресорного та іншого обладнання на місці його постійної експлуатації, включаючи перевірку і випробування якості монтажу; роботи але влаштуванню підводок до обладнання; по монтажу і установці пристроїв, конструктивно пов'язаних з обладнанням.

До складу витрат на обладнання, інструмент, інвентар входять вартість технологічного, енергетичного, підйомно-транспортного та іншого обладнання (що потребує та не потребує монтажу), що входить до кошторисів на будівництво: верстатів, пресів, двигунів, генераторів, транспортних засобів, технологічно пов'язаних з процесом промислового виробництва тощо; вартість нестандартного обладнання (включаючи вартість його проектування); вартість контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації і зв'язку, виробничого інструменту та інвентарю, а також вартість виготовлених на будівництві окремих вузлів і деталей обладнання.

Устаткування поділяється на обладнання, що входить і не входить до кошторисів на будівництво; потребує монтажу й не потребує монтажу. До обладнання, що вимагає монтажу, відносяться обладнання, яке може бути введено в дію тільки після складання його окремих частин або установки на фундаменти і опори, і електронно-обчислювальні машини, для здачі в експлуатацію яких потрібно виконати електромонтажні і пусконаладжувальні роботи.

До складу інших капітальних робіт і витрат входять проектно-вишукувальні роботи, які здійснюються за рахунок капітальних вкладень, а також авторський нагляд проектних організацій, експертизи проектів; витрати по відведенню земельних ділянок і переселенню у зв'язку з будівництвом, а також інші витрати.

Відтворювальна структура капітальних вкладень включає:

- нове будівництво;
- реконструкцію;
- розширення;
- технічне переозброєння діючих об'єктів основних засобів.

При будівництві нових об'єктів здійснюється зведення комплексу об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення новостворюваних підприємств, будівель і споруд, а також філій і окремих виробництв, які після введення в експлуатацію будуть знаходитись на самостійному балансі. Нове будівництво, як правило, здійснюється на вільних територіях з метою створення нових виробничих потужностей.

При розширенні діючих підприємств проводиться будівництво додаткових виробництв на раніше створеному підприємстві, зведення нових і розширення існуючих окремих цехів та об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення на території діючих підприємств або прилеглих до них майданчиків з метою створення додаткових або нових виробничих потужностей, а також будівництво

філій і виробництв, що входять до їх складу, які після введення в експлуатацію не будуть знаходитись на самостійному балансі.

Технічне переозброєння діючих підприємств розглядається як комплекс заходів щодо підвищення техніко-економічного рівня окремих виробництв, цехів і діляниць на основі впровадження передової технології і нової техніки, механізації і автоматизації виробництва, модернізації та заміни застарілого і фізично зношеного устаткування новим, більш продуктивним, а також вдосконалення загальнозаводського господарства та допоміжних служб.

Контрольні питання:

1. Назвіть основні риси інвестиційної діяльності?
2. Хто може виступати у ролі інвесторів проєкту?
3. Як проводиться прогнозування потреби в загальному обсязі фінансових коштів для реального фінансування?
4. З яких елементів складається інвестиційна діяльність?
5. За рахунок яких джерел формуються інвестиційні ресурси проєкту?
6. Які методи інвестування застосовуються при реалізації проєкту?
7. Охарактеризуйте самофінансування як метод інвестування та його особливості.
8. Які існують залежності між методами та джерелами фінансування інвестиційних ресурсів?
9. Що таке реальні інвестиції? На які групи вони поділяються?
10. Що відносять до фінансових інвестицій?

Тема 3.11. Проєктне фінансування

3.11.1. Передумови виникнення

В Україні, як і на Заході, проєктне фінансування знаходиться в початковій стадії свого розвитку, тому немає однозначного трактування цього способу фінансування, а також однозначного підходу до визначення його сутності.

Передумовами розвитку проєктної форми фінансування стали:

- необхідність залучення довгострокових фінансових ресурсів у величезних обсягах і, отже, об'єднання коштів багатьох великих інвесторів (що визначило виникнення консорціумного фінансування);
- конкуренція інвесторів за найбільш вигідне вкладення капіталу на довгостроковій основі, у тому числі у ризиковані проєкти з необхідністю прийняття на себе певних додаткових ризиків, не характерних для звичайного кредитування;

- впровадження глобальних інвестиційних проєктів, складних за своєю структурою і специфікою впровадження, що вимагають надання сукупності найрізноманітніших професійних послуг (у тому числі фінансових);
- активізація діяльності приватного сектору у сфері традиційно державних послуг за допомогою укладання концесійних угод;
- необхідність значних інвестицій у стійкий світовий розвиток, зокрема низьковуглецеві форми інфраструктури;
- швидка зростаюча урбанізація міст, що потребує значних інвестицій у їх інфраструктуру.

Концесія — надання з метою задоволення громадських потреб уповноваженим органом виконавчої влади чи органом місцевого самоврядування на підставі концесійного договору на платній та строковій основі юридичній або фізичній особі (суб'єкту підприємницької діяльності) права на створення (будівництво) та (або) управління (експлуатацію) об'єкта концесії (строкове платне володіння), за умови взяття суб'єктом підприємницької діяльності (концесіонером) на себе зобов'язань по створенню (будівництву) та (або) управлінню (експлуатації) об'єктом концесії, майнової відповідальності та можливого підприємницького ризику.

На відміну від договору оренди, концесійний договір передбачає фінансування об'єкту концесії. Сам об'єкт концесії після завершення строку дії договору має бути повернений концесієдавцю.

3.11.2. Зміст, характеристика проєктного фінансування

Сьогодні виділяють три найбільш загальних підходи до визначення сутності проєктного фінансування:

- під проєктним фінансуванням розуміють окрему форму фінансування, яка ґрунтується на життєздатності самого проєкту без урахування платоспроможності і гарантій основних його учасників.
- проєктне фінансування розглядається як механізм фінансування інвестицій, який забезпечує техніко-економічну ефективність діяльності підприємства і дає можливість генерувати достатні для цього грошові потоки;
- процес фінансування – це об'єднання різних джерел і методів фінансування конкретного інвестиційного проєкту з розподілом ризиків серед його учасників.

Об'єктом проєктного фінансування, як правило, є проєкти сектора соціальної і виробничої інфраструктури, яка характеризується значною капіталомісткістю, низькою комерційною ефективністю, але має стратегічне значення для економіки країни.



Рис. 3.11.1 – Схема організації проектного фінансування

Такий сектор охоплює об'єкти транспорту, енергетики, зв'язку, водопостачання і каналізації, переробки твердих відходів тощо. Схеми проектного фінансування застосовуються також під час спорудження або відновлення великих промислових об'єктів (наприклад, нафто- або газовидобутку).

Проектне фінансування дозволяє здійснити багатосторонні проекти, в яких дотримується баланс інтересів усіх учасників і використовуються при цьому різні фінансові інструменти.

Складність організації фінансування таких проектів обумовлена тривалим терміном їхньої реалізації, залучення широкого спектра технічних, економічних, фінансових і юридичних послуг різних суб'єктів, які беруть участь у підготовці і реалізації проекту.

Залежно від **джерел мобілізації фінансових ресурсів** проектного фінансування може реалізуватися за рахунок:

- власних коштів;
- запозичених коштів (як правило, інвестиційних кредитів і емісії корпоративних облігацій);
- залучених коштів (акціонерів, компаньйонів, пайових внесків тощо);
- коштів державного бюджету;
- інших джерел фінансування, не заборонених чинним законодавством.

Окремим різновидом проектного фінансування за рахунок запозичених засобів є фінансування, засноване на використанні механізму фінансового **лізингу**. Перевагою цього виду фінансування в порівнянні з банківським кредитуванням є залучення інвестицій із меншим ризиком для інвестора, оскільки лізингова компанія зберігає власність на об'єкт лізингу.

Лізинг – це один із видів кредитних операцій. Простими словами, це довгострокова оренда з подальшим правом викупу майна.

Акціонерний капітал може створюватися у вигляді грошових вкладень, майна, а також у формі економічного обґрунтування проекту або

права використання природних ресурсів, якщо таке право надане державними або муніципальними органами.

Перевагами цього виду фінансування є наступні:

- значний обсяг фінансових або інших ресурсів акумулюється на початку реалізації проекту, що дає можливість перенести виплату основних сум боргу на пізніші терміни;
- для фінансування великих проєктів, що вимагають значних обсягів інвестицій, випуск акцій може поєднуватися з іншими залученими або позиковими ресурсами.

3.11.3. Види проєктного фінансування

Сумісне проєктне фінансування – це фінансування декількома кредитними установами. Має місце в процесі реалізації великих інвестиційних проєктів переважно у сферах інфраструктури. Ініціаторами загального фінансування, як правило, є міжнародні фінансові організації, які залучають до цих операцій банки, що зазвичай кредитують найбільш прибуткову частину проєкту.

Застосовуються дві форми спільного проєктного фінансування:

- паралельне фінансування, при якому проєкт ділиться на складові частини, що кредитуються різними незалежними один від одного кредиторами у межах встановленої для них квоти;
- синдиковане фінансування, при якому всі кредитори надають позики в процесі виконання проєкту.

За **ступенем ризику** кредитора проєктне фінансування ділиться на фінансування:

- без регресу на позичальника;
- із частковим регресом на позичальника;
- з повним регресом на позичальника.

Під категорією «регрес» розуміють право кредитора висувати зворотні фінансові вимоги до позичальника. Найбільш дорогою для позичальника є схема фінансування **без регресу**, тобто права на висунення фінансових вимог до позичальника відсутні. За цих умов кредитор бере на себе всі комерційні і політичні ризики, пов'язані з реалізацією проєкту, але плата за надання кредиту значно вища, ніж при інших способах фінансування.

Проектне фінансування з частковим регресом на позичальника ґрунтується на оцінці всіх ризиків, пов'язаних з реалізацією проєкту. Вони розподіляються між всіма учасниками угоди так, щоб останні могли перейняти на себе всі залежні від них ризики. Наприклад, позичальник переймає на себе всі ризики, пов'язані з експлуатацією підприємства; підрядник несе відповідальність за завершення будівництва підприємства; постачальники устаткування беруть на себе ризики, пов'язані з

комплектністю і якістю постачань тощо. Вартість цього типу фінансування невисока, що сприяло його поширенню на практиці.

Проектне фінансування з повним регресом на позичальника є типом фінансування, якому віддається перевага через швидкість і простоту отримання необхідних коштів, а також нижчої вартості їх залучення в порівнянні з іншими типами проектного фінансування. Цей тип фінансування застосовується у разі:

- надання коштів для реалізації малоприбуткових проєктів, що мають державне значення, об'єктів інфраструктури, проєктів, що дають можливість погасити кредити за рахунок інших доходів позичальника;
- надання коштів у формі експортного кредиту;
- недостатньої надійності виданих за кредитом гарантій, хоч вони і покривають всі ризики за проєктом;
- виділення коштів для невеликих проєктів, чутливих навіть до незначного збільшення витрат.

За умови фінансування проєкту з повним регресом на позичальника кредитор не бере на себе ніяких ризиків за проєктом.

Тип фінансування з повним регресом усіх ризиків на позичальника також застосовується для проєктів, які мають державне значення, здійснюються під гарантію уряду і за його сприяння. Винятком є форс-мажорні та політичні ризики, які може брати на себе кредитор. Так фінансуються проєкти пріоритетного розвитку областей, регіонів, виробничої і соціальної інфраструктур та ін.

3.11.4. Планування витрат проєкту

Важливою складовою реалізації проєкту є планування витрат.

Планувати витрати потрібно так, щоб вони могли задовольнити потреби у фінансових ресурсах протягом усього періоду реалізації проєкту.

Всі витрати проєкту класифікуються за низкою ознак. Так, зокрема, всі витрати за проєктом поділяються на інвестиційні та поточні.

До інвестиційних належать витрати на інвестиції до основного капіталу (придбання землі, будівництво приміщень та споруд, купівля або оренда технології та обладнання), передвиробничі витрати на потреби в обіговому капіталі.

Поточні витрати – це витрати на випуск продукції, що містять витрати на придбання сировини, основних та допоміжних матеріалів, оплату праці, загальні витрати, які припадають на звітний період.

За способами включення у собівартість проєктних робіт та за характером участі у процесі реалізації проєкту витрати поділяються на прямі та непрямі. Прямі – це витрати, які безпосередньо пов'язані з виконанням проєктних робіт і включаються у виробничу собівартість проєктних робіт відповідних об'єктів обліку за прямою ознакою, зокрема:

прямі матеріальні витрати, прямі витрати на оплату праці; відрахування на соціальні заходи, інші прямі витрати. Непрямі (надалі – загальновиробничі витрати) – це витрати, пов’язані з управлінням та обслуговуванням процесів, організацією виконання проектних робіт та інші витрати, які не можуть бути віднесені економічно доцільним шляхом безпосередньо до конкретного об’єкта витрат.

Залежно від зміни обсягів виконаних проектних робіт виробничі витрати поділяються на постійні та змінні.

Змінні витрати – це витрати, величина яких зростає при збільшенні обсягів виконаних проектних робіт і зменшується при їх зменшенні. До цих витрат належать: витрати на матеріали, на оплату праці робітників, відрахування на соціальні заходи тощо.

Постійні витрати – це витрати, величина яких залишається незмінною при зміні обсягу виконаних проектних робіт. До цих витрат належать витрати, пов’язані з управлінням, організацією та обслуговуванням виробництва.

До ресурсів проекту належать трудові ресурси, обладнання, матеріали та грошові кошти. Крім того, вони поділяються на два основних класи – відновлювані, тобто ті, що можуть бути повторно використані на різних операціях проекту (трудові ресурси, обладнання), та невідновлювані, які на окремих операціях проекту витрачаються та використовуватись більше не можуть (матеріали).

Одним із важливих питань в управлінні проектами є питання планування потреби в ресурсах. Іноді існує така ситуація, коли підприємства не планують належним чином і не наділяють проектну команду належними ресурсами, що на кінцевому етапі реалізації проекту нерідко призводить до негативних результатів.

Контрольні питання:

1. Розкрийте суть проектного фінансування.
2. Назвіть передумови розвитку проектної форми фінансування.
3. Назвіть та опишіть види проектного фінансування.
4. В чому полягає відмінність концесійного договору від договору оренди?
5. З яких джерел фінансових ресурсів може реалізовуватись проектне фінансування?
6. Сутність лізингу, як методу фінансування.
7. Які джерела фінансування інвестицій використовують при застосування методу фінансування — лізинг?
8. Розкрийте суть поняття «регрес» в контексті проектного фінансування.
9. Сутність проектного фінансування з частковим регресом
10. Сутність проектного фінансування з повним регресом

Тема 3.12. Управління ризиками в проєктах

3.12.1. Проєктні ризики та їх класифікація

У ринковій економіці ризик є невід'ємним атрибутом господарювання. Невизначеність призводить до того, що уникнути ризику неможливо. Але це не значить, що слід шукати такі рішення, в яких завчасно відомий результат, вони, як правило, неефективні. Необхідно навчитися передбачати ризик, оцінювати його розміри, планувати заходи по його запобіганню та не перевищувати допустимих меж.

Планування та реалізація проєктів відбувається в умовах невизначеності, що породжується зміною внутрішнього та зовнішнього середовища. Під невизначеністю розуміють відсутність повної та достовірної інформації про умови реалізації проєкту.

Невизначеність, пов'язана з можливістю виникнення в ході реалізації проєкту несприятливих умов, ситуацій та наслідків, називається **ризиком**.

Ризик являє собою складну економічно-управлінську категорію, при визначенні якої має місце ряд протиріч.

Управління ризиком – це процес реагування на події та зміни ризиків у процесі виконання проєкту.

При цьому важливим є проведення моніторингу ризиків. Моніторинг ризиків включає контроль ризиків протягом всього життєвого циклу проєкту. Якісний моніторинг ризиків забезпечує управління інформацією, яка допомагає приймати ефективні рішення до настання ризикових подій.

Найбільш розповсюдженою характеристикою ризику є загроза або небезпека виникнення невдач у тій чи іншій діяльності, небезпека виникнення несприятливих наслідків, змін зовнішнього середовища, які можуть викликати втрати ресурсів, збитки, а також небезпеку, від якої слід застрахуватися.

Під господарським ризиком розуміють загрозу, небезпеку виникнення збитків у будь-яких видах діяльності, пов'язаних із виробництвом продукції, товарів, послуг та їх реалізацією, товарно-грошовими та фінансовими операціями, комерційною діяльністю, здійсненням соціально-економічних та науково-технічних програм.

При оцінці проєктів найбільш суттєвими є такі види невизначеності та інвестиційних ризиків:

- невизначеність політичної ситуації, ризик несприятливих соціально-політичних змін у країні та регіоні;
- ризик, пов'язаний із нестабільністю економічного законодавства та поточної економічної ситуації, умов інвестування та використання прибутку;

- зовнішньоекономічний ризик (можливість введення обмежень на торгівлю та постачання, закриття кордонів тощо);
- неповнота та неточність інформації про динаміку техніко-економічних показників, параметри нової техніки та технології;
- коливання ринкової кон'юнктури, цін, валютних курсів;
- невизначеність природно-кліматичних умов, можливість стихійних лих;
- виробничо-технологічний ризик (аварії, виробничий брак);
- невизначеність цілей, інтересів та поведінки учасників;
- неповнота та неточність інформації про фінансовий стан та ділові репутації підприємств-учасників (можливість неплатежів, банкрутств, зривів договірних зобов'язань).

За джерелами виникнення ризику класифікуються на: політичні; господарські; форс-мажорні.

Політичні ризики обумовлені: ризиком зміни державного устрою, частими змінами уряду; нестабільністю політичної влади; неадекватністю політичних рішень;

Господарські ризики можуть включати: ризик зміни податкового законодавства; ринковий ризик (відсутність споживачів товарів та послуг); ризик капітальних вкладень (інфляція); ризик зміни цін постачальників; ризик затримки платежів за реалізовану продукцію; ризик неадекватного менеджменту тощо.

Форс-мажорні обставини включають: ризики землетрусу, повені, бурі, урагану та інших стихійних лих; ризики виникнення міжнаціональних конфліктів; ризик втрати майна при пожежі.

Інвестори повинні бути впевнені, що прогнозованих доходів від проєкту вистачить для покриття витрат, виплат заборгованостей та забезпечення окупності капіталовкладень. Мова йде про **ризик нежиттєздатності проєкту**.

Велика доля позикового капіталу при здійсненні проєктів підвищує ризик порушення принципу ліквідності підприємства, тобто існує **фінансовий ризик**.

Взагалі, фінансовий ризик поділяють на **ризик ліквідності** та **ризик рентабельності**. Договірні виплати платежів по кредиту, як правило, необхідно проводити і тоді, коли проєкт здійснюється не так успішно, як було заплановано. Результатом може бути ліквідація проєкту, продаж за безцінь майна та втрата власного капіталу. При фінансуванні власним капіталом можна припинити виплату дивідендів та заплановані погашення аж до покращення ситуації з ліквідністю.

З іншого боку, отримання додаткового капіталу підвищує рентабельність власного капіталу. Це виникає тоді, коли проценти за додатковий сторонній капітал менші за прибуток від капіталу. Частіше, неможливо взагалі відмовитися від використання в проєкті стороннього

капіталу, так як не вистачає коштів для покриття витрат на необхідні інвестиції. Якщо отримані кошти зі сторони не ведуть до збільшення прибутку, то може скластися ситуація, коли рентабельність власного капіталу значно зменшується, і в екстремальному випадку можна втратити і власний капітал. Навіть успішні проекти не можуть бути захищені від коливань. Тому планові щорічні доходи від проекту повинні перекривати максимальні річні виплати по заборгованості. При цьому, для зниження ризику, який має назву ризик несплати заборгованості, формують резервний фонд як можливість додаткового фінансування проекту шляхом відрахувань визначеного відсотка від реалізації продукції проекту.

Податковий ризик включає: неможливість використання з тих або інших причин податкових пільг, встановлених законодавством; зміну податкового законодавства та рішення податкової служби, які знижують податкові переваги.

Інвесторів турбує і ризик додаткових витрат, пов'язаних із несвоєчасним завершенням будівництва проекту через інфляції, коливання курсів валют, екологічні проблеми. Тому, перед початком будівництва учасники проекту повинні дійти згоди відносно гарантій його своєчасного завершення.

Ризик непередбачених змін вартісних оцінок проекту в результаті зміни початкових управлінських рішень, а також змін ринкових та політичних обставин, отримав назву **динамічного**. Зміни можуть привести як до втрат, так і до додаткових доходів.

Виходячи з певної ймовірності виникнення небажаних ситуацій, необхідно побудувати діяльність таким чином, щоб зменшити ризик і пов'язані з ним втрати в майбутньому.

Необхідно також провести аналіз чутливості проекту. Він полягає в тому, що, крім прогнозованих фінансових результатів, розрахованих для базового варіанту, виконується розрахунок ще для декількох екстремальних випадків: розрахунок за найгіршим сценарієм — коли зовнішні фактори максимально заважають здійсненню проекту; розрахунок за найкращим сценарієм — коли зовнішні фактори максимально сприяють здійсненню проекту.

За найгіршого сценарію реалізації проекту повинна бути забезпечена прибутковість, яка гарантує виконання зобов'язань перед кредиторами.

Із точки зору причин виникнення, проєктні ризики обумовлені:

- постановкою помилкової цілі, невизначеністю ситуації;
- можливістю відхилень у процесі реалізації рішень від цілей, передбачених проєктом, внаслідок внутрішнього та зовнішнього впливу;
- ймовірністю досягнення помилкового результату;

- можливістю виникнення несприятливих наслідків у ході реалізації проєкту;
- очікуванням безпеки, невдачі;
- обмеженістю ресурсів;
- зіткненням інтересів учасників складання плану проєкту та виконавців;
- недостатньою кваліфікацією персоналу, схильністю до суб'єктивізму;
- протидією партнерів;
- обов'язковістю вибору при прийнятті рішень;
- форс-мажорними обставинами (природними, політичними, економічними, технологічними, ринковими і т. п.);
- договірною дисципліною (затримкою постачань, розривом контрактів);
- дисципліною зобов'язань (несвоєчасною сплатою відсотків, податків та інших платежів);
- низькою якістю продукції, робіт, послуг тощо.

Втрати, пов'язані з ризиком, можуть бути:

- матеріальними (додаткові витрати сировини, матеріалів, палива, обладнання та іншого майна),
- фінансовими (штрафи, пені, неустойки, неповернення дебіторської заборгованості, зменшення реалізації внаслідок збільшення цін та ін.);
- трудовими (непередбачені простої, виплати за простої та ін.),
- втратами часу.

Залежно від причин виникнення ризику класифікують на такі групи: зовнішні ризики, внутрішні та інші ризики.

Зовнішні ризики поділяються, в свою чергу, на:

1. Непередбачувані зовнішні ризики: заходи державного впливу у сфері оподаткування, ціноутворення, землекористування, фінансово-кредитній сфері, охорони навколишнього середовища, вплив органів експертизи та ін.; природні катастрофи (землетруси, повінь та інші природні катаклізми); кримінальні та економічні злочини (тероризм, саботаж, рекет та ін.); зовнішні ефекти: політичні (заборона на діяльність та ін.), економічні (зрив постачання, банкрутство партнерів, клієнтів), екологічні (аварії), соціальні (страйки) і т. п.

2. Передбачувані зовнішні ризики: ринковий ризик (зміна цін, валютних курсів, вимог споживачів, кон'юнктури, конкуренція, інфляція та ін.); операційний ризик (відмова від цілей проєкту, порушення правил експлуатації та техніки безпеки, неможливість підтримки робочого стану обладнання, споруд і т. п.).

Внутрішні ризики поділяються на:

1. Внутрішні організаційні ризики, а саме: зриви робіт через нестачі робочої сили, матеріалів, затримки постачань, помилок у плануванні та

проектуванні, незадовільного оперативного управління, зміна раніше узгоджених вимог та поява додаткових вимог з боку замовників та партнерів та ін.; перевитрати, що виникли внаслідок: зриву планів робіт проєкту, низької кваліфікації розробників проєкту, помилок у складанні кошторисів та бюджетів, неефективної стратегії постачання та збуту, виявлення претензій з боку партнерів, постачальників та споживачів.

2. Внутрішні технічні ризики: зміна технології виконання робіт, помилкові технологічні рішення, помилки в проєктній документації, невідповідність проєктним стандартам, поломки техніки тощо.

До інших ризиків відносять транспортні, митні інциденти, ризики, пов'язані зі здоров'ям людей, пошкодженням майна, та правові, які виникають при придбанні ліцензій, патентів, авторських прав та ін.

Із перерахованих ризиків слід виділяти ризики, які можуть бути застраховані. До таких ризиків можна віднести: прямі майнові збитки, пов'язані з перевезенням, поставкою матеріалів, та непрямі збитки, спричинені демонтажем і переміщенням пошкодженого майна, неодержанням орендної плати, повторним встановленням обладнання; ризики, що підлягають обов'язковому страхуванню (від пошкодження майна, від викрадення транспортних засобів, від нещасних випадків на виробництві, від захворювань).

3.12.2. Принципи управління проєктними ризиками

Одним з основних завдань, які розв'язують у межах управління проєктами, є управління ризиками проєктної діяльності, або управління ризиками проєкту. Це завдання не відокремлюється від більшості інших функцій управління проєктами. При визначенні фінансових потреб, обчисленні кошторису й бюджету, підготовці й укладенні контрактів, під час контролю за реалізацією проєкту постає завдання захисту учасників проєктної діяльності від різних видів ризиків.

Ризики існують на всіх фазах і етапах проєктної діяльності, тому функція управління ними є актуальною аж до закриття проєкту. Управління проєктними ризиками "пронизує" всі без винятку напрямки діяльності в межах управління проєктами. Тому виникають різні труднощі (організаційні, кадрові, психологічні тощо) щодо виокремлення цієї функції в самостійний елемент організаційної структури управління проєктами. У процесі реалізації навіть великих проєктів діяльність з управління ризиками координує керівник (менеджер) проєкту. Якщо проєктна команда не врахує хоча б один істотний ризик або не забезпечить своєчасно кваліфікований захист від нього, крах проєкту неминучий з певними наслідками для всіх або окремих його учасників. Досвід негативної реалізації багатьох проєктів у державному та приватному секторах багатьох країн – наочне цьому підтвердження. Це зумовило появу на Заході в 90-х роках ХХ ст. великої кількості праць у галузі управління

проектними ризиками в межах управління проектами. Нагромаджено великий обсяг знань, процедур і технологій щодо обмеження (мінімізації) ризиків при реалізації проектів. У межах управління проектними ризиками розглядають такі питання: класифікацію проектних ризиків; методи виявлення й оцінки ризиків; інформаційне забезпечення управління ризиками; моніторинг і прогнозування ризиків; технологію зниження (елімінування) ризиків; організацію управління ризиками; оцінювання ефективності й обґрунтування оптимального рівня витрат на управління ризиками.

У межах теорії та практики управління проектними ризиками найважливішими є, зокрема, методи оцінки, моніторингу та прогнозування ризиків, інформаційного забезпечення управління ризиками.

Діяльність з управління ризиками охоплює такі основні напрямки (етапи):

- ідентифікацію (виявлення) ризику;
- його оцінку;
- вибір методу та засобів (інструментів) управління ризиком;
- запобігання, контролювання, фінансування ризику;
- оцінку результатів.

Перші два напрямки прийнято називати аналізом ризику. При цьому ідентифікація ризику належить до якісного аналізу, а оцінка ризику – до кількісного.

У теорії управління ризиками серед кількісних методів аналізу ризику найвідоміші метод статистичного аналізу, аналіз доцільності витрат і метод експертних оцінок.

Призначення аналізу ризиків - надати потенційним учасникам проектної діяльності необхідні дані для прийняття рішень щодо доцільності виконання задуманої діяльності. Аналіз ризику не обов'язково завершується ухваленням рішення. У проектній діяльності можуть виявитися нові чинники ризику, а в оцінці відомих раніше ризиків можуть бути внесені корективи.

Важливим є вибір методу й інструментів управління ризиком. Зауважимо, що поняття "метод" ширше, ніж "інструмент". У межах вибраного методу можна використовувати конкретні інструменти.

Відомі чотири основних методи управління ризиками: скасування, запобігання та контролювання, страхування та поглинання ризиків.

Скасування ризику означає відмову від певної діяльності чи таку істотну (радикальну) її трансформацію, у результаті якої ризик зникає.

Запобігання та контролювання ризику – це ефективна організація проектної діяльності, тобто коли її учасники мають змогу ефективно впливати на чинники ризику і зменшувати можливість настання несприятливої події. Контролювання ризику полягає в реалізації

комплексу заходів, спрямованих на мінімізацію збитків після настання несприятливої події.

Страхування ризику передбачає зменшення збитків від діяльності за рахунок фінансової компенсації зі спеціальних страхових фондів.

Поглинання ризику – це такий спосіб діяльності, коли при матеріалізації ризику збитки повністю несе його учасник (учасники). Цей метод управління ризиками застосовують тоді, коли можливість ризику невелика чи збитки в разі його настання неістотно впливають на учасників проєктної діяльності.

Будь-яка проєктна діяльність пов'язана не з одним, а з багатьма ризиками, тому щодо одних ризиків застосовують метод поглинання, щодо інших – страхування, щодо третіх – запобігання та контролювання.

Після вибору методу та інструментів управління ризиком приймають рішення щодо початку реалізації проєкту. Зволікання з прийняттям такого рішення призводить до негативних наслідків для учасників проєкту чи виникнення суперечностей між ними (аж до розпаду проєктної компанії).

У межах кожного з розглянутих методів можуть застосовуватись одночасно кілька інструментів управління ризиками. Наприклад, у межах методу страхування використовують спільне (взаємне) страхування, перестрахування, самострахування, різноманітні форми традиційного страхування за участю страхових компаній.

Метод запобігання та контролювання ризиків передбачає розробку планів і програм превентивних заходів ситуаційного плану, а також таких організаційно-технічних заходів на основі розроблених планів і програм: моніторинг ризиків; прогнозування ризиків; інформування керівництва про можливу небезпеку і формування відповідних рекомендацій; спеціальних заходів - навчання персоналу, закупівля спеціального устаткування для ліквідації наслідків катастроф і аварій, впровадження систем електронного контролю за функціонуванням машин і устаткування та ін.

Дієвість методу запобігання та контролювання більшості ризиків очевидна. Проте іноді ризикам неможливо запобігти чи зменшити їх, а для окремих з них превентивні заходи можуть виявитися недоцільними через великі витрати. У цьому разі застосовують метод фінансування ризиків - учасники діяльності виділяють кошти для самострахування, взаємного страхування та страхування за допомогою страховача з метою захисту майнових інтересів у разі настання певних подій.

Метод фінансування ризиків у багатьох випадках припускає одночасне використання методу запобігання та контролювання ризиків. У договорах страхування з багатьох видів ризиків містяться статті, що передбачають вжиття страхувальником необхідних превентивних заходів (протипожежних, з техніки безпеки, зі збереження майна, ремонту

устаткування тощо). До управління ризиком крім безпосередніх учасників проектної діяльності залучають страхову компанію (страхувача), яка відповідними методами й засобами оцінює ризики та певні обставини, бере участь у розробці планів і превентивних заходів для учасника проектної діяльності (страхувальника) і контролює виконання ним цих програм. У теорії управління ризиками методи запобігання та контролювання ризику, а також фінансування ризику іноді об'єднують в один - застосування вибраного методу.

Література

1. Бабаєв В.М. Управління проектами: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Управління проектами» / Бабаєв В.М. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 244 с.
2. Батенко Л. П. Управління проектами: Навч. посібник / Батенко Л. П., Загородніх О. А., Ліщинська В. В Батенко Л. П., Загородніх О. А., Ліщинська В. В. — К.: КНЕУ, 2003. — 231 с.
3. Збаразська Л.О. Управління проектами: навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Збаразська Л.О., Рижигов В.С., Єрфорт І.Ю., Єрфорт О.Ю. — К. : Центр учбової літератури, 2008. — 168с.
4. Козик В.В. Практикум з управління проектами: навч.посіник / В.В. Козик, І.Є.Тимчишин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 180с.
5. Керівництво до Зводу знань з управління проектами (Керівництво РМВОК), 7-е видання / Project Management Institute, 2021. – 370 с.
6. Кобиляцький Л.С. Управління проектами: Навч. посібник – К.:МАУП, 2002 – 198 с.
7. Матвіїшин Є.Г. Планування проектних дій: Навч.посіб. – К.: «Хай-Тек Прес», 2008. – 216с.
8. Прийняття проектних рішень: Навчальний посібник / Фещур Р. В., Кічор В. П., Якимів А. І., Тимчишин І. Є., Янішевський В. С., Лебідь Т. В., Самуляк В. Ю., Когут І. В., Шишковський С. В. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 220 с.
9. Ноздріна Л.В. Управління проектами: підручник / Ноздріна Л.В., Ящук В.І., Полотай О.І./ За заг.ред.Л.В.Ноздріної. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 432с.
10. Рогожин. Економіка будівельних організацій: Навч. посіб. — Тернопіль, 2001.
11. Тарасюк Г.М. Управління проектами: Навч. посібник. 3-є вид. – К.: Каравела, 2009. – 320 с.
12. Фесенко Т. Г. Управління проектами: теорія та практика виконання проектних дій: навч. посібник / Т. Г. Фесенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 181 с.

Розділ 4

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА BIM-ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ

Складність і значні розміри сучасних споруд, розмаїття та висока вартість будівельних матеріалів, різке скорочення термінів будівництва підвищили вимоги до якості проектної документації, а також до технічної й економічної обґрунтованості прийнятих проектних рішень.

У цих умовах інженер-проектувальник повинен досконало володіти прогресивними методами проектування, у тому числі знати та вміти використовувати у своїй практичній діяльності сучасні інформаційні технології. Програмне забезпечення різного призначення, бази даних, засоби обчислювальної техніки та зв'язку використовуються на всіх етапах життєвого циклу будинків і споруд — від архітектурного задуму й проектування до експлуатації готового об'єкта.

Сучасне програмне забезпечення реалізує найновіші методи проектування, засновані на поєднанні накопиченого досвіду, що міститься у традиційній конструктивній формі, із можливістю глибокого аналізу цих конструктивних рішень. Крім того, воно може бути використане у режимі реального часу, коли проектувальник негайно перевіряє свій задум і має можливість оперативного прийняття корегуючих рішень.

Навчити майбутнього фахівця таких методів роботи є дуже важливою частиною професійної підготовки. При цьому навчання доцільно будувати на базі сучасних промислових програмних розробок, які широко використовуються у проектній практиці, зокрема, ЛІРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, САПФІР.

Структурою курсу передбачено 2 залікових модулі, які охоплюють 15 тем, які викладені нижче. Список рекомендованих джерел інформації узагальнено для усіх тем і наведено в тексті матеріалів курсу після останньої теми.

Тема 4.1. Основні відомості про системи автоматизованого проектування

4.1.1. Огляд програмного забезпечення. Компанії, які займаються поширенням програм для будівельного проектування, пропонують безліч найменувань програм вітчизняних і зарубіжних виробників з усіх розділів проекту. Умовно сучасні промислові програмні продукти, орієнтовані на розв'язання задач проектування конструкцій, можна поділити на три групи [20]:

1. Обчислювальні системи, призначені для міцнісного аналізу конструкцій.

2. Програми для виконання перевірок несучої здатності елементів конструкцій на відповідність чинним нормам проектування.

3. Проектувальні програми, що виконують формування та випуск робочих креслень, специфікацій та інших матеріалів, передбачених проектом.

Умовність такого поділу пояснюється тим, що до складу обчислювальних систем можуть входити, наприклад, модулі для підбору арматури в елементах залізобетонних конструкцій чи перевірки перерізів металевих конструкцій, а до складу програм другої групи — модулі випуску робочих креслень.

Крім того, існує велика кількість допоміжних програм, що використовуються для інформаційної підтримки процесу проектування, наприклад, бази даних матеріалів, сортаменти металопрокату, арматури тощо, електронні довідники з нормативною документацією, а також спеціалізовані програми для формування та розрахунку перерізів, встановлення значень навантажень і впливів, обчислення коефіцієнтів пружної основи та ін. Допоміжні програми можуть бути автономними або мати інформаційний зв'язок з іншими програмами.

Список програм першої групи, призначених для розв'язання міцнісних задач будівельної механіки, вражає своїм розмаїттям та широтою функціональних можливостей. Спільним для всіх цих програм є використання для розрахунку методу скінченних елементів і наявність розвинених графічних засобів створення розрахункової моделі та аналізу результатів. Тут присутні потужні універсальні обчислювальні системи, такі, наприклад, як ANSYS, ADINA, COSMOS, NASTRAN, не прив'язані до якоїсь певної сфери застосувань. Їхню відмінну особливість становить орієнтація на багатодисциплінарність проблеми (пружність, пластичність, теплофізика, магнітодинаміка, гідрогазодинаміка та ін.) і на розв'язання задач із сотнями тисяч і мільйонами невідомих [20].

Існує велика кількість систем, орієнтованих на міцнісний аналіз конструкцій будівель та споруд. Серед них такі популярні в Україні системи, як ЛІРА і SCAD, зарубіжні програми SAP 2000, GTSTRUDL, STAD, ROBOT та ін. Їхня особливість полягає у тому, що графічні засоби створення розрахункової схеми (препроцесор) та аналізу результатів (постпроцесор) зорієнтовані на специфіку проектування об'єктів будівництва. Крім того, до них підключаються каталоги профілів та матеріалів, використовуваних у будівництві, вони містять специфічні модулі аналізу (наприклад, для побудови ліній впливу, обчислень із врахуванням сейсмічних впливів та пульсацій вітрового навантаження тощо) [20].

Особливу популярність у проектувальників здобули об'єктно орієнтовані програми для перевірки елементів конструкцій на відповідність вимогам норм проектування (ми віднесли їх до другої

групи). Інколи їх називають "калькуляторами". Ці програми можуть бути спеціалізованими та перевіряти елементи певного виду (наприклад, тільки елементи сталевих конструкцій). До них можна віднести КРИСТАЛ, АРБАТ, КАМІН, які входять до складу інтегрованої системи SCAD Office, ПРУСК, ФУНДАМЕНТ та ін. Перевагою таких програм є детальна розробка розрахункових положень нормативних документів та простота звернення (зручність користувацького інтерфейсу), що робить їх незамінним інструментом інженерів-проектувальників. Існують також універсальні програми, в яких виконуються перевірки елементів конструкцій різного виду, наприклад, Structural Engineering Library, СПІН. І ті, й інші програми можуть мати засоби для виготовлення креслень, специфікацій, хоча це, найчастіше, ескізи високого рівня готовності, а не готова проектна документація [20].

Нарешті, до третьої групи входять так звані проєктувальні програми та системи, які на основі результатів міцнісного аналізу конструкцій та нормативних розрахунків елементів формують проєктну документацію. Серед них можна виділити систему ALLPLOT (система проєктування у складі комплексної системи архітектурно-будівельного проєктування ALLPLAN), програми МОНОЛІТ та КОМЕТА (у складі SCAD Office), ФОК, модулі БАЛКА, КОЛОНА, ПЛИТА, СТИНА (у складі програмного комплексу проєктування конструкцій каркасних будівель МОНОМАХ) [20].

Серед найбільш придатних для проєктування будівельних конструкцій варто відзначити ПК: STRAP (Ізраїль), NASTRAN, STRUDL, ANSYS, COSMOS, ADINA (США), DIANA (Голландія), ROBOT (Франція), SCAD, ЛІРА, МОНОМАХ (Україна).

Спеціаліст, який займається безпосередньо проєктуванням будівельних об'єктів, звичайно, надасть перевагу тому ПК, що має конструктивні системи, в яких реалізовані стандарти та норми того регіону, для якого спеціаліст виконує проєктування.

Американські програми, які мають конструювальні підсистеми (виконують підбір та перевірку перерізів ЗБК і металевих конструкцій, видають робочі креслення), в основному реалізують норми США і Канади. Європейські програми, включаючи STARK, SCAD, ЛІРА, реалізують Єврокод [20].

У даному курсі розглянемо програми, що реалізують сучасні концепції автоматизованого проєктування у середовищі Windows: ЛІРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, САПФІР.

4.1.2. ПК ЛІРА-САПР – програмний комплекс для розрахунку, дослідження і проєктування будівельних конструкцій [24]. У ЛІРА-САПР реалізовано технологію інформаційного моделювання будівель (BIM), що

забезпечується нативним зв'язком з іншими архітектурними, розрахунковими, графічними та документувальними системами.

Багатофункціональний ПК призначений для чисельного дослідження міцності та стійкості конструкцій, що застосовуються в найрізноманітніших інженерних об'єктах:

- *будівництва* – покриття і перекриття великих прольотів, конструкції висотних будівель, підпірні стіни, фундаментні масиви, каркасні конструкції промислових цехів, окремі елементи (колони, ригелі, ферми, панелі);

- *мостобудування і транспортного будівництва* – коробчаті конструкції великих прольотів, пілони і вантові системи висячих мостів, мостові опори, тунелі; дорожні і аеродромні покриття; насипи, підпірні стіни;

- *спеціальних споруд* - конструкції висотних башт і щогл, телескопів, магістральних трубопроводів, гідротехнічних споруд, важкі конструкції атомної енергетики;

- *машинобудування* - конструкції транспортних машин, баштових і порталних кранів, дорожньо-будівельних і гірничодобувних механізмів, турбін; казанів, корпусів і окремих фрагментів суден, літальних апаратів.

ПК забезпечує дослідження досить широкого класу конструкцій: плоских і просторових стержньових систем, довільних пластинчастих і оболонкових систем, мембран, масивних тіл, комбінованих систем – рамно-в'язевих конструкцій висотних будівель, плит на ґрунтовій основі, ребристих систем, багатошарових конструкцій.

Розрахунок виконується на статичні та динамічні навантаження. Статичні навантаження моделюють силові дії від зосереджених чи розподілених сил або моментів, температурного нагріву і переміщень окремих частин конструкції. Динамічні навантаження моделюють дії від землетрусу, пульсуючого потоку вітру, вібраційні дії від технологічного устаткування, ударні дії.

Досліджувані об'єкти можуть мати довільні контури, локальні ослаблення у вигляді різної форми отворів і порожнин, різні умови обпирання.

ПК ЛПРА реалізує чисельний метод дискретизації суцільного середовища методом скінченних елементів (МСЕ). Цей метод добре адаптований до реалізації на ЕОМ. За єдиною методикою розраховуються стержньові, пластинчаті та комбіновані системи. Легко моделюються різноманітні граничні умови і навантаження.

Основними етапами рішення задач за МСЕ є: розчленування досліджуваної системи на скінченні елементи та призначення вузлових точок, в яких визначаються вузлові переміщення; побудова матриць жорсткості; формування системи канонічних рівнянь, що відображають умови рівноваги у вузлах розрахункової схеми; рішення системи рівнянь і

обчислення значень вузлових переміщень; визначення компонентів напружено-деформівного стану досліджуваної системи за знайденими значеннями вузлових переміщень.

Розвинена бібліотека скінченних елементів, сучасні ефективні алгоритми рішення систем рівнянь і задач практично не накладають обмеження на тип і властивості об'єкта, що розраховується, і дають можливість вирішувати задачі з великою кількістю невідомих.

ПК ЛПРА включає модулі, що автоматизують ряд процесів проєктування: вибір невідповідних комбінацій навантажень, уніфікація елементів за міцністю, оптимальне армування перерізів залізобетонних конструкцій, підбір та перевірка січень сталевих конструкцій.

Проектування залізобетонних і сталевих елементів конструкцій виконується відповідно до діючих будівельних норм України. Реалізовані також англо- та франкомовна версія ПК ЛПРА, погоджені з нормами Єврокоду, Франції і США.

ЛПРА-САПР включає інтерфейс користувача нового покоління САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ. Система слугує для синтезу розрахункової схеми будівлі на основі керованої процедури перетворення 3D та 2D архітектурних моделей, створених в різних графічних програмах: САПФІР, Allplan, Revit, AutoCAD та інших. Створення розрахункової схеми здійснюється безпосередньо із архітектурної 3D і 2D моделі. Реалізована бібліотека автоматичних генераторів скінченно-елементних сіток: трикутна SE-сітка для апроксимації криволінійних поверхонь; SE-сітка з максимальним числом чотирикутних SE і покращеною апроксимацією у приопорних і прогонових зонах [24].

САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ – дозволяє створення і редагування навантажень у вигляді зосереджених та розподілених по лінії і площині. Навантаження задається на довільних поверхнях без прив'язки до SE моделі. Наявна процедура синтезу навантажень, що дозволяє автоматично сформувати експлуатаційні навантаження залежно від призначення приміщень.

У програмі реалізовано діагностику створеної аналітичної моделі, а також:

- розвинене інтуїтивне графічне середовище ВІЗОР-САПР користувача з можливістю 3D-візуалізації розрахункової схеми на всіх етапах синтезу і аналізу;
- багатофункціональний процесор, що реалізує швидкодіючі алгоритми компонування і розв'язування систем рівнянь з порядком до декількох мільйонів невідомих;
- розвинену бібліотеку SE, яка дозволяє створювати комп'ютерні моделі практично будь-яких конструкцій;
- можливість розрахунку на динаміку (сейсміка, вітер, вібрація, імпульс, удар);

- конструювальні системи залізобетонних і сталевих елементів;
- спеціалізований документатор, що дозволяє формувати звіт із текстової, табличної та графічної частини;
- зв'язок з іншими розрахунковими, графічними та документувальними системами САПР (Revit, Structure, AutoCad, ArchiCAD, Advance Steel, BoCAD, Allplan, STARK ES, Gmsh, MS Word, MS Excel) на основі DXF, MDB, STP, STL, OBJ, IFC та інших форматів.

Програма ЛІРА-САПР має спеціальні можливості: суперелементне моделювання, модулі урахування фізичної та геометричної нелінійності, набір спеціальних СЕ для моделювання тертя, проковзування, попереднього натягу. Спеціальна процедура дозволяє виконати автоматичну триангуляцію тривимірного ґрунтового масиву, накласти отриману скінченно-елементну сітку на тривимірну модель ґрунту та призначити фізико-механічні характеристики кожному скінченному елементу залежно від його місцезнаходження. Аналіз напружено-деформованого стану подається у вигляді ізополів на довільних площинах перерізу ґрунтового масиву. Виконання автоматичної триангуляції тривимірного масиву з призначенням фізико-механічних характеристик кожному скінченному елементу [24].

Основні конструювальні системи ЛІРА-САПР

АРМ-САПР – конструювальна система армування. Реалізує підбір площі перерізів арматури колон, балок, плит, оболонки за І-ою і ІІ-ою групою граничних станів з діючими нормативними документами. Передбачено використання довільних характеристик бетону і арматури. Реалізовано алгоритми з раціональним розташуванням арматури по перерізу елемента. За результатами розрахунку в програмі формуються ескізи робочих креслень балок і колон.

ЛАРМ-САПР – локальний режим армування. В програмі можна конструювати окремий залізобетонний стержень чи окремий елемент пластини. Проводиться підбір і перевірка заданого армування. Реалізовано ДСТУ 3760-98, ДБН В.2.6-98:2009, СНиП 2.03.01-84, Єврокод-2, ТСН 102-00.

СТК-САПР – металеві конструкції. Програма реалізує конструювання елементів металевих конструкцій і виконує підбір і перевірку перерізів, а також виконує розрахунок і проектування вузлів металевих конструкцій. Система може функціонувати в локальному режимі.

РС-САПР – редактор металевих сортamentів. Система є інструментарієм для створення нових і редагування існуючих сортamentних баз прокатних і зварних профілів. Разом з системою надається широкий набір існуючих нормативних баз профілів і сталей країн СНГ, Європи та США.

КС-САПР – конструктор перерізів. Дозволяє формувати перерізи довільної конфігурації та обраховувати їх осьові, згинальні, крутні і зсувні характеристики, моменти опору, форму ядра перерізу. Зображається картина розподілу напружень [24].

Спеціалізовані розрахунково-графічні системи конструювання

МОНТАЖ плюс – виконує комп'ютерне моделювання процесу зведення конструкцій висотних будівель із монолітного залізобетону з врахуванням часткої зміни розрахункової схеми, демонтажу стійок опалубки, прикладання та зняття монтажного навантаження, врахування різної жорсткості та міцності бетону, при виконанні будівельних робіт в зимовий період.

ГРУНТ – за даними інженерно-геологічних вишукувань буде тривимірну модель з визначенням коефіцієнта постелі для кожного СЕ.

КМ-САПР – дозволяє за даними розрахунків металевих конструкцій в середовищі ЛІРА отримати монтажні схеми з маркуванням елементів та вузлів, відомості елементів, креслення вузлів з їх візуалізацією та специфікації, тобто повний комплект креслень в середовищі AutoCAD.

Варіації моделей – дозволяє варіювати жорсткістю, граничними умовами, навантаженням, модулем деформації, коефіцієнтами постелі. Ця процедура дозволяє вирішувати задачі стійкості прогресуючому руйнуванню шляхом послідовного видалення найбільш відповідальних елементів, враховувати знижені модулі деформації при температурних впливах, в зручному режимі виконувати варіантні розрахунки.

МІСТ – дозволяє будувати поверхні впливу, отримувати РСЗ і передавати їх в ЛІР-КС, визначати напруження в елементах перерізу металевих прогонних мостів.

ДИНАМІКА плюс – дозволяє виконувати розрахунки на динамічні впливи з урахуванням нелінійних властивостей конструкцій (фізичної, геометричної, конструктивної).

4.1.3. ПК МОНОМАХ-САПР – типовий представник інтелектуальних проектувальних систем. Комплекс призначений для автоматизованого проектування залізобетонних і армокам'яних конструкцій багатоповерхових каркасних житлових і громадських будівель, який реалізує сучасні концепції автоматизованого проектування в середовищі Windows [24]. На його основі можливе багатоваріантне проектування з вибором раціонального конструктивного рішення і отриманням документації на стадії «Проект».

ПК МОНОМАХ складається із дев'яти інформаційно пов'язаних програм, кожна з яких може працювати в автономному режимі:

КОМПОНОВКА, БАЛКА, КОЛОНА, ФУНДАМЕНТ, ПІДПІРНА СТІНА, ПЛИТА, РОЗРІЗ (СТІНА), ЦЕГЛА, ГРУНТ.

КОМПОНОВКА – коренева програма для проєктування багатоповерхових каркасних будівель із монолітного залізобетону та будівель із цегляними стінами. Вона дозволяє швидко та зручно в інтерактивному графічному режимі формувати схему будівлі, задавати навантаження у природному вигляді, виконувати розрахунок конструктивних елементів будівлі за міцністю, підбирати перерізи елементів, визначати витрати бетону, арматури, цегли та інших матеріалів, оцінювати вартість споруди, експортувати дані до інших локальних програм.

Основні функції програми:

- формування моделі будівлі на довільній сітці плану з колон, балок, стін, перегородок, плит перекриття, фундаментних плит і паль;
- виконання розрахунку цегляних будівель із несучими стінами та комбінованих каркасних будівель підвищеної поверховості з цегляним заповненням;
- скорочення часу на створення моделі та виконання варіантного проєктування за допомогою використання різноманітних сервісних можливостей – переміщення і повороту системи координат, копіювання, переносу, видалення одного або групи елементів, модифікації числових значень, копіювання поверхів;
- задання вертикальних і горизонтальних навантажень на плити перекриття у вигляді розподілених по всій площині або на ділянці, а також у вигляді зосереджених сил;
- задання напрямку впливу та інформації про район будівництва для урахування вітрових і сейсмічних навантажень;
- імпорт моделі ґрунту, створеної програмою ГРУНТ;
- автоматичне формування розрахункової схеми будівлі; виконання статичного та динамічного розрахунків, у результаті яких визначають переміщення, зусилля і напруження; виконання підбору або перевірки перерізів елементів; формування відомості видаткової вартості матеріалів, таблиці частот і періодів коливань. Анімація власних коливань дозволяє оцінити коректність створеної моделі;
- виконання експорту даних у програми конструювання БАЛКА, КОЛОНА, ФУНДАМЕНТ, ПЛИТА, РОЗРІЗ (СТІНА), ЦЕГЛА, експорту навантажень на фундаменти у ФОК-ПК, а також експорту розрахункової схеми у ПК ЛІРА.

БАЛКА – програма для проєктування монолітних залізобетонних балок. В програмі реалізовано можливість проєктування багатопрогонної монолітної балки змінного перерізу. Схема формується в режимі імпорту та в автономному режимі. Виконується розрахунок за I і II групами граничних станів (за розкриттям тріщин). Є можливість побудови обвідної

епюри, знаходження необхідної площі перерізу арматури. Виконується побудова епюри матеріалів. Конструювання балки виконується зварними каркасами чи в'язаною арматурою. Формуються креслення, створюється dxf-файл креслення.

КОЛОНА – програма для проєктування монолітних залізобетонних колон різних форм перерізу та пілонів. Схема формується в автономному режимі і режимі імпорту. Здійснюється розрахунок за двома групами граничних станів з підбором арматури і конструюванням.

ПІДПІРНА СТІНА – програма для проєктування та перевірки підпірних стін. Програма дозволяє виконати проєктування монолітної залізобетонної кутової підпірної стіни для заданих інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Виконується перевірка масивної підпірної стіни. Визначається необхідна площа арматури і також виконується конструювання. Схема формується в автономному режимі. Виконується креслення та створюється dxf-файл креслення.

ФУНДАМЕНТ – програма для проєктування монолітних стовпчастих залізобетонних фундаментів на натуральній основі. Програма дозволяє запроектувати фундамент під колону, розрахувати необхідне армування та виконати конструювання. Виконується креслення та створюється dxf-файл креслення.

ПЛИТА – програма для проєктування монолітних залізобетонних плит перекриття та фундаментних плит. Робота плити в загальному каркасі реалізовується передачею переміщень у вузлах примикання. За результатами розрахунку виконується побудова полів зусиль та епюр для заданого відрізка. Виконується також побудова полів напружень під підпошвою фундаментної плити та побудова мозаїки зусиль в палях.

РОЗРІЗ (СТІНА) – програма для проєктування залізобетонних монолітних та цегляних стін. Програма дозволяє виконувати проєктування монолітних залізобетонних стін будь-якого обрису сумісно з прилеглими рамними конструкціями. Враховується змінна товщина стіни та наявність отворів. Урахування роботи стіни в загальному каркасі реалізовується передачею переміщень в вузлах прилягання СЕ. За результатами розрахунку виконується побудова полів зусиль та епюр для стержневих елементів. Визначається площа перерізу необхідної арматури, стіна армується сітками та стержнями. Виконується креслення та створюється dxf-файл креслення.

ЦЕГЛЯ – програма для проєктування стін цегляних будівель. В процесі розрахунку визначається необхідна кількість сіток та підбір стержнів вертикального армування. Схема формується в режимі імпорту із програми КОМПОНОВКА.

4.1.4. ПК САФІР - програмний комплекс, який призначений для:

- архітектурного проектування багатопверхових житлових і цивільних будівель, котеджів, організації інтер'єрів;
- виготовлення проектної документації згідно з вимогами норм;
- просторового моделювання, візуалізації архітектурних форм, пошуку оптимальних варіантів об'ємних рішень;
- підготовки аналітичних моделей архітектурних об'єктів для подальшого міцнісного розрахунку за МСЕ в ПК ЛІРА-САПР.

Переваги САПФІР:

- зручні інструменти графічної побудови параметричних 3D моделей;
- параметризація і структурування складових проекту дозволяє контролювати навіть дуже складні проекти і легко вносити корективи на будь-якому етапі проектування, що сприяє багатоваріантності та творчому пошуку;
- оперування технічними поняттями та термінами, такими як: поверх, перекриття, стіна, колона, балка, проріз, сходові клітки, розріз, фасад тощо;
- дозволяє без затримки часу включитись в роботу без ознайомлення з додатковими формалізованими поняттями і означеннями;
- програма дає можливість отримати плани поверхів, розрізи, фасади, оформити креслення;
- коректна і адекватна аналітична модель для побудови розрахункової схеми дозволяє виконувати міцнісні розрахунки і аналіз НДС в ПК ЛІРА-САПР.

Зв'язок із сім'єю програм ЛІРА (ПК ЛІРА-САПР, ПК МОНОМАХ-САПР) робить САПФІР найкращим вибором для архітектора, який працює у тісному контакті з конструктором, оскільки сприяє коректності розрахункових схем [13].

Контрольні питання:

1. Назвіть найвідоміші програми для проектування будівельних конструкцій.
2. Які проектувальні програми формують проектну документацію?
3. Для чого призначений ПК ЛІРА?
4. Охарактеризуйте можливості ПК ЛІРА-САПР.
5. Назвіть основні конструювальні системи ЛІРА-САПР.
6. Дайте характеристику конструювальної системи армування АРМ-САПР.
7. Для чого призначена програма СТК-САПР?
8. Які задачі можна вирішувати за допомогою допоміжних програм РС-САПР і КС-САПР?
9. Яке призначення спеціалізованих розрахунково-графічних систем конструювання МОНТАЖ-Плюс і ДИНАМІКА-Плюс?

10. Призначення та можливості ПК МОНОМАХ-САПР.
11. Із яких інформаційно пов'язаних програм складається ПК МОНОМАХ?
12. Перерахуйте основні функції програми КОМПОНОВКА.
13. Які фундаменти можна розраховувати в програмі ФУНДАМЕНТ?
14. Для чого призначена програма ПЛИТА?
15. Назвіть переваги програми САПФІР.

Тема 4.2. Принципи побудови розрахункових схем при автоматизованому розрахунку будівельних конструкцій будівель і споруд

4.2.1. Розрахункова схема методу скінченних елементів

Розрахунковий аналіз будь-якої конструкції починається зі спроби встановити, що саме в цьому випадку є суттєвим, а чим можна знехтувати. Такого роду спрощення задачі здійснюється завжди, оскільки виконання розрахунку з урахуванням всіх властивостей реальної конструкції можливе лише з певним ступенем наближення [16].

Реальна конструкція, звільнена від усіх несуттєвих особливостей і представлена у зв'язку з цим у певній ідеалізованій формі, має назву **розрахункової схеми**. Вона включає:

- геометричну схему елемента конструкції;
- прикладені навантаження;
- опорні закріплення;
- модельне середовище.

Відомі такі геометричні схеми елементів конструкцій: стержень, плита, оболонка, масивне тіло. Що стосується типів опорних закріплень, то:

- шарнірно-рухома опора дозволяє переміщення по горизонталі та поворот, але забороняє переміщення по вертикалі;
- шарнірно-нерухома опора забороняє переміщення по вертикалі та горизонталі, але дозволяє поворот;
- зацмелення забороняє будь-які переміщення та повороти.

Деякі методи схематизації здобули великого поширення і мають спільний характер (ідеалізація матеріалу у вигляді суцільного середовища, припущення про однорідність матеріалу, приведення геометричної форми тіла до таких стандартних схем, як стрижні, пластини чи оболонки, схематизація зовнішніх сил тощо). Інші методи схематизації цілком конкретні і пов'язуються з кожною розглядуваною задачею. Проте в усіх випадках вибір розрахункової схеми становить найважливіший елемент аналізу, одну з найхарактерніших рис інженерного мистецтва (саме мистецтва, а не наукового аналізу!) і характеризує рівень професійної майстерності інженера.

Як і будь-якого іншого виду мистецтва, мистецтва вибору розрахункових схем можна навчити лише в процесі практичної роботи. Тому далі цій проблемі ми не приділятимемо уваги. Проте після того, як розрахункова схема (можливо, лише в загальних рисах) встановлена, настає етап її детального опису у формі, придатній для виконання розрахункового аналізу, і цьому етапу далі даються конкретні рекомендації.

Щодо загальних відомостей, то слід мати на увазі, що на початкових стадіях створення розрахункової схеми варто прийняти рішення про те, як буде виконуватися розрахунок: як *лінійний* чи як *нелінійний*, чи слід враховувати сили інерції і виконувати *динамічний* розрахунок або можна обмежитися *статичним* аналізом.

Про очікувану поведінку конструкції судять на підставі накопиченого досвіду та інженерної інтуїції, і тому всі прийняті рішення підлягають апостеріорній оцінці. Якщо в усіх розв'язуваних рівняннях, що описують поведінку системи, можна проігнорувати змінні за часом, то йдеться про статичну задачу, а отже, про аналіз нерухомої системи. У задачах динаміки, коли істотну роль відіграють сили інерції, пропорційні прискоренням мас, і в задачах повзучості, коли враховуються швидкості, мова повинна йти про аналіз рухомої системи.

Нелінійні задачі можуть бути пов'язані з ефектами, що виникають при зміні геометрії системи під навантаженням (*геометрична нелінійність*), відсутності пропорційності між напруженнями та деформаціями (*фізична нелінійність*), можливому включенні й виключенні з роботи односторонніх в'язей при дії навантаження на систему (*конструктивна нелінійність*) чи з ефектами, які визначаються змінністю структури системи у процесі її створення (*генетична нелінійність*).

Усі ці особливості очікуваної поведінки конструкції позначаються на виборі розрахункової схеми, наприклад, при визначенні ступенів свободи або при схематизації навантажень, що діють на систему.

Теоретичну основу комплексів ЛІРА, МОНОМАХ, SCAD та інших становить метод скінченних елементів (МСЕ) у формі методу переміщень [20]. Вибір саме цієї форми пояснюється простотою алгоритмізації та фізичної інтерпретації, можливістю створення єдиних методів побудови матриць жорсткості та векторів навантажень для різних типів скінченних елементів, можливістю врахування довільних граничних умов і складної геометрії конструкції, яку розраховують.

Розрахункова схема є ідеалізованою моделлю конструкції, що розбивається на скінченні елементи. У результаті такої розбивки з'являються вузли. Елементи та вузли схеми нумеруються. В опорні вузли потрібно ввести відповідні зв'язки (заборонити переміщення за якимись ступенями свободи, або обмежити переміщення вузла скінченними елементами, що моделюють роботу зв'язку). Нумерація вузлів і елементів визначає послідовність задання початкової інформації на вхідній мові і

читання результатів розрахунку. Скінченні елементи, що мають однакові жорсткісні характеристики, об'єднують у типи жорсткості.

Особливо серйозно варто розглядати питання про розбиття схеми на скінченні елементи, тобто на стандартні частини, з яких повинна складатись уся розрахункова схема.

Надто дрібна розбивка призводить до збільшення часу розрахунку і пов'язана із запитом на використання великих ресурсів пам'яті комп'ютера для зберігання й обробки даних. Можуть при цьому проявлятися й ефекти нестійкості самого процесу розрахунку. Надто груба розбивка може призвести до втрати точності результатів, особливо у тих випадках, коли розраховуються пластинчасті або оболонкові конструкції.

Загальних рекомендацій стосовно вибору оптимального рівня розбивки схеми на скінченні елементи не існує. Тут доводиться покладатися, головним чином, на досвід і результати певних контрольних розрахунків, які виконують для однієї й тієї ж конструкції при різних схемах розбиття на скінченні елементи. Можуть бути рекомендовані прийоми послідовної серії розрахунків певних фрагментів схеми із введенням на цих фрагментах детальнішого розбиття на скінченні елементи [16].

З ростом потужності програмного забезпечення та деталізації моделей основні затрати часу при створенні та розрахунку задачі припадають на етап аналізу результатів (рисунок 2.1).

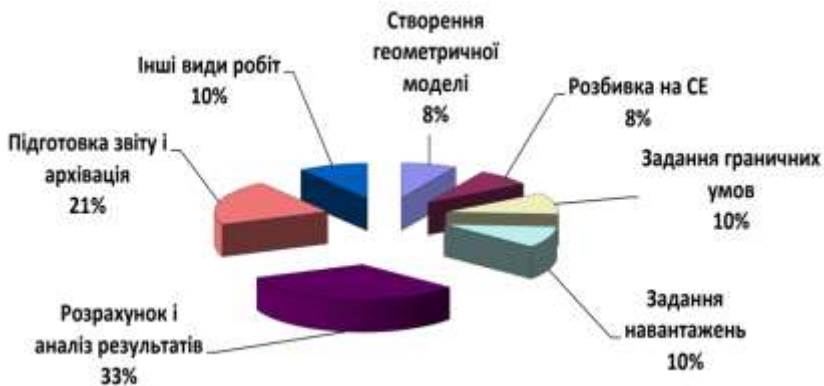


Рисунок 4.2.1 – Розподіл часу на створення і розрахунок моделі [15]

4.2.2. Тип скінченного елемента

Оскільки в основу використовуваних алгоритмів покладено метод переміщень, то ідеалізація конструкції повинна бути виконана у формі, пристосованій до використання цього методу. При цьому система має бути представлена у вигляді набору тіл стандартного типу (стержнів, пластин,

оболонки тощо), які називають скінченими елементами і які приєднані до вузлових точок.

Тип скінченного елемента визначається:

- його геометричною формою;
- набором вузлів, якими можуть бути точки, що лежать як у вершинах геометричних фігур, так і на їхніх сторонах, ребрах, поверхнях;
- правилами, що визначають залежність між переміщеннями вузлів скінченного елемента та вузлами системи — вузли елемента можуть бути прикріплені до вузлів системи жорстко (повний збіг усіх переміщень), шарнірно і т. п.;
- фізичним законом, який визначає залежність між внутрішніми зусиллями та внутрішніми переміщеннями і набором параметрів (жорсткостей), що входять до опису цього закону;
- вибором системи внутрішніх переміщень (деформацій) і відповідних їм внутрішніх зусиль (напружень), які характеризують напружено-деформований стан елемента;
- вибором апроксимуючих (базисних, координатних) функцій, за допомогою яких переміщення довільної точки скінченного елемента однозначно визначаються через переміщення його вузлів;
- набором навантажень і впливів, які можуть бути прикладені безпосередньо до скінченного елемента, і способами їхнього задання;
- наявністю чи відсутністю правил дроблення елемента на ще дрібніші частини при деталізації опису його напружено-деформованого стану або при уточненні місць прикладення навантажень і впливів;
- іншими, більш специфічними умовами (можливістю використання тільки в системах певного типу, обмеженнями на орієнтацію відносно системи координат тощо).

У методі переміщень елементи системи вважаються приєднаними тільки до вузлів розрахункової схеми. Такий підхід є наближеним, оскільки, приводячи еквівалентні зусилля до вузлів, умови рівноваги скінчених елементів деяких типів (наприклад, пластин та оболонки) можна виконати тільки інтегрально. На міжелементних межах нестрижневих елементів розглядають можливі розрізи, що змушує звертати увагу на так звану властивість сумісності елементів. Сумісні елементи гарантують збіг переміщень та їхніх необхідних похідних для точок, розташованих на протилежних берегах розрізу. Для несумісних елементів виникає необхідність виконання додаткових умов, які компенсують можливі розходження берегів розрізу.

Потрібно зазначити, що всі представлені в бібліотеці комплексів ЛІРА і SCAD елементи або є сумісними, або для них гарантується виконання додаткових умов компенсації несумісності.

Припускається, що вся розрахункова схема складається тільки з елементів заздалегідь визначеного типу. Список типів елементів, якими оперує обчислювальний комплекс, може видозмінюватися та поповнюватися, проте кожній його конкретній версії відповідає певний набір елементів — бібліотека скінченних елементів (БСЕ), з якої і вибираються «елементарні частинки» для формування розрахункових схем.

Нарешті, слід зауважити, що всі вузли та елементи розрахункової схеми нумеруються. Нумери, присвоєні їм, слід трактувати тільки як імена, які дозволяють робити необхідні посилання. Наприклад, можна вказати вузол, де прикладене певне навантаження, перелічити вузли, до яких приєднаний цілком конкретний елемент, скласти список елементів, прилеглих до певного вузла (це буде т. зв. «зірка елементів» у вузлі), або входять до певної, призначеної нами групи. Жодних інших функцій нумерація не виконує, і вона майже не впливає на час розв'язання задачі завдяки наявній у комплексі можливості оптимізації профілю матриці жорсткості. Проте видача результатів розрахунку частіше за все здійснюється за порядком нумерації вузлів (переміщення) або елементів (внутрішні зусилля), тому говорити про повну незалежність від нумерації все ж не доводиться [20].

4.2.3. В'язі. Ознаки схеми

Вузол у розрахунковій схемі методу переміщень представляється у вигляді абсолютно жорсткого тіла зникаюче малих розмірів. Положення вузла у просторі при деформаціях системи визначається координатами центра і напрямками трьох осей, жорстко пов'язаних з вузлом. Іншими словами, вузол представляється як об'єкт, який має шість ступенів свободи — три лінійних зміщення, що їх визначають як різниці координат у деформованому та недеформованому станах, і три кути повороту відносно цих осей.

Основна система методу переміщень вибирається, зазвичай, шляхом накладання у кожному вузлі всіх в'язей, які забороняють будь-які вузлові переміщення. Умови рівності нулю зусиль у цих в'язях становлять розв'язувальні рівняння рівноваги, а зміщення вказаних в'язей — основні невідомі методу переміщень.

У звичайних просторових конструкціях у вузлі можуть бути присутні всі шість зміщень:

- 1 — лінійне переміщення по осі X ;
- 2 — те саме по осі Y ;
- 3 — те саме по осі Z ;
- 4 — кут повороту з вектором по осі X (поворот навколо осі X);
- 5 — те саме по осі Y (поворот навколо осі Y);
- 6 — те саме по осі Z (поворот навколо осі Z).

Нумерація переміщень (ступенів свободи), подана вище, використовується далі всюди без спеціальних застережень, а в документації також використовуються, відповідно, символи X , Y , Z , UX , UY та UZ для позначення величин відповідних лінійних переміщень та кутів повороту.

Якщо в певному вузлі якийсь із переміщень не впливає на напружений стан всіх елементів, прилеглих до цього вузла (наприклад, повороти вузла, до якого прилягають тільки стрижні з шарнірами на кінцях, як це буває при розрахунку ферм), то відповідне переміщення не входить до числа основних невідомих [20].

Може виявитися, що вся система має такі властивості, і в кожному її вузлі присутній один і той же скорочений набір невідомих переміщень або, точніше, — деякі з переміщень не присутні серед ступенів свободи жодного з вузлів системи. Тоді можна цю властивість системи (ознаку системи) спеціально позначити, і надалі принципово не оперувати з деякими переміщеннями. Так, у ПК ЛПРА задіяні п'ять ознак схеми [16]:

— **Ознака 1** — схеми, що розташовуються в площині XOZ ; кожен вузол має 2 ступені свободи - лінійні переміщення уздовж осей X , Z або X_2 , Z_2 . За цією ознакою розраховуються плоскі ферми і балки-стілки.

— **Ознака 2** — схеми, що розташовуються в площині XOZ ; кожен вузол має 3 ступені свободи - лінійні переміщення уздовж осей X , Z або X_2 , Z_2 і поворот навколо осі Y або Y_2 . За цією ознакою розраховуються плоскі рами і допускається включення елементів ферм і балок-стінок.

— **Ознака 3** — схеми, що розташовуються в площині XOY ; кожен вузол має 3 ступені свободи - лінійне переміщення вздовж осі, Z або Z_2 і повороти навколо осей X , Y або X_2 , Y_2 . За цією ознакою розраховуються балочні ростверки і плити; допускається врахування пружної основи.

— **Ознака 4** — просторові схеми, кожен вузол яких має 3 ступені свободи - лінійні переміщення уздовж осей X , Y , Z або X_2 , Y_2 , Z_2 . За цією ознакою розраховуються просторові ферми і об'ємні тіла.

— **Ознака 5** — просторові схеми загального вигляду з шістьма ступенями свободи у вузлі. За цією ознакою розраховуються просторові каркаси, оболонки і допускається включення об'ємних тіл, врахування пружної основи тощо.

4.2.4. Умови сполучення елементів із вузлами системи

Вузли елементів, кінцеві перерізи яких прилягають до вузлів системи, можуть розташовуватися геометрично на певній відстані від центра вузла схеми, тобто може мати місце ексцентриситет прилягання.

Будемо вважати, що для тих типів елементів, де такий ексцентриситет допустимий, вузол елемента (кінцевий переріз) з'єднаний із центром вузла схеми нескінченно жорсткою вставкою, і ця вставка є частиною скінченного елемента.

Абсолютно жорсткі вставки використовуються зазвичай при порушенні співісної стикування стрижнів у вузлі, наприклад, стик підкранової та надкранової частин колон, примикання до колони ригелів різної висоти, врахування ребер в плитах, підпертих ребрами тощо.

Жорсткі вставки орієнтуються уздовж осей місцевої системи координат X_1, Y_1, Z_1 . Навантаження, що задаються на стержень із жорсткими вставками, прив'язуються до початку пружної частини. Заданий шарнір розташовується між жорсткою вставкою і пружною частиною.

Зусилля обчислюються тільки в пружній частині, тому при перевірці рівноваги у вузлі, де є такий стрижень, слід здійснювати перенесення зусиль з пружної частини у вузол з урахуванням заданого навантаження на вставку.

Зрозуміло, що за наявності згаданої нескінченно жорсткої вставки, переміщення кінцевого перерізу елемента не дорівнює переміщенню вузла схеми (воно залежить також і від вузлових поворотів), а кути поворота вузла і кінцевого перерізу збігаються.

Незбіг переміщень (поворотів) вузла і пов'язаного з вузлом схеми кінцевого перерізу елемента може мати місце і через особливості конструкції прилягання. Якщо вважати, що елементи можуть бути прикріплені своїми вузлами до центрів вузлів схеми шістьма в'язями, кожна з яких перешкоджає одному з шести можливих взаємних переміщень, то можна уявити собі і відсутність будь-якої з цих шести в'язей. Відсутність однієї в'язі між кутовими переміщеннями відповідає *циліндричному шарніру*, відсутність трьох в'язей для всіх взаємних кутових переміщень — *сферичному шарніру*, відсутність в'язі між лінійними зміщеннями — *"повзуну"* тощо. Для стислості надалі всі такі випадки називаємо "шарнірами", хоча тут є і певна неточність. Під словом "шарнір" мається на увазі звільнення від лінійного або кутового зв'язку між вузлом схеми і кінцем стрижня, що входить у цей вузол, чи вузлом скінченного елемента. У стрижнях шарніри задаються безпосередньо при створенні схеми і орієнтуються відносно осей місцевої системи координат X_1, Y_1, Z_1 . Шарнірне кріплення стрижня до вузлів може бути реалізоване також за допомогою нульової згинної жорсткості.

При заданні шарнірів у площинних елементах рекомендується використовувати такий прийом: у місці задання шарніра здійснити подвійну нумерацію вузлів розбиття (один з вузлів відноситься до одного, а інший - до іншого скінченного елемента). Потім об'єднати відповідні лінійні переміщення цих вузлів.

Якщо в іншому напрямку шарнір відсутній, то об'єднуються також і кутові переміщення цих вузлів у цьому напрямку.

Для елементів оболонки, крім цього, попарно об'єднуються лінійні переміщення вузлів у напрямках X і Y .

Так само чинять при шарнірному кріпленні елементів оболонки до стрижня. Окремо нумеруються вузли оболонки і стрижня (та ж подвійна нумерація), а потім попарно об'єднуються переміщення вузлів у напрямках X , Y і Z .

Необхідно зазначити, що використання різних типів сполучень елементів із вузлами та в'язей, які накладаються на вузлові переміщення, дозволяє урізноманітнювати опис розрахункової схеми [20].

4.2.5. Навантаження і впливи

Взаємодію системи з довкіллям представляють, зазвичай, у вигляді навантажень або впливів, прикладених до вузлів системи (вузлових навантажень) чи до внутрішніх точок її скінченних елементів (місцевих навантажень). Місцеві навантаження можуть бути силами та моментами, зосередженими або розподіленими по лініях, площах та об'ємах. Інколи завантаження системи подається у формі температурних впливів на елементи або заданими зміщеннями у вузлах, тобто ці впливи проявляються не як силові, а як кінематичні фактори.

Якщо впливи змінюються у часі, то викликані ними прискорення мас системи призводять до появи інерційних сил. У тих випадках, коли силами інерції знехтувати неможливо, кажуть про динамічний характер впливу, але завжди слід пам'ятати, що віднесення впливів до виду статичних або динамічних пов'язане не тільки з їхніми властивостями, але й з інерційними характеристиками системи.

У практиці проектування використовуються нормативні та розрахункові значення навантажень. Перехід від одних до других виконується за допомогою коефіцієнта надійності з навантаження. Взагалі нормативні та розрахункові значення використовуються у розрахунках різного роду: нормативні — для перевірки другого граничного стану, розрахункові — для перевірки першого граничного стану. У комплексах ЛІРА-САПР і SCAD за умовчанням припускається, що навантаження задаються своїми розрахунковими значеннями, у ПК МОНОМАХ — характеристичними (нормативними).

Сукупність навантажень і впливів, одночасно прикладених до системи і розглядуваних сумісно, називають її **завантаженням**. Іноді до одного завантаження відносять лише ту частину одночасно прикладених навантажень, яка пов'язана спільним походженням (наприклад, тільки сили тиску коліс одного мостового крана або навантаження від снігу на покриття лише в одному прогоні багатопролітної будівлі) або ж має якісь інші спільні властивості (наприклад, встановлений нормами коефіцієнт

надійності з навантаження). Якщо згодом виникає необхідність врахування ефекту сумісної дії кількох завантажень такого роду (суми завантажень, взятих із певними коефіцієнтами), то кажуть про комбінацію завантажень і, відповідно, про коефіцієнти такої комбінації [20].

Оскільки завантаження можуть у різні моменти часу утворювати різні комбінації, і можлива кількість таких комбінацій (сполучень) досить велика, то постає нетривіальна задача відшукати такі сполучення зовнішніх впливів, які можуть призвести до найбільш небажаних наслідків для певного обстежуваного елемента або його перерізу. У цьому випадку маємо на увазі відшукування розрахункового сполучення зусиль (РСЗ). Розв'язуючи цю задачу, слід пам'ятати про логічний зв'язок між завантаженнями, визначеними природою навантажень, що діють на систему, або ж вказівками нормативних документів. Такі логічні зв'язки інколи визначають неможливість одночасної дії (несумісність) деяких навантажень, таких, наприклад, як вітровий напір від вітрів різного напрямку. В інших випадках, навпаки, потрібне обов'язкове врахування якогось завантаження при розгляді іншого завантаження (наприклад, сила тертя можлива лише при одночасному врахуванні ще й сили нормального тиску), хоча зворотний зв'язок такого роду може й бути відсутнім (нормальний тиск за відсутності тертя цілком можна розглядати самостійно) [20].

4.2.6. Жорсткісні характеристики матеріалів

Для кожного типу скінченного елемента задається певний набір жорсткісних характеристик.

Для стрижневих елементів жорсткісні характеристики можуть бути задані одним зі способів:

- характеристики в порядку, зумовленому формою масивного (зокрема, бетонного) перерізу;
- чисельні характеристики у такому порядку: EI_y – поздовжня жорсткість; EI_z – згинна жорсткість відносно осі Y_1 ; EI_z – те саме, відносно осі Z_1 ; GI_x – жорсткість на кручення; GF_y – зсувна жорсткість відносно осі Y_1 (уздовж осі Z_1); GF_z – те саме, відносно осі Z_1 (уздовж осі Y_1). Кількість цих характеристик залежить від типу СЕ;
- характеристики сталевих профілів і їхні комбінації з бази типових перерізів сталевих прокатів;
- характеристики перерізів нестандартної форми, що обчислюються за допомогою системи ЛІР-КС (Конструктор Перерізів).

Для перерізів, заданих за допомогою стандартних перерізів і бази перерізів сталевих прокатів, жорсткісні характеристики обчислюються автоматично.

Якщо жорсткісні характеристики перерізів стрижнів задані чисельно, і при цьому необхідно виконати обчислення розрахункових сполучень зусиль (РСЗ), то обов'язково мають бути задані розміри ядрових відстаней.

Для площинних скінченних елементів задаються такі характеристики: E (модуль пружності), ν (коефіцієнт Пуассона) і δ (товщина елемента); для масивних – E і ν [16].

4.2.7. Принципи аналізу результатів розрахунку

ПК ЛПРА надає користувачу достатній набір функцій для оцінки достовірності напружено-деформованого стану схеми в кожному завантаженні або за комбінаціями завантажень, для отримання цифрової інформації по кожному вузлу та елементу.

При розрахунку задач із динамічними впливами, проглянувши анімацію форм власних і вимушених коливань, користувач може оцінити коректність задання геометричних і жорсткісних характеристик. Наприклад, якщо деяким елементам задана недостатня жорсткість, то в цій частині конструкції амплітуда коливань буде значно більшою, ніж у решти конструкції.

Для складних розрахункових схем, а також для великих задач рекомендується виконувати розрахунок на одне або декількох контрольних завантажень, у яких характер переміщень відомий. Перевірка завантажень спрощується, коли розрахункова схема симетрична, а навантаження симетричні чи кососиметричні.

Якщо у результаті розрахунку переміщення деяких вузлів дуже великі, то є ймовірність, що:

- відсутні необхідні зв'язки;
- у вузлі сходяться різнорідні СЕ, що сприймають різні ступені свободи;
- система миттєво змінна.

Якщо характер переміщень у схемі відрізняється від очікуваного, то необхідно перевірити:

- координати вузлів;
- наявність зв'язків між елементами;
- жорсткісні характеристики елементів;
- шарніри та закріплення.

Якщо перевірка глобальної рівноваги виконана, а характер переміщень або зусиль незадовільний, то це означає, що розрахункова схема некоректна.

Якщо у результаті розв'язку задачі відсутня рівновага у вузлі, то варто проаналізувати співвідношення жорсткостей елементів, що входять до вузла. Потрібно звернути увагу на короткі, але дуже жорсткі елементи,

що приєднуються до довгих елементів з невеликою жорсткістю, і або змінити жорсткості цих елементів, або ввести замість них якісь інші. Наприклад, якщо стрижень, що моделює підкранову консоль, має дуже велику жорсткість, то це може призвести до нестійкого розв'язку системи рівнянь. У цьому випадку підкранову гілку колони рекомендується замінити стрижнем з абсолютно жорсткою вставкою у напрямку місцевої осі Z1.

Управління точністю формування матриці та розв'язку системи лінійних рівнянь дозволяє задавати великий розкид жорсткостей. Так, для однопролітної одноповерхової рами з висотами підкранових і надкранових колон 18 і 12 м і довжині підкранової ступені всього 10 см отримане прийнятне рішення при призначенні жорсткості підкранової ступені на 6 порядків вище за жорсткості колон. Проте подальший розкид жорсткостей різко погіршує розв'язок.

Може мати місце випадок, коли є рівновага у вузлах, але немає глобальної рівноваги схеми. Тут можлива змінність в розрахунковій схемі.

Якщо для розрахункової схеми отримане прийнятне рішення від контрольних завантажень, можна переходити до розв'язування задачі з реальними завантаженнями.

Результатами статичного розрахунку схеми є переміщення вузлів схеми і зусилля (напруження) в перерізах елементів.

Результатами динамічного розрахунку є періоди, частоти і форми власних коливань для кожного тону, а також інерційні сили і відповідні їм переміщення вузлів і зусилля (напруження) в елементах.

Надається можливість отримання твердої копії результатів розрахунку у вигляді стандартних і інтерактивних таблиць, які забезпечуються необхідною і звичною індексацією.

Правила знаків при читанні результатів розрахунку. Лінійні переміщення додатні, якщо вони направлені вздовж відповідних осей глобальної чи локальної систем координат. Кутіві переміщення (повороти) додатні, якщо вони обертають вузол проти годинникової стрілки, якщо дивитися з кінця відповідних осей глобальної чи локальної систем координат [16].

Контрольні питання:

1. Що таке розрахункова схема конструкції? Розкажіть про принципи формування розрахункових схем у ПК.
2. Чому теоретичну основу ПК ЛІРА-САПР і МОНОМАХ-САПР становить метод скінчених елементів?
3. Чим визначається тип скінченого елемента?
4. Чи впливає на результати розрахунку нумерація елементів?
5. Як призначають в'язі залежно від граничних умов?

6. Як задають навантаження і впливи у ПК?
7. Як задають жорсткісні характеристики елементам розрахункової схеми?
8. Як визначити достовірність отриманих результатів розрахунку?

Тема 4.3. Етапи автоматизованого розрахунку будівельних конструкцій

4.3.1. Основні положення. Для того, аби розрахувати та спроектувати будь-яку будівельну конструкцію – колону, балку, ферму, необхідно попередньо визначити внутрішні зусилля і прогини (переміщення), які в ній виникають від власної ваги та від дії зовнішніх навантажень. Внутрішні зусилля і прогини визначаються під час статичного розрахунку розрахункової схеми. Тобто, перед початком конструювання необхідно пройти попередній етап – побудувати розрахункову схему та визначити прогини і внутрішні зусилля в елементах. Отже, першим етапом проєктування будь-якої конструкції є побудова розрахункової схеми і визначення внутрішніх зусиль у її елементах [12].

ПК ЛІРА-САПР використовує метод скінченних елементів (МСЕ) для визначення переміщень і внутрішніх зусиль елементів розрахункової схеми, і тому всі елементи розрахункової схеми мають бути елементами скінченно-елементної моделі, тобто скінченними елементами. ПК ЛІРА-САПР має в своєму арсеналі десятки скінченних елементів, призначених для різних потреб, але в подальшому під скінченням елементом, або просто елементом будемо розуміти двовузловий стержневий скінченний елемент, в якому можуть виникати нормальна сила N , згинальні моменти M , поперечні сили Q . Саме з таких елементів будується розрахункова схема.

Розглянемо **основні етапи** автоматизованого розрахунку будівельних конструкцій.

Етап 1. Розміщення елементів у просторі. Після побудови розрахункова схема буде складатися з вузлів, елементів, навантажень, а також в'язів, шарнірів тощо. На рис. 3.1 показано, як такі об'єкти виглядають в ПК ЛІРА-САПР.

Тут доречно було б згадати про поняття оптимізації і про те, що конструктивна схема (взаємне розташування елементів в конструкції) може бути оптимальною або неоптимальною. Чи може комп'ютерна програма допомогти розташувати елементи так, щоб мінімізувати вагу, масу, вартість зведення, експлуатаційні витрати? Відповідь – ні. До нашого часу проблема оптимізації конструкції в цілому не вирішена, тому доцільніше говорити не про оптимальність, а про раціональність

конструкції, розуміючи під раціональністю збалансованість конструктивної схеми до різних вимог (критеріїв оптимальності). Таким чином, відповідальність – чи буде побудована схема раціонально, наскільки раціонально і за якими критеріями – повністю лежить на архітекторові й конструкторові. Саме тут у великій нагоді стануть комп'ютерні технології, з допомогою яких можна досить швидко порівняти кілька варіантів конструктивної схеми.

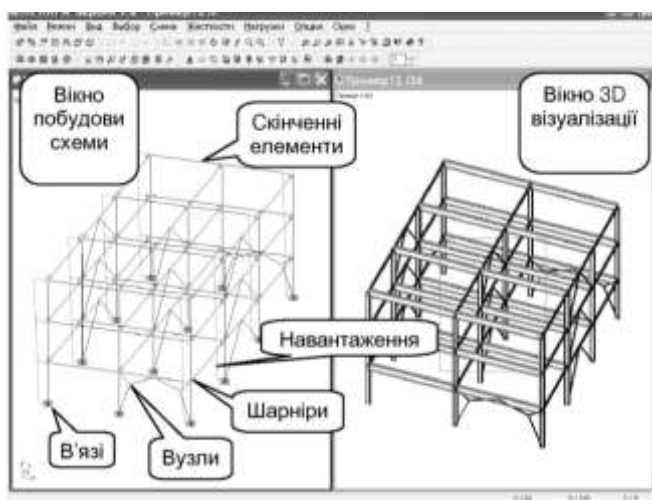


Рисунок 4.3.1 – Об'єкти розрахункової схеми в ПК ЛІРА-САПР [12]

Ще одне непросте питання, яке завжди лежить перед конструктором – наскільки детально потрібно будувати розрахункову схему. Наприклад, чи розглядати тільки поперечний переріз, чи будувати й розраховувати повну просторову схему всієї будівлі? Сучасні комп'ютери за декілька хвилин розв'язують системи рівнянь на сотні тисяч і навіть мільйони невідомих. Це дозволяє відмовитись від розрахунків спрощених моделей. Незважаючи на додаткові витрати часу на побудову, просторова схема має певні переваги. По-перше, це точніше визначення зусиль. По-друге – просторове моделювання дає уявлення про напружено-деформований стан елементів, робота яких не зовсім зрозуміла в плоскій постановці. І, нарешті, просторові моделі можуть бути використані для побудови робочих креслень на останньому етапі проектування.

Якщо розташування елементів каркасу може підказати проєктувальнику архітектор, то призначення поперечних перерізів елементів для статичного розрахунку є цілковитою прерогативою конструктора. Призначення поперечних перерізів елементів є процесом

ітеративним: конструктор задає елементам схеми будь-які перерізи і виконує статичний розрахунок, далі виконує підбір перерізів на отримані зусилля, і повертає їх у розрахункову схему для повторного статичного розрахунку. Такий цикл необхідний, бо в статично-невизначених системах розподіл внутрішніх зусиль залежить від жорсткості елементів. Звичайно, досвідчений проєктувальник може призначити правильні поперечні перерізи елементам з самого початку, але в загальному випадку процес проєктування є циклічним.

Завершальним етапом побудови розрахункової схеми є прикладання навантажень до елементів розрахункової схеми. ДБН В.1.2–2:2006 «Навантаження та впливи» зобов'язує проєктувальника поєднувати навантаження у сполучення. Наприклад, ось цитата з п. 4.18 ДБН: Для основних сполучень, що включають постійні та не менш ніж два змінні навантаження, останні приймаються з коефіцієнтом сполучень $\Psi_1=0,95$ для тривалих навантажень і $\Psi_2=0,90$ для короточасних навантажень. Тобто, навантаження на елементи, які виникають від одного впливу, необхідно поєднувати. Для зручності навантаження на елементи групують у завантаження. Одне завантаження може містити багато навантажень на елементи розрахункової схеми.

Приклади навантажень: зосереджена сила в елементі розрахункової схеми, зосереджена сила у вузлі розрахункової схеми, трапецієвидне навантаження на елемент розрахункової схеми.

Приклади завантажень: постійне завантаження від власної ваги, завантаження від устаткування, вітрове завантаження, снігове завантаження. Завантаження зручно об'єднувати і комбінувати в сполучення завантажень, як того вимагає ДБН, а зусилля від сполучень завантажень використовуються для розрахунку міцності елементів.

Після того, як скінченні елементи, які моделюють реальну конструкцію, розміщені у просторі, зв'язані між собою вузлами, закріплені в'язями та навантажені, можна переходити до статичного розрахунку.

Етап 2. Статичний розрахунок у ПК ЛІРА-САПР виконується автоматично, простим натисканням кнопки «розрахунок». Статичний розрахунок полягає у визначенні переміщень і внутрішніх зусиль в елементах від навантажень. За зусиллями, отриманими зі статичного розрахунку, на наступних етапах проходить підбір армування для ЗБК або підбір перерізів сталевих елементів та перевірка міцності елементів конструкції.

Варто зазначити, що на сьогодні розрахунок у ПК ЛІРА-САПР далеко не завжди є статичним, оскільки в більшості випадків реального проєктування, крім статичних навантажень, необхідно рахувати конструкцію й на інші: сейсмічні, пульсація вітру, повзучість бетону тощо. Тому статичний розрахунок у ПК ЛІРА-САПР називати статичним не зовсім коректно. Проте ми будемо й далі користуватись саме терміном

«статичний розрахунок», щоб не плутати його з розрахунком елементів конструкції: підбором армування, перевіркою і підбором поперечних перерізів колон, балок, ферм і розрахунком елементів вузлів металевих конструкцій.

Після проведення статичного розрахунку потрібно переглянути його результати. Надто великі зусилля, зусилля в неочікуваних місцях, їх концентрації або переміщення в неочікуваному напрямку можуть свідчити про помилки у розрахунковій схемі. У такому випадку потрібно повернутися на етап 1, виправити помилки, виконати знову статичний розрахунок і знову проаналізувати його результати.

Етап 3. Підбір армування для залізобетонних елементів, підбір і перевірка перерізів елементів сталевих конструкцій.

4.3.2. Загальний алгоритм розрахунку та проєктування будівельних конструкцій такий:

1. Створення файлу (назва має містити до 30 символів), вибір ознаки розрахункової схеми, коментарі.
2. Налаштування програми (одиниці вимірювання, мова інтерфейсу, основні панелі).
3. Вибір варіанта розрахунку перерізів (за зусиллями від окремих завантажень, РСЗ чи РСН). Вибір варіанта конструювання:
 - для ЗБК – за ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення;
 - для МК – за ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проєктування.
4. Створення геометричної схеми конструкції.
5. Задання граничних умов.
6. Створення і призначення жорсткостей.
7. Візуальний 3D-контроль.
8. Задання навантажень.
9. Статичний розрахунок конструкції.
10. Аналіз результатів статичного розрахунку.
11. Призначення матеріалів:
 - для ЗБК – тип, бетон, арматура;
 - для МК – матеріал, додаткові характеристики, обмеження підбору.
12. Повний розрахунок (статичний і конструктивний).
13. Перегляд та аналіз результатів:
 - для ЗБК – підбору арматури,
 - для МК – перевірки та підбору перерізів.
14. Конструювання елементів.

3.3. Підбір та перевірка армування залізобетонних конструкцій

Підбір арматури та перевірка заданого армування у стержневих і пластинчатих елементах для різних випадків напруженого стану здійснюється за допомогою конструювальних систем АРМ-САПР і ЛАРМ-САПР. Розрахунок ведеться відповідно до вимог ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення», СНиП 2.03.01-84*, Єврокод-2.

Конструювальна система армування АРМ-САПР реалізує підбір площі перерізу арматури колон, балок, плит та оболонок за двома групами граничних станів згідно з чинними нормативами. Передбачено використання довільних характеристик бетону та арматури. Реалізовано алгоритми з раціональним розташуванням арматури по перерізу елемента. За результатами розрахунку формуються креслення балок і колон, а також створюються dxf-файли креслень. При розрахунку армування застосовують характеристики арматури, що відповідають ДСТУ 3760-2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій.

Локальний режим армування ЛАРМ-САПР дозволяє конструювати окремий залізобетонний стержень чи окремий елемент пластини. Виконується підбір і перевірка заданого армування.

Площі арматури за першою та другою групою граничних станів обчислюються за зусиллями від окремих завантажень, за розрахунковими сполученнями навантажень (РСН) або розрахунковими сполученнями зусиль (РСЗ), отриманими у результаті розрахунку конструкції.

Визначення армування здійснюється на базі нормативних даних, що містять відомості про розрахункові характеристики арматури та бетону, діаметри та площі арматурних стержнів тощо.

Для підбору армування у системі АРМ-САПР в інтерактивному режимі задають додаткові дані про:

- варіант конструювання (за окремими зусиллями, розрахунковими сполученнями зусиль чи завантажень), вказують нормативний документ;
- тип армування (*стержень, балка, колона, пілон* – для стержневих елементів або *стіна, плита, оболонка* – для пластинчастих), конструктивні вимоги, клас бетону та арматури тощо.

Для визначення та перевірки армування у локальному режимі ЛАРМ-САПР початкові дані можна ввести як у інтерактивному режимі, так і шляхом експорту даних із АРМ-САПР. У системі ЛАРМ-САПР можна багато разів змінювати параметри перерізу, геометричні характеристики, задане армування, інформацію про матеріали, зусилля і здійснювати багатоваріантний підбір арматури [15].

Конструювання стержневих залізобетонних елементів

При конструюванні стержневих елементів можлива реалізація двох алгоритмів підбору арматури, які вибираються користувачем:

• **алгоритм дискретної арматури** з пріоритетним розташуванням стержнів у кутових зонах перерізу забезпечує найраціональніше розташування арматури, він чудово підходить для конструювання колон, оскільки кутові стрижні сприймають згинальні моменти обох напрямків. Наприклад, при перевірці позацентрово стиснутої колони із площини дії основного моменту зазвичай є достатньою площа кутових стержнів, підібрана при розрахунку в площині дії основного моменту. У порівнянні з алгоритмом розподіленої арматури цей підхід, як правило, дозволяє зменшити необхідну площу арматурних стержнів;

• **алгоритм розподіленої арматури** з рівномірним розташуванням розрахункових площ по сторонах перерізу можна застосовувати при конструюванні балок. У порівнянні з алгоритмом дискретного армування такий підхід призводить до перевитрат арматури, проте в цьому випадку користувач може здійснити вибір діаметрів і розстановку арматурних стержнів самостійно.

Алгоритм розподіленої арматури не допускається у таких випадках:

- при розрахунку просторового стержня, в якому один із згинальних моментів (M_y або M_z) перевищує інший на 10%;
- за наявності арматури, зумовленої дією крутного моменту, яка розташовується по сторонах перерізу і не може бути «розмазаною»;
- у двотавровому перерізі;
- за наявності значного моменту M_z .

У результаті підбору арматури програма видає такі величини (позначення – на рисунку 4.3.2):

Поздовжня арматура (площа у см^2):

- AU1 – площа кутової нижньої поздовжньої арматури (в лівому нижньому кутку перерізу);
- AU2 – площа кутової нижньої поздовжньої арматури (в правому нижньому кутку перерізу);
- AU3 – площа кутової верхньої поздовжньої арматури (в лівому верхньому кутку перерізу);
- AU4 – площа кутової верхньої поздовжньої арматури (в правому верхньому кутку перерізу);
- AS1 – площа нижньої поздовжньої арматури;
- AS2 – площа верхньої поздовжньої арматури;
- AS3 – площа бічної поздовжньої арматури (біля лівого краю перерізу);
- AS4 – площа бічної поздовжньої арматури (біля правого краю перерізу).

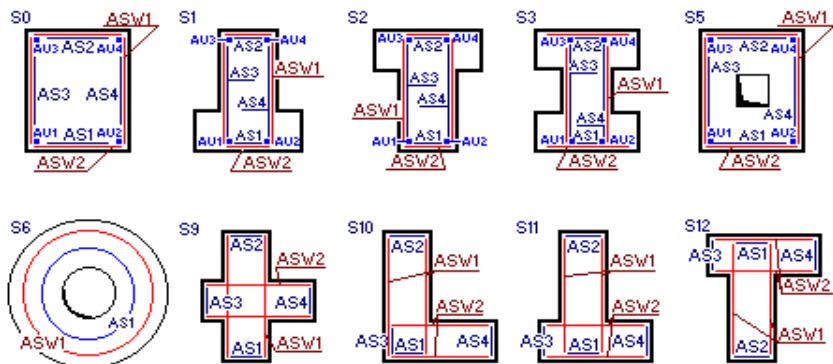


Рисунок 4.3.2 – Позначення армування у перерізах ЗБК

Поперечна арматура (площа у см^2):

- ASW1 – вертикальна поперечна арматура;
- ASW2 – горизонтальна поперечна арматура.

У таблицях із результатами армування програма видає також відсотки армування і ширину розкриття тріщин (короткочасну та тривалу, у мм).

При підборі арматури з пріоритетом *кутових стержнів* у таблиці результатів площі кутових стержнів будуть виведені в графах AU1, AU2, AU3, AU4, а в графах AS1, AS2, AS3, AS4 – площі арматури без кутових стержнів.

Якщо був використаний алгоритм *розподіленої арматури* з рівномірним розташуванням розрахункових площ уздовж сторін перерізу, то кутова арматура AU1, AU2, AU3, AU4 входить у величини AS1, AS2.

Для балок рекомендують призначати несиметричне армування відносно горизонтальної осі перерізу, а для колон – симетричне, оскільки в колонах згинальні моменти зумовлені, головним чином, знакозмінними впливами.

Несиметричне армування колон може бути виправдане за наявності значних місцевих горизонтальних навантажень (наприклад, тиск ґрунту) або значних кранових навантажень. При цьому алгоритм автоматично вибирає тип несиметричного армування, відносно горизонтальної Y1 чи вертикальної Z1 осі перерізу, аналізуючи величини згинальних моментів. Несиметричне армування відносно осі Z реалізоване лише для прямокутного і коробчастого перерізів. У перерізах типу хрест (S9), кутик (S10), тавр зі зміщеною стінкою (S11, S12) армування завжди несиметричне.

Конструювання пластинчастих залізобетонних елементів

При конструюванні пластинчастих елементів програмою передбачено визначення армування для:

- тонкостінних залізобетонних елементів, у яких діють згинальні та крутні моменти, осьові та поперечні сили – елементів *оболонки*.
- плоских залізобетонних елементів, у яких діють згинальні та крутні моменти, а також поперечні сили – елементів *плити*.
- залізобетонних елементів, що знаходяться у плоскому напруженому стані – елементів *стіни*.

Підбір поздовжньої арматури здійснюється із забезпеченням мінімуму сумарної витрати арматури у напрямках $X1$ і $Y1$ при задоволенні умов міцності та вимог із обмеження ширини розкриття нормальних тріщин.

Підбір поперечної арматури виконується із умови міцності за поперечною силою як для одновісного напруженого стану при врахуванні кожного з напрямків зусиль (Q_x , Q_y) окремо. Поперечна арматура для стін не обчислюється.

Виходячи з максимальних зусиль, що діють у напрямі координатних осей, які співпадають із напрямками розташування стержнів арматурної сітки, обчислюються максимальні площі перерізу арматури:

- у плиті (як для згину),
- у стіні (як для центрального стиску-розтягу),
- в оболонці (як для позацентрового стиску-розтягу в одному напрямку).

За умовами міцності обчислюються площі арматури, за яких забезпечується мінімум сумарної витрати сталі.

Після визначення армування за міцністю виконується перевірка ширини розкриття тріщин для всіх сполучень зусиль.

У результаті підбору арматури програмою видаються такі величини (позначення – на рисунку 4.3.3):

Поздовжня арматура (площа у см^2 на погонний метр):

- $AS1$ (AS_{x-n}) – нижня арматура у напрямку X (для стінки посередині перерізу);
- $AS2$ (AS_{y-n}) – нижня арматури у напрямку Y ;
- $AS3$ (AS_{x-v}) – верхня арматура у напрямку X ;
- $AS4$ (AS_{y-v}) – верхня арматура у напрямку Y .

Поперечна арматура (площа у см^2 на погонний метр):

- $ASW1$ – у напрямку X ;
- $ASW2$ – у напрямку Y .

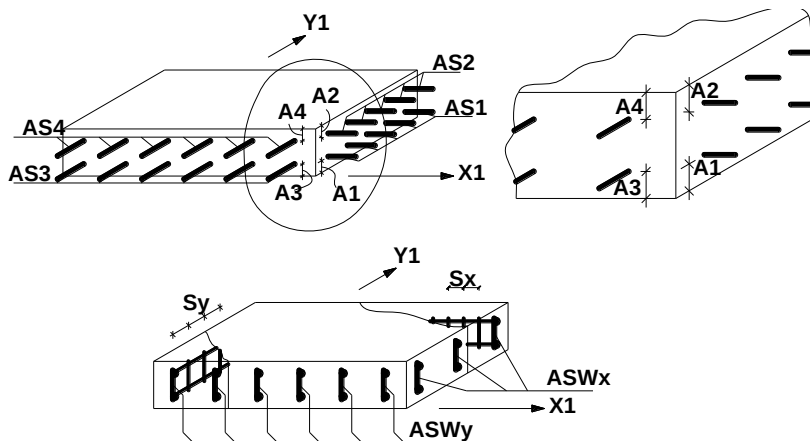


Рисунок 4.3.3 – Розташування арматури в плиті, оболонці

Програма видає також ширину короткочасного і тривалого розкриття тріщин (мм).

4.3.4. Приклад розрахунку та конструювання монолітного ребристого перекриття з балковими плитами

4.3.4.1. Розрахунок і конструювання плити

Завдання. Виконати розрахунок монолітної плити перекриття на статичні навантаження. Проаналізувати результати розрахунку. Виконати підбір арматури.

Конструктивна схема наведена на рисунку 3.4. Матеріал перекриття – бетон класу C16/20, армування – окремими стержнями з арматури класу A400C.

Детальні вказівки з проектування, компоновку перекриття, визначення розрахункових прольотів і навантажень див. [14].

Розрахунок виконати для плити 27×24м (сітка 36×12) у площині xOy на два завантаження:

- перше завантаження – постійне рівномірно розподілене
 $g = 2,4 \text{ кН/м}^2$, у т.ч. – власна вага;
- друге завантаження – змінне (довготривале) рівномірно розподілене
 $p = 7,5 \text{ кН/м}^2$.

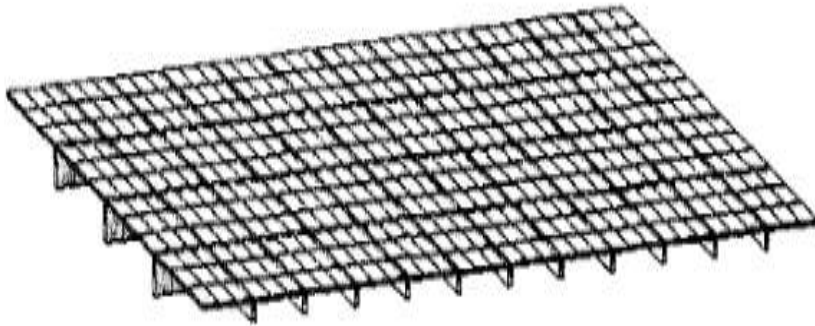


Рисунок 4.3.4 – Конструктивна схема монолітного ребристого перекриття з балковими плитами

Вказівки з проєктування

Проеєкування залізобетонних перекриттів виконують у такій послідовності:

1. Компонівка будівлі/споруди. На цьому етапі розробляють конструктивну схему, визначають основні несучі елементи, призначають їх розміри тощо.
2. Статичний розрахунок. На основі прийнятої конструктивної схеми обирають розрахункову схему, визначають усі навантаження і впливи, визначають зусилля в елементах системи.
3. Розрахунок перерізів. За діючими зусиллями підбирають розміри перерізів елементів або перевіряють, чи достатніми є раніше призначені розміри для сприйняття зусиль.
4. Конструювання. Визначають схеми армування елементів, створюють креслення арматурних і закладних виробів.

Плоскі залізобетонні перекриття поділяють на балкові та безбалкові. Балкові складаються із балок, що розташовані в одному чи двох напрямках, і плити, яка на них опирається. Безбалкові складаються лише з плити, що опирається безпосередньо на колони.

При компонентуванні розрахункової схеми плита може бути балковою (такою, що працює в одному напрямку) і такою, що працює у двох напрямках. Критерієм при виборі розрахункової схеми плити, обпєртої по контуру, слугує співвідношення її сторін.

У наведеному прикладі розглядається монолітне балкове перекриття, яке складається із плоскої плити та системи перехресних балок – головних і другорядних.

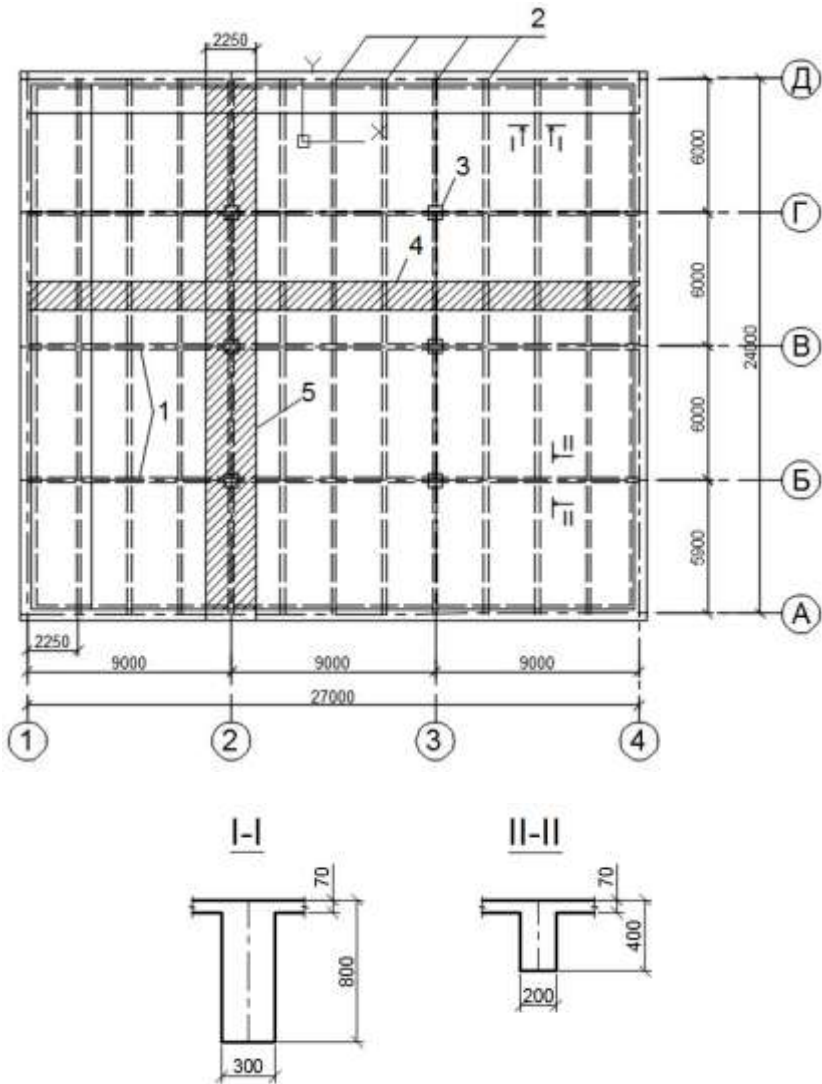


Рисунок 4.3.5 – До розрахунку монолітного ребристого перекриття з балковими плитами:

1 – головна балка Бм-1; 2 – другорядна балка Бм-2; 3 – колона Км; 4 – розрахункова смуга плити Пм; 5 – вантажна смуга другорядної балки

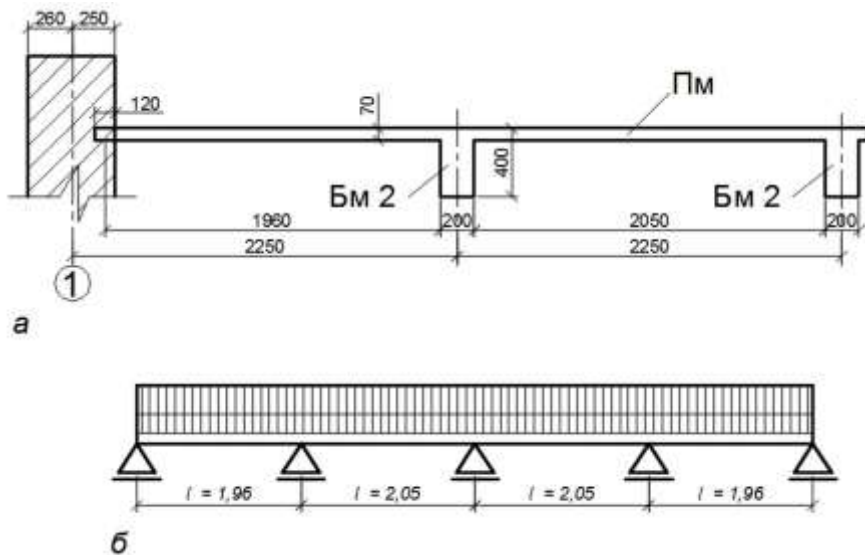


Рисунок 4.3.6 – До розрахунку плити:
а – конструктивна схема; б – розрахункова схема

Алгоритм виконання завдання

Етап 1 Створення нової задачі

Для створення нового файлу потрібно натиснути кнопку  – *Новий* на панелі швидкого доступу. У діалоговому вікні **Описання схеми** задають **Ознаку схеми** – 5 – шість степенів вільності у вузлі (переміщення X, Y, Z, U_x, U_y, U_z), ім'я задачі: «Монолітне балкове перекриття» та за бажанням – опис задачі (рисунок 4.3.7). Натискають кнопку  – *Підтвердити*.

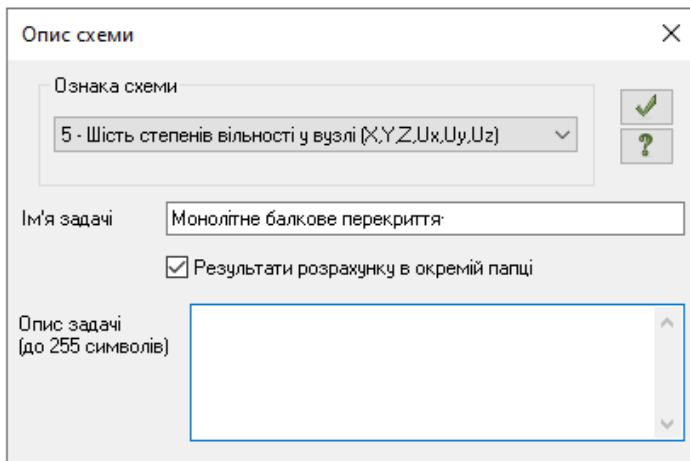


Рисунок 4.3.7 – Діалогове вікно *Опис схеми*

Етап 2 Створення геометричної схеми плити

На вкладці **Створення і редагування** кнопкою  – *Генерація плоских фрагментів і сіток* у спадному списку обирають команду *Генерація плити* (рисунок 3.8).

У діалоговому вікні **Створення плоских фрагментів і сіток** створюють скінченно-елементну модель 36×12 , задавши такі параметри:

крок вздовж першої осі: $L(m) - 0,75$; $N - 36$;

крок вздовж другої осі: $L(m) - 2$; $N - 12$.

Решту параметрів залишають за замовчуванням, натискають кнопку



– *Підтвердити*.

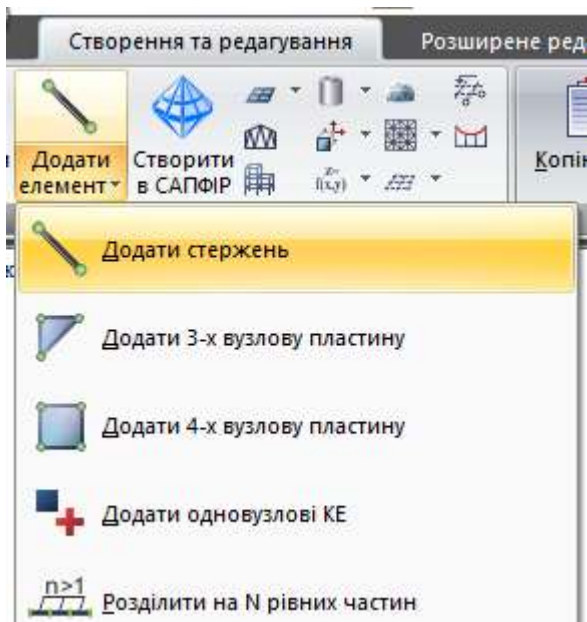


Рисунок 4.3.9 – Спадний список *Додати елемент*

Для збереження інформації про створену модель потрібно натиснути кнопку  на панелі швидкого доступу.

Етап 3 Задання граничних умов (в'язів)

Активувавши командну кнопку  – *Відмітка вузлів*, виділяють курсором вузли обпирання плити по двох коротших сторонах (тих, на які обпираються головні балки), вузли відобразяться червоним кольором. Для задання граничних умов викликають діалогове вікно **В'язі у вузлах** натисканням на кнопку  – *В'язі* (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**).

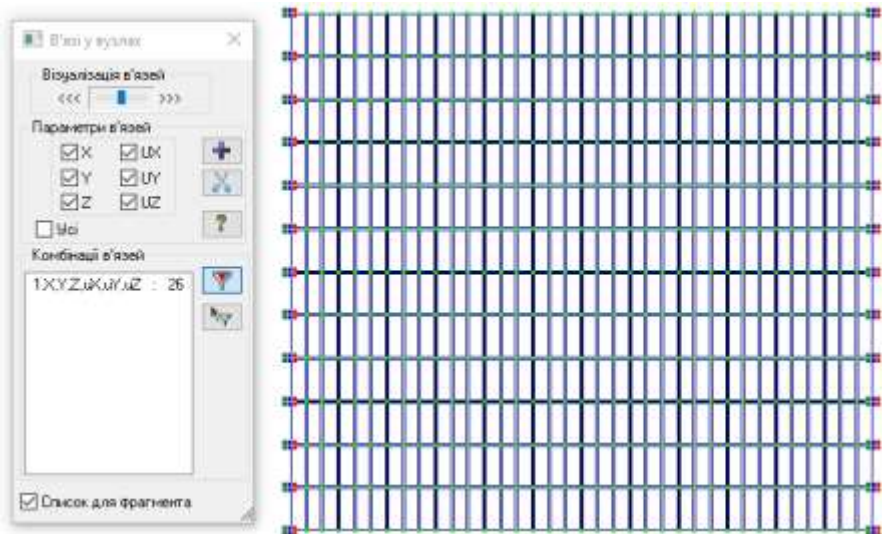


Рисунок 4.3.11 – Задання в'язей по коротших сторонах плити

Після цього виділяють вузли обпирання плити по довгих сторонах та вузли у місцях перетину поздовжніх балок з колонами, тут забороняють переміщення у напрямку Z (шарнірно-рухома опора) – рисунок 4.3.12 – і натискають кнопку . Усі в'язі задано.

Етап 4 Задання варіантів розрахунку та конструювання

Для конструктивних розрахунків натискають кнопку  – **Варіанти конструювання схеми** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення і редагування**). У діалоговому вікні **Варіанти конструювання** задають параметри для конструювання (підбір арматури за умовою міцності нормальних перерізів). У цьому ж вікні потрібно обрати *варіант розрахунку* (за розрахунковими сполученнями зусиль - РС3) і чинні норми. Натискають кнопку  – **Застосувати**.

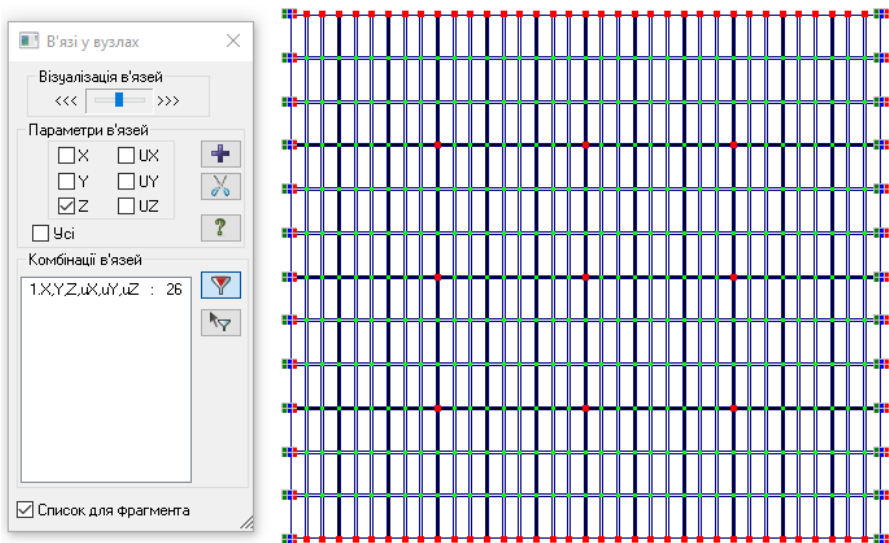


Рисунок 4.3.12 – Задання в'язей в опорних вузлах перекриття

Етап 5 Створення і призначення жорсткостей і параметрів матеріалів

Натикають на кнопку . У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** формують список типів жорсткостей. Елементом плити призначають тип жорсткості **Пластина Н7**. Поздовжні (головні) балки мають тип перерізу **Брус 30×80**, поперечні (другорядні) балки – **Брус 20×40** (рисунок 4.3.13).

На закладці **Залізобетон (Ж/б)** діалогового вікна **Жорсткості та матеріали** потрібно задати параметри для залізобетонних конструкцій: тип, бетон, арматуру.

Включають радіо-кнопку *Тип* і натискають *Редагувати*.

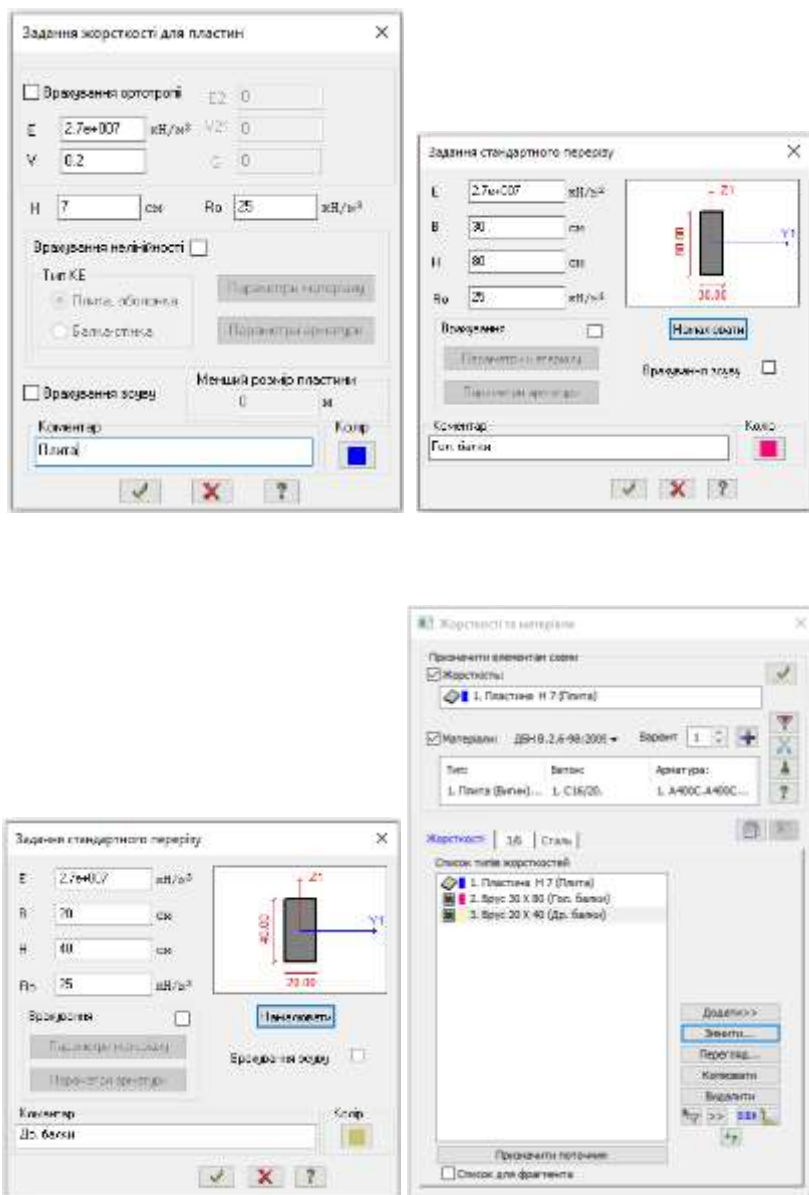
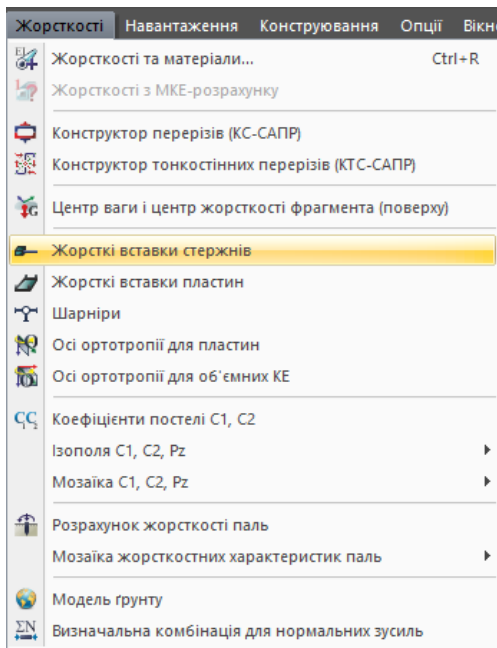


Рисунок 4.3.13 – Задання жорсткостей для плити та балок

З'явиться діалогове вікно **Матеріали для розрахунку з/б конструкцій**, у якому клацають лівою кнопкою миші у полі *Пластина*. У правому верхньому куті вказують: вид розрахунку – *Плита (згин)*, задають крок арматурних стержнів – *200 мм*. У полі *Бетон* обирають клас бетону *C16/20*, у полі *Арматура*: поздовжня – класу *A400C*, поперечна – *A400C*. Для збереження введених даних натискають кнопку  – *Підтвердити*.

Після призначення жорсткостей для коректного розміщення балок потрібно ввести **жорсткі вставки**. Жорсткі вставки вводять уздовж місцевої координатної осі *Z* розміром, що дорівнює половині висоти поперечного перерізу стержневого елемента. Тобто, для головних балок це 0,4 м, а для другорядних – 0,2 м.



Для задання жорстких вставок потрібно виділити спершу головні балки, зі спадного меню **Жорсткості** обрати команду **Жорсткі вставки стержнів** (рисунок 4.3.14). У діалоговому вікні для призначення жорстких вставок (рисунок 4.3.15) ввести значення -0,4 у першому та другому вузлах і натиснути . Операцію виконати аналогічно і для другорядних балок (при цьому ввести значення -0,2).

Рисунок 4.3.14 – Задання команди *Жорсткі вставки стержнів*

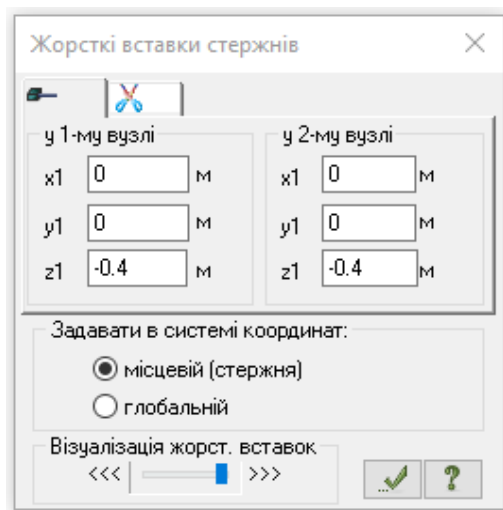


Рисунок 4.3.15 – Діалогове вікно *Жорсткі вставки стержнів*

Щоб перевірити правильність побудови розрахункової моделі, в **Меню програми** активують команду **Просторова модель (3D-графіка)**, на екрані з'явиться просторове зображення балкового перекриття (рисунок 4.3.16).

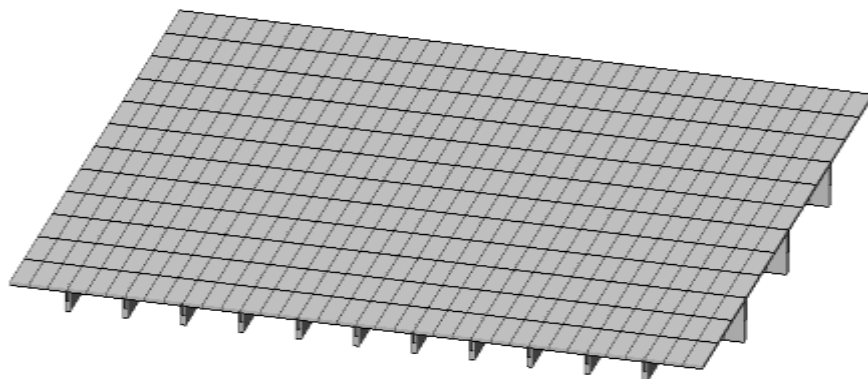
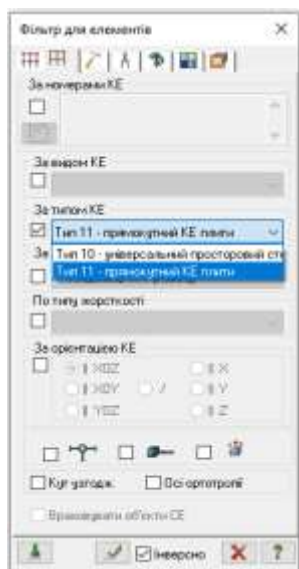


Рисунок 4.3.16 – Просторова модель балкового перекриття

Етап 6 Перевірка типу скінченого елемента (СЕ)



За допомогою поліфільтра (кнопка  на панелі вибору) виконують перевірку типу КЕ. У діалоговому вікні **Фільтр для елементів** ставлять галочку у полі *За типом КЕ* (рисунок 4.3.17). Переглядають список. У ньому повинні відображатись два типи: 10 – універсальний просторовий стержень (для балок) і 11 – прямокутний КЕ плити (для елементів плити). За потреби тип КЕ можна

змінити за допомогою команди  – *Зміна типу КЕ* (вкладка **Розширене редагування**, панель **Схема**).

Рисунок 4.3.17 – Діалогове вікно *Фільтр для елементів*

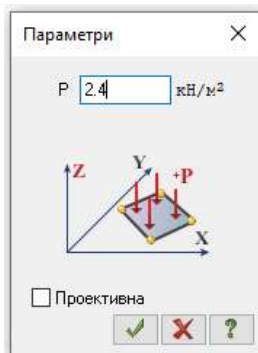
Етап 7 Задання навантажень

Згідно з завданням задають навантаження на плиту перекриття у двох завантаженнях.

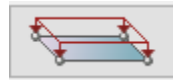
Формування завантаження №1

На панелі **Навантаження** (вкладка **Створення і редагування**) обирають команду **Навантаження**, зі спадного списку – команду **Навантаження на пластини**.

У діалоговому вікні **Задання навантажень** вказують систему координат – *Глобальна*, напрямок дії навантаження – уздовж осі *Z*.



Для задання рівномірно розподіленого по площі змінного квазіпостійного навантаження



натискають командну кнопку, з'являється вікно **Параметри**, у якому вводять $P = 2,4 \text{ кН/м}^2$ (рисунок 4.3.18) і натискають на кнопку  – *Підтвердити*.

Рисунок 4.3.18 – Діалогове вікно *Параметри*

За допомогою поліфільтра (кнопка  на панелі вибору) виконують вибір елементів плити (для цього у діалоговому вікні **Фільтр для елементів** ставлять галочку у полі *За типом KE*, обирають зі списку *Тип 11 – Прямокутний KE плити*, натискають кнопку  (всі елементи плити забарвлюються у червоний колір). У діалоговому вікні **Задання навантажень** натискають кнопку . На плиту буде задане рівномірно

розподілене по всій площі навантаження інтенсивністю $2,4 \text{ кН/м}^2$ (рисунок 4.3.19).

Формування завантаження №2

Змінюють номер поточного завантаження, клацнувши по кнопці  – Наступне завантаження у стрічці стану (в нижній області робочого вікна).

На панелі **Навантаження** (вкладка **Створення і редагування**) обирають команду **Навантаження**, зі спадного списку – команду **Навантаження на пластини**, задають рівномірно розподілене по площі змінне довготривале навантаження, для цього у вікні **Параметри** задають:

$P = 7,5 \text{ кН/м}^2$, натискають на кнопку  – Підтвердити.

У результаті буде створена розрахункова схема, відображена на рисунку 4.3.19.

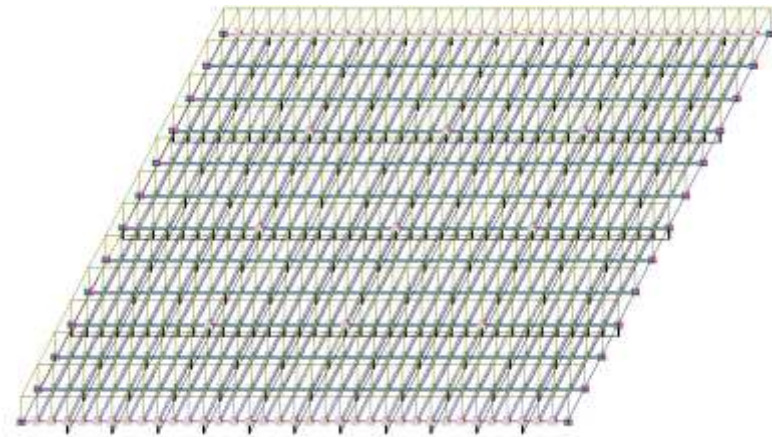


Рисунок 4.3.19 – Розрахункова схема перекриття

Для задання *розширеної інформації про завантаження* необхідно



скористатись кнопкою **Редактор завантажень** на панелі **Навантаження**. З'явиться діалогове вікно **Редактор завантажень**, у якому для *Завантаження 1* у полі **Редагування обраного завантаження** обирають зі списку **Вид** стрічку *Постійне* і натискають кнопку – **Підтвердити**.

Для *Завантаження 2* у полі **Редагування обраного завантаження** обирають зі списку **Вид** стрічку *Тривале* і натисніть кнопку – **Підтвердити**.

Етап 8 Генерація таблиці РСЗ

Оскільки розрахунок виконується на два завантаження різної тривалості, необхідно створити таблицю розрахункових сполучень зусиль.

Етап 9 Повний розрахунок плити

Перед запуском на розрахунок рекомендовано зберегти створену розрахункову схему. Для цього потрібно скористатись кнопкою – **Зберегти** на панелі швидкого доступу. Для розрахунку натискають на кнопку – **Виконати повний розрахунок** на вкладці **Розрахунок**.

Етап 10 Перегляд та аналіз результатів статичного розрахунку

Результати статичного розрахунку переглядають та аналізують на вкладці **Аналіз**.

Щоб вивести на екран ізополя переміщень у напрямку Z , обирають команду – *Ізополя переміщень у глобальній системі*, клацають по кнопці – *Ізополя переміщень по Z* (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**) – рисунку 4.3.20.

Щоб вивести на екран ізополя напружень по M_y , обирають команду – *Ізополя напружень*, після цього клацають по кнопці – *Ізополя*

напружень по M_y (панель **Напруження у пластинах та об'ємних СЕ** на вкладці **Аналіз**) – рисунок 4.3.21.

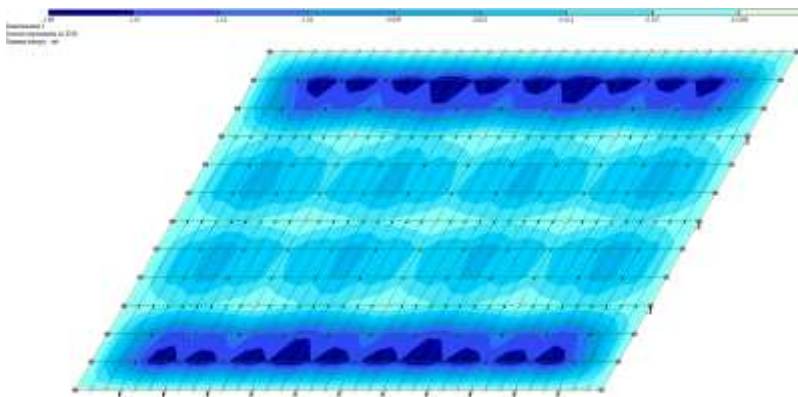


Рисунок 4.3.20 – Ізополя переміщень по Z

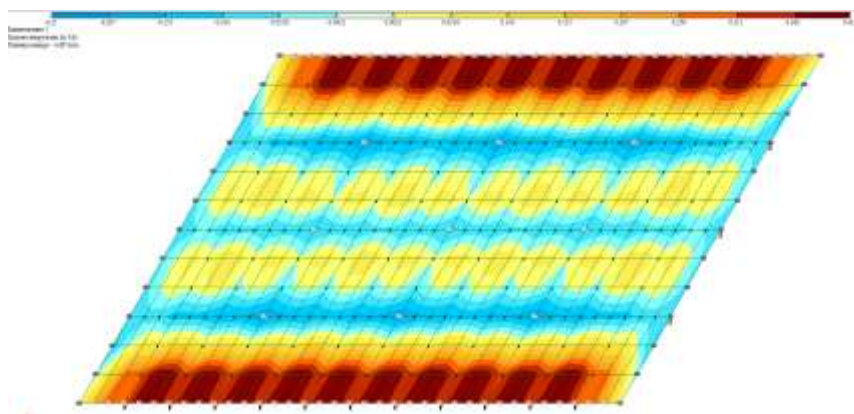


Рисунок 4.3.21 – Ізополя напружень по M_y

Для перегляду таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми (рисунок 4.3.22) потрібно обрати команду  – **Стандартні таблиці** зі спадного списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**). У діалоговому вікні **Стандартні таблиці** виділяють рядок **PC3 розрахункові** та натискають кнопку  – **Підтвердити**.

Одиниці виміру зусиль: кН
Одиниці виміру напружень: МПа
Одиниці виміру моментів: кНм
Одиниці виміру розподілених навантажень: кН/м
Одиниці виміру розподілених перерізуючих сил: кН
Одиниці виміру перепадів температур в елементах: °С

Tue Oct 26 21:35:29 2021 монолітні балони л. робоча схема												
РОЗРАХУНКОВІ СПОЛУЧЕННЯ ЗУСИЛЬ												
ЕЛМ	HC	KF	CT	EC	T	N	Mx	My	Oz	Mz	Oy	ЗАБЕПІДЧЕННЯ
433	1	1	1	1	A1	0	2.3549	3.3553	25.747	0	0	1.2
433	2	1	1	1	A1	0	2.3549	54.849	25.747	0	0	1.2
434	1	1	1	1	A1	0	-3.0783	83.937	-12.054	0	0	1.2
434	2	1	1	1	A1	0	-3.0783	29.629	-12.054	0	0	1.2
435	1	1	1	1	A1	0	-3.0506	30.059	-48.034	0	0	1.2
435	2	2	1	1	A1	0	-3.0506	-65.369	-48.034	0	0	1.2
436	1	2	1	1	A1	2.3098	83947	-60.089	-60.823	-21009	00152	1.2
436	2	1	1	1	A1	2.3098	83947	21.187	-60.823	-10720	-00152	1.2
437	1	1	1	1	A1	2.3098	00220	21.063	2.1354	-10720	-00152	1.2
437	2	1	1	1	A1	2.3098	00220	25.354	2.1354	-00415	-00152	1.2
438	1	1	1	1	A1	2.3098	-1.0678	25.413	-38.189	-00415	-00152	1.2
438	2	2	1	1	A1	2.3098	-1.0678	-46.990	-38.189	09899	-00152	1.2
439	1	2	1	1	A1	2.3098	1.0678	-46.990	38.189	09899	00152	1.2
439	2	1	1	1	A1	2.3098	1.0678	25.413	38.189	-00415	00152	1.2
440	1	1	1	1	A1	2.3098	-0.0220	25.354	-2.1354	-00415	00152	1.2
440	2	1	1	1	A1	2.3098	-0.0220	21.063	-2.1354	-10720	00152	1.2
441	1	1	1	1	A1	2.3098	-83947	21.187	-60.823	-10720	00152	1.2
441	2	2	1	1	A1	2.3098	-83947	-60.089	-60.823	-21009	00152	1.2
442	1	2	1	1	A1	0	2.0506	-65.369	48.034	0	0	1.2
442	2	1	1	1	A1	0	2.0506	30.059	48.034	0	0	1.2
443	1	1	1	1	A1	0	30183	29.629	12.054	0	0	1.2
443	2	1	1	1	A1	0	30183	83.937	12.054	0	0	1.2
444	1	1	1	1	A1	0	-2.3549	54.849	-25.747	0	0	1.2
444	2	1	1	1	A1	0	-2.3549	3.3553	-25.747	0	0	1.2

Рисунок 4.3.22 – Таблиця PC3 для елементів плити (фрагмент)

Етап 11 Перегляд та аналіз результатів розрахунку армування

Після розрахунку задачі переходять на вкладку **Конструювання** для перегляду та аналізу результатів армування. Для підбору арматури в



елементах схеми клацають по кнопці **Расчет** - *Розрахунок арматури* на панелі **Розрахунок**.



Для перегляду інформації про підбрану арматуру задають команду **Площа армування** (панель **Армування пластин** на вкладці **Конструювання**).

Для відображення підібраних площ арматури на 1 пог. м по осі X біля нижньої грані натискають кнопку  – *Нижня арматура в пластинах по осі X1* (рисунок 4.3.23).

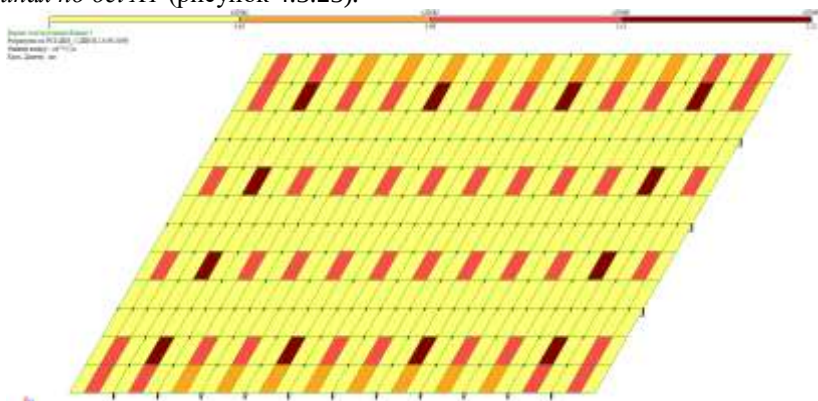


Рисунок 4.3.23 – Площа арматури на 1 пог. м по осі X1 біля нижньої грані

Щоб переглянути мозаїку відображення площі верхньої арматури у пластинах у напрямку осі X1, натискають кнопку  – *Верхня арматура в пластинах по осі X1* (рисунок 4.3.24). Аналогічно переглядають підбрану арматуру у напрямку осі Y1.

Для формування таблиці з результатами підбору арматури зі спадного списку **Документація** обирають команду *Таблиці результатів для З/Б* (панель **Таблиці**, вкладка **Конструювання**), викликають діалогове вікно **Таблиці результатів**, у полі *Елементи* натискають кнопку

Пластины. На экран буде виведена таблиця з результатами армування (рисунок 4.3.25).

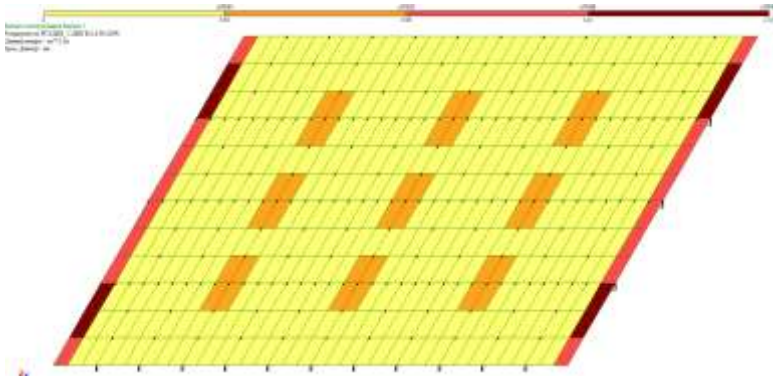


Рисунок 4.3.24 – Площа арматури на 1 пог. м по осі Y1 біля верхньої грані

Конструювання плити

Варто пам'ятати, що у ПК ЛІРА розрахунок виконаний у лінійній постановці. У випадку армування плити окремими стержнями при товщині плити до 120 мм використовують роздільне армування, тобто усі стержні пролітної арматури доводять до опор, над якими встановлюють свою арматуру. При цьому нижні пролітні стержні конструюють наскрізними, пропускаючи їх через кілька опор, а в крайніх прольотах, де за розрахунком потрібно більше арматури, встановлюють додаткові стержні.

За таблицями результатів автоматизованого підбору арматури підбирають робоче та конструктивне армування плити.

Результати армування у пластинах ДБН В 2.6-98:2009 (Варіант 1)

Елемент	Подовжня арматура				Поперечна арматура		Ширин розкриття ґриден	
	A51	A52	A53	A54	ASW1	ASW2	Коротк.	Триб.
Подовжня арматура: см ² 2 (1 м); ; Поперечна: см ² 2 (1 м); ; Шир.тріщин: мм;								
Плита 13; h= 7.00 см								
Бетон C16/20; Арматура: подовжня Ax: A400C, Ay: A400C; поперечна A400C								
Крок арматурних стержнів 200 мм								
13	1.38	0.35	1.46	0.35			0.25	0.25
	1.38	0.35	1.46	0.35				
Плита 14; h= 7.00 см								
Бетон C16/20; Арматура: подовжня Ax: A400C, Ay: A400C; поперечна A400C								
Крок арматурних стержнів 200 мм								
14	1.13	0.35	0.67	0.35			0.27	0.27
	1.13	0.35	0.67	0.35				
Плита 49; h= 7.00 см								
Бетон C16/20; Арматура: подовжня Ax: A400C, Ay: A400C; поперечна A400C								
Крок арматурних стержнів 200 мм								
49	1	0.35	1.26	0.35			0.3	0.3
	1	0.35	1.26	0.35				
Плита 50; h= 7.00 см								
Бетон C16/20; Арматура: подовжня Ax: A400C, Ay: A400C; поперечна A400C								
Крок арматурних стержнів 200 мм								
50	1.7	0.35	1.13	0.35			0.3	0.3
	1.6	0.35	1.13	0.35				

Рисунок 4.3.25 – Таблиця з результатами підбору арматури у вибраних елементах плити

Крім основної робочої передбачають встановлення надпорної арматури у неробочому напрямку: біля опор біля стін (для сприйняття моментів часткового защемлення) і над головними балками. Кількість цієї арматури приймають не менше 1/3 від пролітної арматури плити. Довжину надпорних стержнів над балками (головними і другорядними) призначають з умови, що горизонтальні ділянки у кожен бік від грані балки дорівнюють 1/4 прольоту плити. Довжину надпорних стержнів біля стін приймають із умови, що горизонтальні ділянки від стіни дорівнюють 1/10 прольоту плити.

4.3.4.2. Розрахунок і конструювання другорядної балки [14]

Завдання. Виконати розрахунок другорядної балки монолітного балкового перекриття на статичні навантаження. Проаналізувати

результати. Виконати підбір арматури. Вихідні дані для розрахунку прийняти з попередньої задачі.

Розрахунок виконати для балки довжиною 24 м на два завантаження:

- перше – постійне рівномірно розподілене $g = 7,77 \text{ кН/м}$, у т.ч. – власна вага;
- друге – змінне (довготривале) рівномірно розподілене $p = 19,24 \text{ кН/м}$.

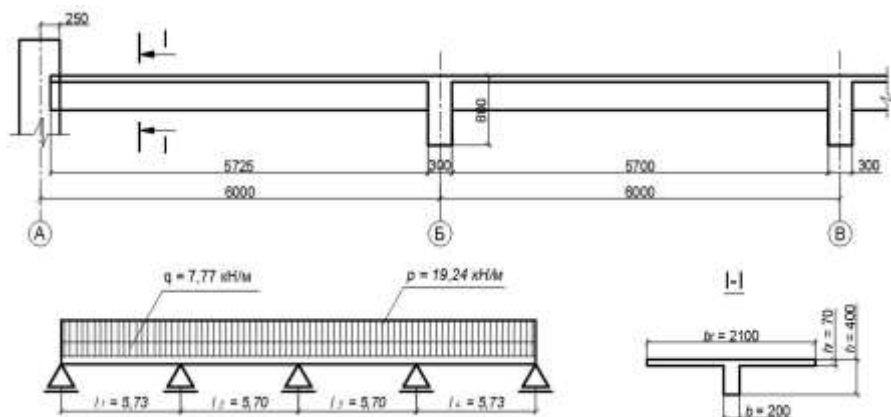


Рисунок 4.3.26 – Розрахункові прольоти, переріз і схема другорядної балки

Алгоритм виконання завдання

Етап 1 Створення нової задачі

Для створення нового файлу натискають на кнопку  – *Новий* на панелі швидкого доступу. У діалоговому вікні **Описання схеми** задають **Ознаку схеми** – 2 – три степені вільності у вузлі (переміщення X, Z, Uy) XOZ, ім'я задачі: «Другорядна балка». Натискають кнопку  – *Підтвердити*.

Етап 2 Створення геометричної схеми балки

У діалоговому вікні **Створення плоских фрагментів і сіток**, на закладці *Генерація рами* потрібно задати: крок вздовж першої осі $L(m) - 24; N - 1$, натиснути на кнопку  – Підтвердити.

Виділити стержень курсором миші, розділити його на 24 рівних елементи за допомогою команди *Додати елемент – Розділити на N рівних частин* (рисунок 4.3.27).

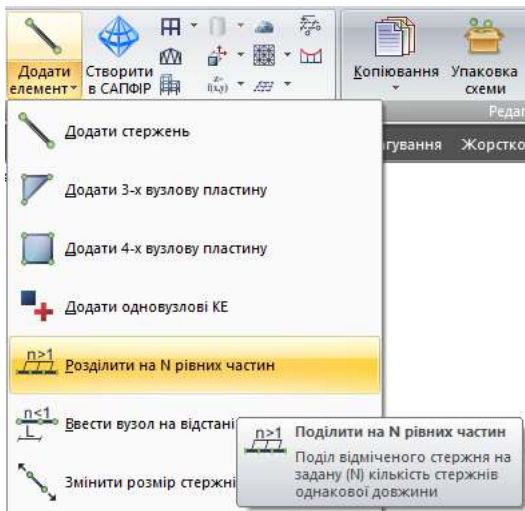


Рисунок 4.3.27 – Команда *Додати елемент – Розділити*

Отримана геометрична схема балки наведена на рисунку 4.3.28.



Рисунок 4.3.28 – Геометрична схема балки

Етап 3 Задання граничних умов

На екран виводять номери вузлів на розрахунковій схемі. Активують командну кнопку  – *Відмітка вузлів*, позначають вузол №1, 8,14,20 (вони відображаються червоним кольором). Для задання в'язів використовують кнопку . У діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відзначають напрямки, за якими забороняються переміщення вузлів (Z – шарнірно-рухома опора), натискають  – *Додати в'язі у відмічених вузлах*. Відзначають вузол №2. У діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відзначають напрямки X, Z (шарнірно-нерухома опора) і натискають .

Етап 4 Вибір варіанта розрахунку та конструювання

Для конструктивних розрахунків за чинними нормами потрібно натиснути кнопку  – *Варіанти конструювання схеми* і в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** обрати потрібний норматив (ДБН В.2.6-98:2009). У цьому ж вікні зазначають *варіант розрахунку* (за розрахунковими сполученнями навантажень – РСН).

Етап 5 Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам схеми

Клацнувши по кнопці  – *Жорсткості та матеріали* (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення і редагування**), викликають діалогове вікно **Жорсткості та матеріали**. У цьому вікні клацають по кнопці **Додати** і у діалоговому вікні **Додати жорсткість** обирають першу закладку – **Стандартні типи перерізів**, активують переріз *Тавр_Т*.

У діалоговому вікні **Задання стандартного перерізу** задають:

- модуль пружності для бетону класу C20/25 –
 $E = 3 \times 10^7 \text{ кН/м}^2$;

- геометричні розміри –
 $B = 20 \text{ см}$; $H = 40 \text{ см}$; $B1 = 210 \text{ см}$; $H1 = 7 \text{ см}$;

- густина матеріалу – $R_o = 25 \text{ кН/м}^2$.

Для відображення ескізу створюваного перерізу натискають на кнопку **Намалювати** (рис.

4.3.29), далі –  – **Підтвердити**.

Рисунок 4.3.29 – Діалогове вікно *Задання стандартного перерізу* (тавр з полицею вверху)

Далі у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** потрібно перейти на вкладку **З/Б** для задання параметрів для балки. Для цього відзначають радіо-кнопкою **Тип**, тоді натискають кнопку **Редагувати**. У діалоговому вікні **Матеріали для розрахунку з/б конструкцій** вказують параметри:

- у полі *Стержень*:
 - назва – *Балка*;
 - армування – *несиметричне*;
 - *не виділяти кутові стержні*;
- у полі *Бетон* – вибрати зі списку клас *C20/25*;

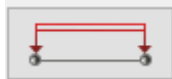
- у полі *Арматура* – вибрати зі списку клас поздовжньої *A400C*, поперечної – *A240C*.

Натисканням на кнопку  – *Застосувати* підтверджують введення даних. Відзначають усі елементи балки, у діалоговому вікні

Жорсткості та матеріали натискають на кнопку  – *Застосувати*.

Етап 6 Задання навантажень

Задають навантаження згідно із завданням у двох завантаженнях. На панелі **Навантаження** обирають команду **Навантаження**, зі спадного списку – *Навантаження на стержні*. У діалоговому вікні **Задання навантажень** радіо-кнопками вказують систему координат *Глобальна*, напрямок дії навантаження – уздовж осі *Z*. Натиснувши на кнопку



рівномірно розподіленого навантаження, викликають діалогове вікно **Параметри**. У цьому вікні для першого завантаження вводять $P = 7,77 \text{ кН/м}$ і натискають кнопку  – *Підтвердити*. За допомогою кнопки  – *Відмітка вузлів* відзначають усі елементи балки.

У діалоговому вікні **Задання навантажень** теж натискають кнопку  – *Підтвердити*.

Для другого завантаження задають $P = 19,24 \text{ кН/м}$.

Щоб задати інформацію про завантаження, необхідно скористатись



кнопкою **Редактор завантажень** на панелі **Навантаження**, вкладка **Створення і редагування**. У діалоговому вікні **Редактор завантажень** для *Завантаження 1* у полі **Редагування обраного завантаження** потрібно обрати зі списку **Вид** стрічку *Постійне* і натиснути кнопку . Для *Завантаження 2* обирають *Тимчасове тривале*.

Етап 7 Генерація таблиці РСН

Для подальшого розрахунку армування за розрахунковими сполученнями навантажень на вкладці **Розрахунок** (панель **Додаткові розрахунки**) потрібно задати команду РСН (рисунок 4.3.30).

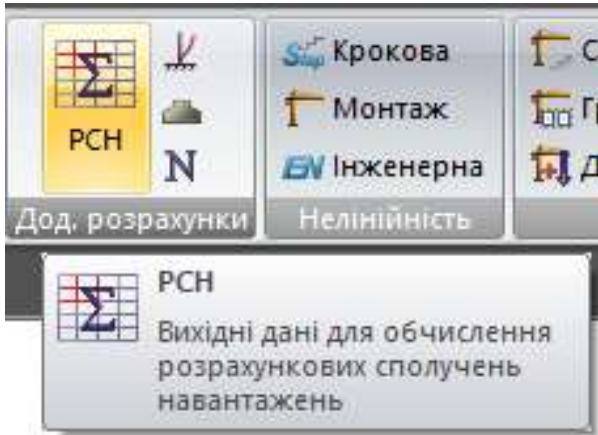


Рисунок 4.3.30 – Виклик команди *РСН*

З'явиться діалогове вікно **Розрахункові сполучення навантажень** (рисунок 4.3.31), у якому потрібно натиснути кнопку *Додати* – для першого основного сполучення зусиль автоматично створяться три стовпці – РСН1, РСН2, РСН3 з коефіцієнтами сполучення навантажень. Важливо пам'ятати, що навантаження на розрахункову схему були задані розрахунковими значеннями (важливо для конструктивних розрахунків). Для аналізу деформацій розрахункової схеми потрібно використовувати нормативні навантаження, тому коефіцієнти сполучення зусиль потрібно розділити на коефіцієнти надійності щодо навантаження.

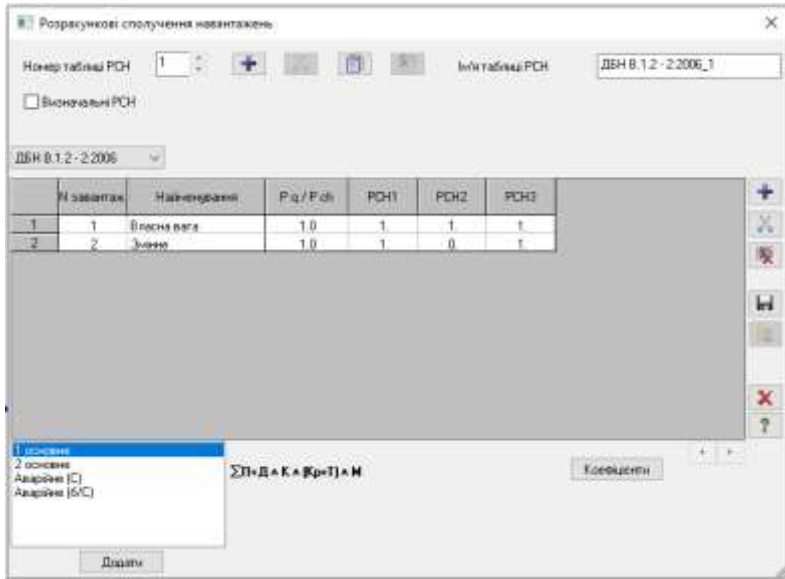


Рисунок 4.3.31 – Діалогове вікно *Розрахункові сполучення навантажень*

Етап 6 Повний розрахунок балки

Перед запуском на розрахунок потрібно зберегти створену розрахункову схему. Для цього потрібно скористатись кнопкою  – *Зберегти* на панелі швидкого доступу. Для розрахунку натискають кнопку



– *Виконати розрахунок* на вкладці **Розрахунок**.

Етап 7 Перегляд та аналіз результатів статичного розрахунку

Для переходу в режим візуалізації результатів статичного розрахунку потрібно зайти на вкладку **Аналіз**. При цьому за замовчуванням відображається деформована схема балки. Для відображення початкової схеми натискають кнопку  (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

Щоб переглянути епюри зусиль, потрібно скористатись командними кнопками    (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**). Епюри зусиль наведені на рисунках 4.3.32, 4.3.33.

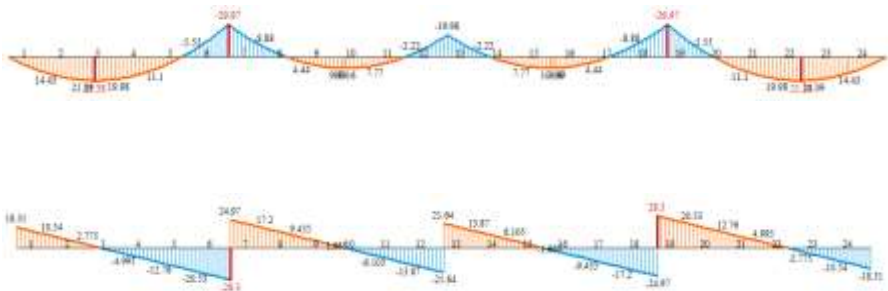


Рисунок 4.3.32 – Епюри згинальних моментів і поперечних сил в елементах балки від першого завантаження

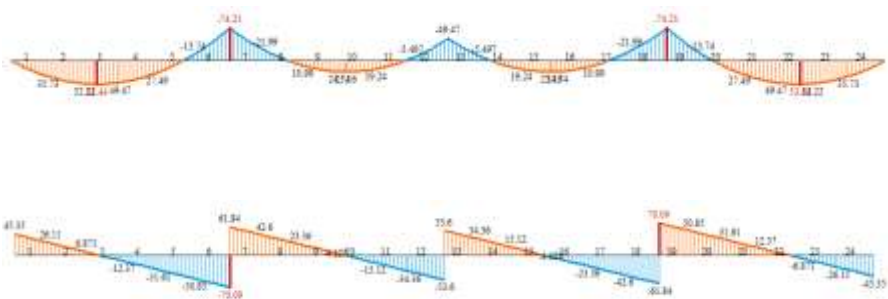


Рисунок 4.3.33 – Епюри згинальних моментів і поперечних сил в елементах балки від другого завантаження

Відзначають на схемі елементи № 3,7,10,13. За допомогою правої кнопки миші викликають команду **Стандартні таблиці – Зусилля – Усі завантаження**. Програма сформує таблицю зусиль саме для цих

елементів, де виникають найбільші моменти (див. рисунок 4.3.34). Зусилля від РСН наведено на рисунку 4.3.35.

Sat Oct 30 00:01:18 2021 балка до РСН - основна схема									
ЗУСИЛЛЯ НАПРУЖЕННЯ В ЕЛЕМЕНТАХ									
2	3-1	3-2	7-1	7-2	10-1	10-2	13-1	13-2	
	3	3	7	7	10	10	13	13	
	4	4	8	8	11	11	14	14	
1 - ВЛАСНА ВАГА									
M	21.0099	19.9799	-29.0099	-8.8799	9.9899	7.7099	-19.9799	-2.2199	
Q	2.7749	-4.9849	24.9749	17.2049	1.6649	-6.1049	21.6449	13.8749	
2 - ЗМІЩЕННЯ									
M	52.2227	49.4741	-74.2112	-21.9885	24.7370	19.2399	-49.4741	-5.48713	
Q	6.87141	-12.9685	61.8427	42.0527	4.12284	-15.1171	53.5970	34.3570	

Рисунок 4.3.34 – Зусилля від обох завантажень у вибраних елементах

Sat Oct 30 00:02:47 2021 балка до РСН - основна схема									
ЗУСИЛЛЯ НАПРУЖЕННЯ В ЕЛЕМЕНТАХ									
2	3-1	3-2	7-1	7-2	10-1	10-2	13-1	13-2	
	3	3	7	7	10	10	13	13	
	4	4	8	8	11	11	14	14	
1 - РСН1									
M	73.312	69.454	-104.18	-30.008	34.727	27.009	-69.454	-7.7171	
Q	8.6484	-17.363	86.817	59.057	5.7078	-21.222	75.242	48.232	
2 - РСН2									
M	21.089	19.979	-29.969	-8.8799	9.9899	7.7099	-19.979	-2.2199	
Q	2.7749	-4.9849	24.974	17.204	1.6649	-6.1049	21.644	13.874	
3 - РСН3									
M	73.312	69.454	-104.18	-30.008	34.727	27.009	-69.454	-7.7171	
Q	8.6484	-17.363	86.817	59.057	5.7078	-21.222	75.242	48.232	

Рисунок 4.3.35 – Розрахункові сполучення завантажень

Етап 10 Розрахунок армування та підбір арматури

На вкладці **Конструювання** натискають кнопку  – *Розрахунок арматури*, на панелі **Армування стержнів** обирають команду *Несиметрія* для встановлення режиму відображення несиметричного армування,

натискають кнопку  для відображення нижньої розподіленої арматури (рисунок 4.3.36).

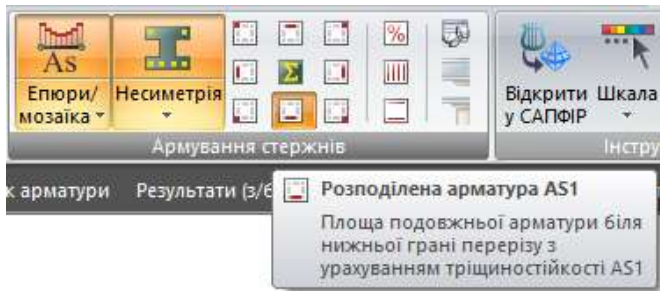


Рисунок 4.3.36 – Команда відображення нижньої арматури AS1

Програма виводить на екран епюру армування біля нижньої грані балки (рисунок 3.37).



Рисунок 4.3.37 – Площа нижньої розподіленої арматури AS1 в балці

Для відображення армування біля верхньої грані натискають кнопку – рисунок 4.3.38.

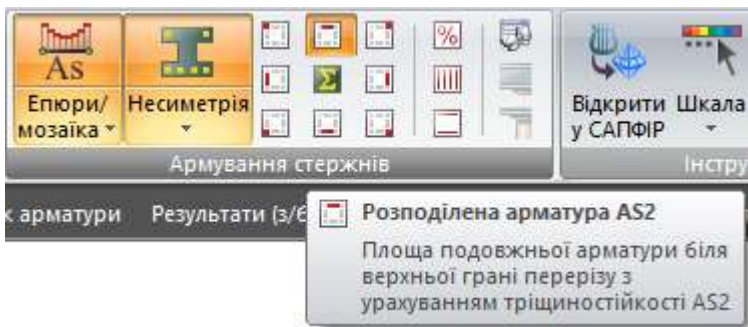


Рисунок 4.3.38 – Команда відображення верхньої арматури AS2

Епюра армування біля верхньої грані балки наведена на рисунку 4.3.39.



Рисунок 4.3.39 – Площа верхньої розподіленої арматури AS2 в балці

Таблиця результатів армування елементів другорядної балки наведена на рисунку 4.3.40.

Результати армування у стержнях ДБН В.2.6-98:2009 (Варіант 1)

Переріз	С/НС	Подовжня арматура								Поперечна ар-ра		Ширина розкр. тріщин		
		AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	ASW1	ASW2	Коротк.	Глиб.
Подовжня арматура: см ² 2; Поперечна: см ² 2; Шир.тріщин: мм;														
Балка 3; Тавр полиця зверху; В=20.00; Н=40.00; В1=210.00; Н1=7.00 см; L=1.00 м														
Бетон C20/25; Арматура: подовжня A400C; поперечна B500														
1	Н					5.64				0.26	0.88			
						5.64				0.26				
2	Н					5.43				0.25	0.88			
						5.43				0.25				
Балка 7; Тавр полиця зверху; В=20.00; Н=40.00; В1=210.00; Н1=7.00 см; L=1.00 м														
Бетон C20/25; Арматура: подовжня A400C; поперечна B500														
1	Н					3.51	9.59			0.62	8.27			
						3.51	9.59			0.62				
2	Н						2.56			0.12	5.7			
							2.56			0.12				
Балка 10; Тавр полиця зверху; В=20.00; Н=40.00; В1=210.00; Н1=7.00 см; L=1.00 м														
Бетон C20/25; Арматура: подовжня A400C; поперечна B500														
1	Н					2.66				0.13	0.88			
						2.66				0.13				
2	Н					2.56				0.12	0.88			
						2.56				0.12				
Балка 13; Тавр полиця зверху; В=20.00; Н=40.00; В1=210.00; Н1=7.00 см; L=1.00 м														
Бетон C20/25; Арматура: подовжня A400C; поперечна B500														
1	Н					0.75	6.82			0.35	7.17			
						0.75	6.82			0.35				
2	Н						0.64			0.03	4.59			
							0.64			0.03				

Рисунок 4.3.40 – Результати підбору арматури у вибраних елементах балки

Конструювання другорядної балки

Варто пам'ятати, що у ПК ЛІРА розрахунок виконаний у лінійній постановці. У випадку армування балки окремими стержнями спочатку підбирають поздовжню робочу арматуру для прольотних і опорних перерізів згідно з розрахунком (див. таблицю результатів автоматизованого підбору арматури, стовпці з AS1-AS2). Конструктивна (поперечна) арматура у таблиці позначена через ASW1.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте основні етапи автоматизованого розрахунку будівельних конструкцій.
2. Наведіть загальний алгоритм розрахунку та проєктування будівельних конструкцій.
3. Опишіть призначення та можливості системи проєктування залізобетонних конструкцій АРМ-САПР.
4. На основі яких нормативних документів працює АРМ-САПР?
5. Які додаткові дані потрібно задати в інтерактивному режимі для підбору армування у системі ЛІР-САПР?
6. У чому особливості роботи системи ЛАВР-САПР?
7. Опишіть особливості роботи алгоритму дискретної арматури.
8. Опишіть особливості роботи алгоритму розподіленої арматури.
9. Наведіть схеми з позначенням арматури у перерізах елементів залізобетонних конструкцій.
10. Охарактеризуйте можливості ПК ЛІРА-САПР.
11. Як налаштувати одиниці вимірювань у ПК ЛІРА-САПР?
12. На які навантаження потрібно розраховувати конструкції будівель і споруд?
13. Яка послідовність створення розрахункової схеми?
14. Як особливості задання розрахункових сполучень зусиль у ПК ЛІРА-САПР?
15. Як сформувати таблиці результатів статичного розрахунку?
16. Як призначити параметри матеріалів для розрахунку?
17. Як конструювати ригель рами? Колону?
18. Як на розрахунковій схемі відобразити епюри/мозаїку армування стержневих елементів?
19. Як на розрахунковій схемі відобразити площі поздовжньої та поперечної арматури для пластинчастих елементів?
20. Як на розрахунковій схемі відобразити відсоток армування перерізів і ширину розкриття тріщин?
21. Як сформувати таблиці результатів підбору арматури в елементах розрахункової схеми?
22. Як задати жорсткі вставки при створенні розрахункової схеми монолітного балкового перекриття?

Тема 4.4. Розрахунок і проєктування металевих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР

4.4.1. Загальні положення

Процес проєктування металевих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР у загальному вигляді можна умовно представити схемою (рис. 4.4.1).



Рисунок 4.4.1 – Процес проєктування металевих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР [12]

Як видно зі схеми, процес розрахунку та проєктування металевих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР в загальному випадку не є однонаправленим, а виглядає поступально: побудова схеми – розрахунок – уточнення – розрахунок. Розглянемо ці етапи [12].

Етапи 1-2 аналогічні, як у п. 4.3.1.

Етап 3. Підбір перерізів елементів конструкції. Якщо побудова розрахункової схеми, статичний розрахунок і аналіз його результатів виконується у підсистемі ВІЗОР-САПР, то для розрахунків міцності елементів металевих конструкцій призначена інша підсистема, яка входить до програмного комплексу ЛІРА-САПР під назвою СТК-САПР (рис. 4.4.2).



Рисунок 4.4.2 – Вигляд вікна підсистеми розрахунку металевих конструкцій СТК-САПР [12]

На відміну від статичного розрахунку, де діють загальні алгоритми будівельної механіки, СТК-САПР використовує інженерні методи розрахунку, тобто виконує ті самі дії, що й конструктор під час розрахунку кожного елемента вручну. Використовуючи інженерні методи, СТК-САПР перевіряє, чи витримає поперечний переріз (призначений на першому етапі) навантаження, призначене на тому ж-таки етапі, а також може підібрати такий поперечний переріз, який витримає задане навантаження. СТК-САПР не робить спроб оптимізувати топологію конструкції, умови закріплення елементів і навіть не варіює різними типами поперечних перерізів. Його функція проста й зрозуміла: перевірити елемент із заданим поперечним перерізом на зусилля, отримані зі статичного розрахунку за формулами, викладеними в нормативному документі.

Підбір перерізів елементів виконується так само, з єдиною відмінністю: якщо елемент не задовольняє формулам нормативного документу, то із сортаменту металевих профілів вибирається наступний

профіль тієї ж конфігурації, але інших розмірів, аж доки перевірки за всіма формулами не будуть задовільними.

Етап 4 – повернення у режим побудови розрахункової схеми, призначення елементам перерізів, підібраних на третьому етапі, статичний перерахунок схеми з новими поперечними перерізами. Щодо цього існує одне неофіційне правило, сформульоване досвідченими інженерами: якщо жорсткість підібраних перерізів відрізняється від перерізів, заданих на першому етапі менше, ніж на 30% – повертатися на етап 2 і виконувати повторний статичний розрахунок із уточненими перерізами не обов’язково.

Етап 5 – перевірка поперечних перерізів елементів інженерними методами у підсистемі СТК-САПР. Тепер всі елементи мають обов’язково витримувати навантаження. При зовсім невеликому призначенні поперечних перерізів на першому етапі можлива ситуація, коли етапи 3–5 доводиться виконувати ще раз.

Етап 6 – розрахунок і конструювання вузлів. Виконується у підсистемі СТК-САПР із використанням інженерних методів.

Етап 7 – виготовлення креслень конструкції: планів, розрізів, схем елементів, креслень вузлів. Підсистема СТК-САПР є розрахунковою і не містить інструментів для креслення. Для перетворення цифрових результатів розрахунку і конструювання на робочі креслення служить ще одна підсистема ПК ЛПРА-САПР – КМ-САПР (рис 4.4.3). КМ-САПР може генерувати плани, розрізи, схеми елементів конструкції та креслення вузлів. Звичайно, автоматично згенеровані креслення потребують доопрацювань. Тому, щоб полегшити роботу з кресленнями, КМ-САПР інтегрована в одну з найпопулярніших креслярських програм – AutoCAD.

4.4.2. Проектовані перерізи [15]

Залежно від зусиль, що діють у перерізі, для стержневих елементів визначені такі розрахункові процедури:

- ферми – поздовжня сила N ;
- балки – згинальні моменти M_y (в площині ZI), M_z (в площині YI), поперечні сили Q_z і Q_y ;
- колони – нормальна сила N і згинальні моменти M_y , M_z ; поперечні сили Q_z , Q_y ;
- канати – поздовжня сила N (тільки розтяг).

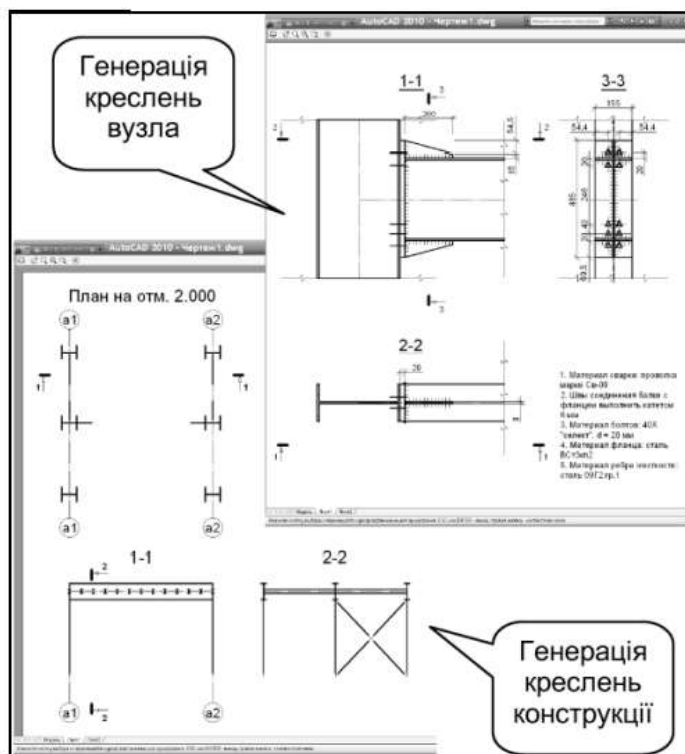


Рисунок 4.4.3 – Генерація креслень металевих конструкцій у підсистемі КМ-САПР [12]

У табл. 4.4.1 наведена відповідність між перерізами, що розраховуються у ПК ЛПРА, і розрахунковими процедурами. Знак «+» вказує на те, що для такого перерізу відповідна розрахункова процедура можлива.

Таблиця 4.4.1 – Відповідність між перерізами та розрахунковими процедурами ПК ЛПРА

Елементи									
Двутавр	-	-	+	+	-	-	+	+	+
Складений двутавр	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Швелер	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Коробка зі швелерів	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Розсунуті двутаври	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Коробка із двутаврів	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Два кутики	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Хрестові кутики	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Кутик	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Елементи								
Труба	+	+	-	-	-	+	+	+
Два швелери	+	+	-	-	-	+	+	+
Короб складен.	+	+	-	-	-	+	+	+
Несим. двутавр	+	+	-	-	-	+	+	+
Квадрат	+	+	-	-	-	+	+	+
Круг	+	+	-	-	-	+	+	+
C-профіль	+	+	-	-	-	+	+	+

Елементи			
Тавр	+	-	-
Кутиковий переріз	+	-	-
Канат	+	+	-
Канати	-	-	+

Підбір *перерізів прокатних елементів* здійснюється простим перебором від першого перерізу в сортаменті по порядку. За замовчуванням профілі відсортовані в порядку зростання площ перерізів. Отже, підбирається переріз із найменшою площею, що задовольняє усі перевірки за ДБН В.2.6-198:2014. Змінити порядок сортування профілів у сортаменті можна за допомогою програми РС-САПР.

Підбір *складених перерізів* здійснюється за допомогою перебору всіх можливих профілів. Наприклад, переріз "Складений двотавр" підбирається наступним чином. Фіксується стінка і здійснюється підбір поясу, потім фіксується наступна стінка і знову підбирається пояс, і так далі. У результаті утворюється безліч рішень, при яких задовольняються всі перевірки несучої здатності, і з яких треба обрати оптимальне. Оптимальне рішення – це або переріз мінімальної площі, або переріз мінімальної вартості (якщо сортамент стінки та полиці в базі даних відсортований за вартістю). За замовчуванням сортамент відсортовано за площею, відповідно, буде підібраний переріз мінімальної площі.

Також можливе автоматичне проектування вузлів з'єднання сталевих елементів, зокрема: шарнірне та жорстке примикання двотаврової балки до колони; стик та спряження двотаврових балок; стик двотаврових колон; шарнірна та жорстка база колони двотаврового чи коробчастого перерізу; примикання зв'язків з одного чи двох кутників (рисунок 4.4.4).

4.4.3. Задання додаткових даних для розрахунку

Для виконання розрахунку металевих конструкцій потрібно задати додаткові дані, необхідні для розрахунку перерізів. В першу чергу задаються дані про *матеріал* елементів – марка або клас сталі за відповідним стандартом.

Для всіх типів елементів задаються *коефіцієнти умов роботи* і *коефіцієнти надійності*. Необхідно задати коефіцієнт умов роботи γ_c для перевірок перерізу на стійкість і на міцність. Коефіцієнти умов роботи γ_c задаються як для всього перерізу, так і для кожного елемента перерізу окремо. Якщо γ_c для елемента перерізу відрізняється від γ_c всього перерізу, то вони будуть використані для перевірок стійкості цього елемента перерізу.

Необхідно задати коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n . Він єдиний для всього перерізу.

Розрахункові довжини задаються відносно місцевих осей Z1 і Y1 в одиницях довжини або за допомогою коефіцієнтів розрахункової довжини. В останньому випадку для отримання розрахункових довжин на початку розрахунку задачі геометрична довжина елемента множиться на коефіцієнт розрахункової довжини.

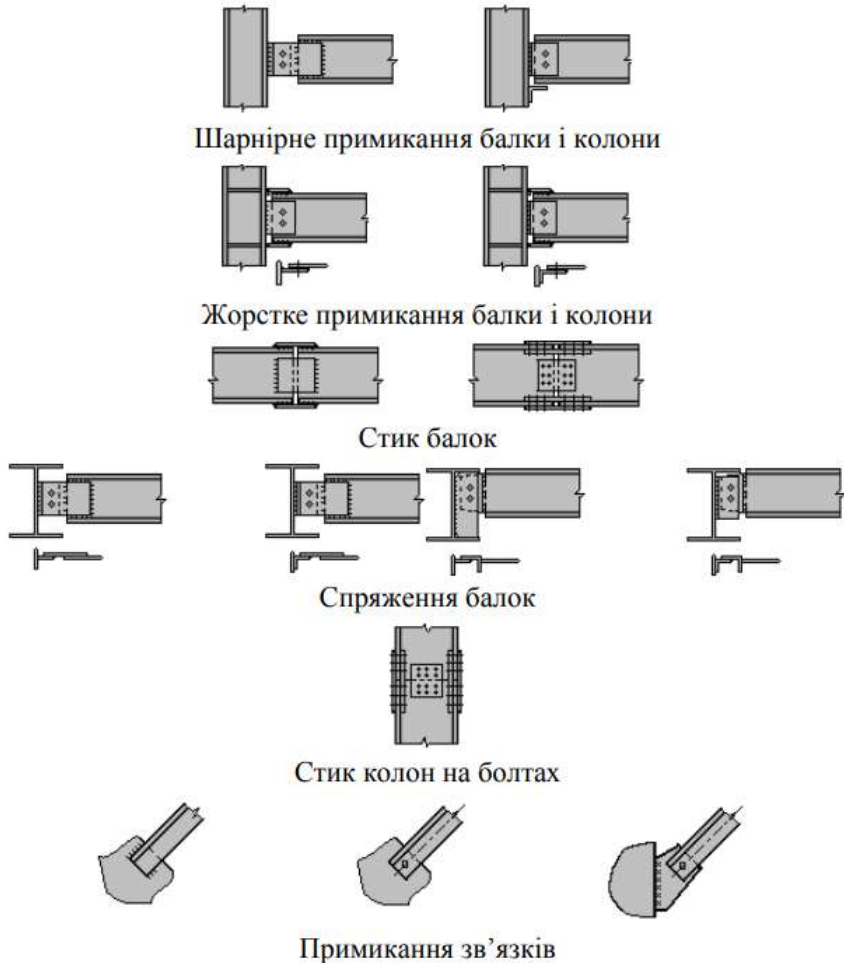


Рисунок 4.4.4 – Вузли з'єднання сталевих елементів [15]

Для всіх типів елементів задаються *коефіцієнти умов роботи* і *коефіцієнти надійності*. Необхідно задати коефіцієнт умов роботи γ_c для перевірок перерізу на стійкість і на міцність. Коефіцієнти умов роботи γ_c задаються як для всього перерізу, так і для кожного елемента перерізу окремо. Якщо γ_c для елемента перерізу відрізняється від γ_c всього перерізу, то вони будуть використані для перевірок стійкості цього елемента перерізу.

Додаткові дані для елементів ферм

Гранична гнучкість. Гранична гнучкість на розтяг завжди задається чисельно. Гнучкість на стиск може задаватися чисельно або як один із стандартних випадків ДБН В.2.6-198:2014. Гранична гнучкість на розтяг за замовчуванням рівна 300.

Додаткові дані для балок (елементів, що працюють на згин)

Ребра жорсткості. Необхідно вказати, чи потрібно ставити ребра жорсткості. Якщо значення кроку ребр жорсткості встановити рівним 0, то буде вибраний максимально допустимий крок. Необхідно вказати, як проводити розрахунок: в межах пружних чи незначних пластичних деформацій.

Відносний прогин. Для розрахунку за другою групою граничних станів потрібно вказати граничний відносний прогин, тобто значення, що вказується у знаменнику. Розрахунок прогину відбувається для всіх розрахункових перерізів стержня, тому збільшення їх кількості призводить до точнішого розрахунку балки. Передбачена можливість визначення прогину відносно двох умовно нерухомих точок (точок розкріплення). Якщо розкріплення не задані (рис. 4.4.5), то прогин на кожному прольоті балки буде визначатися за її повною довжиною.

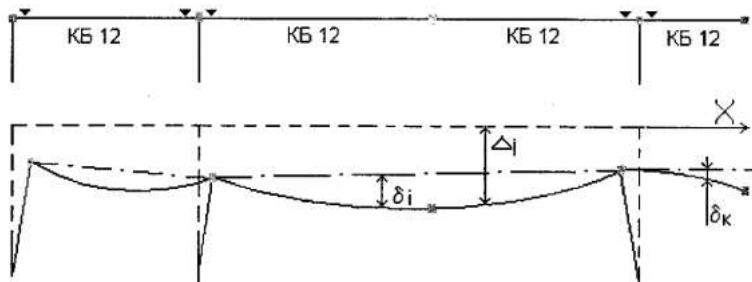


Рисунок 4.4.5 – Механізм визначення прогинів балки

Додаткові дані для колон (стиснуто-зігнутих елементів)

Гранична гнучкість – задається так само, як для елементів ферм. **Розрахункова довжина для обчислення коефіцієнта поперечного згину Φb** – необхідна для перевірки стійкості позацентровано стиснутого стержня відкритого перерізу. У розрахунку стержнів замкнутого перерізу або при малих ексцентриситетах у розрахунку стержнів відкритого перерізу величина Φb не використовується.

Розрахункові довжини віток. Задаються для розрахунку в площині, перпендикулярній до площини з'єднувальної решітки для перевірки гнучкості та стійкості віток колон складеного перерізу з різними перерізами віток.

З'єднувальна решітка. Після вибору типу з'єднувальної решітки необхідно також вказати її профіль.

Крок решітки. Якщо крок з'єднувальної решітки заданий рівним 0, то приймається, що її нахил до осей віток складеного перерізу рівний 60° , а крок підбирається автоматично. Якщо у двовітковому перерізі типу [] або][задати відстань між осями віток рівну нулю, то буде здійснений підбір оптимального розсунення віток.

4.4.4. Підбір перерізів прокатних елементів. Наскрізний і локальний розрахунки

Підбір і перевірка перерізів можуть здійснюватися у двох режимах:

1) **Наскрізний режим** призначений для швидкого підбору або перевірки поперечних перерізів елементів усієї конструкції чи її довільного фрагменту. Цей розрахунок дозволяє отримати:

- таблиці результатів для довільного фрагменту чи всієї схеми. Результати створюються у текстовому, HTML, XLS (Excel) форматах;

- наглядне уявлення про роботу перерізів розрахункової схеми. Колір елементів розрахункової схеми в режимі мозаїки відображає використання несучої здатності перерізів за перевітками за першою та другою групою граничних станів, дозволяючи візуально визначити перевантажені чи недовантажені елементи. Цю операцію зручно застосовувати для швидкого пошуку небезпечних перерізів.

2) **Локальний режим** дозволяє розрахувати окремий сталевий переріз за розрахунковим сполученням зусиль, що задаються. Режим застосовується для виконання простих інженерних задач, що стосуються безпосередньо розрахунку окремого елемента як за результатами роботи ПК ЛПА, так і без них. Допускається здійснювати як багатоваріантний підбір, так і перевірку елемента. Локальний розрахунок дозволяє отримати дуже детальну інформацію про елемент. У вікні локального розрахунку можуть відображатися огинаючі епюри зусиль, таблиця з вихідними даними для розрахунку елемента і таблиця, що містить детальні результати розрахунку елемента і його поперечного перерізу.

4.4.5. Представлення результатів розрахунку

Для всіх розрахованих перерізів елементів виводяться результати перевірок на міцність і стійкість (за першою групою граничних станів), на гнучкість і прогини (за другою групою граничних станів) і на місцеву стійкість на основі відповідних пунктів ДБН В.2.6-198:2014.

Результати виводяться у вигляді відсотків використання перерізу порівняно з граничною несучою здатністю за тою чи іншою перевіркою.

Результат виглядає так:

$$\text{Відсоток використання } \%_{\text{вик}} = \frac{\text{максимальне значення} \cdot 100\%}{\text{гранична несуча здатність}} \quad (4.1)$$

Відсоток використання перерізу за першою групою граничних станів (1ГС) – це найбільший з відсотків за перевірками міцності та загальної стійкості, обчислений за всіма РСЗ.

Відсоток використання перерізу за другою групою граничних станів (2ГС) – це найбільший з відсотків за перевірками граничної гнучкості або прогину, узятий за всіма РСЗ.

Відсоток використання перерізу за місцевою стійкістю (МС) – найбільший з відсотків за перевірками стійкості стінки і полиці перерізу, узятий за всіма РСЗ.

Результати розрахунку представляються в табличній формі. Таблиці результатів формуються для виділених на схемі елементів або для всієї схеми. Форма таблиці залежить від виду елемента. Існують таблиці для БАЛОК, КОЛОН, НАСКРІЗНИХ КОЛОН, ФЕРМ і КАНАТІВ.

Таблиці результатів мають такий вигляд:

Колони

Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Проценти вичерпання несучої здатності колони по перерізах, %										Довжина елемента
				нор	CYI	CZI	CYZ	ГYI	ГZI	CC	СП	1ГС	2ГС	МС

Наскрізні стержні

Елемент	НП	Група	Крок решітки (ребер)	Проценти вичерпання несучої здатності по перерізах, %										Довжина елемента
				нор	CYI	CZI	Г>Г*	ГYI	ГZI	CC	СП	1ГС	2ГС	МС

Балки

Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Ф _к min	Проценти вичерпання несучої здатності балки по перерізах, %									Довжина елемента
					нор	тау	сl	УБ	Прг	CC	СП	1ГС	2ГС	МС

Ферми

Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Проценти вичерпання несучої здатності ферми по перерізах, %										Довжина елемента
				нор	CYI	CZI	ГYI	ГZI	CC	СП	1ГС	2ГС	МС	

Канати

Елемент	НП	Група	Проценти вичерпання несучої здатності каната по перерізах, %	Довжина елемента

У наведених таблицях використовуються такі позначення:

Елемент – номер скінченного елемента

НП – номер перерізу по довжині скінченного елемента

Група – група уніфікації елемента, конструктивний елемент

Крок ребер (планок) – крок поперечних ребер жорсткості чи з'єднувальної решітки (планок)

Фб min – мінімальний коефіцієнт поперечного згину

Прг – відносний прогин балки (наближено)

нор – нормальні напруження

тау – дотичні напруження

c1– еквівалентні (приведені) напруження

СБ – загальна стійкість балки

СУ1 – стійкість відносно осі У1

СZ1 – стійкість відносно осі Z1

СYZ – стійкість колони, стиснутої у 2-х площинах

ГУ1 – гранична гнучкість відносно осі У1

ГZ1– гранична гнучкість відносно осі Z1

Г>Г*– відношення гнучкості наскрізної колони до гнучкості вітки

СС – місцева стійкість стінки

СП – місцева стійкість стиснутого поясу

1ГС – зведений % використання перерізу за 1 групою граничних станів

2ГС – зведений % використання перерізу за 2 групою граничних станів

МС – зведений % використання перерізу на місцеву стійкість

Довжина елемента – геометрична довжина конструктивного елемента

4.4.6. Призначення конструктивних елементів та уніфікація при виконанні підбору поперечних перерізів

Конструктивний елемент – це сукупність декількох скінчених елементів, які при конструюванні розглядатимуться як єдине ціле. Якщо конструктивний елемент складається з елементів виду БАЛКА, то на схемі він позначатиметься КБ, КОЛОНА – КК, ФЕРМА – КФ, КАНАТ – К.

У конструктивний елемент можуть входити тільки елементи з однаковим перерізом. Між ними не повинно бути розривів, вони повинні мати спільні вузли та лежати на одній прямій. Конструктивні елементи

можуть входити до складу інших конструктивних елементів чи груп уніфікації скінченних елементів.

Для розрахунку конструктивних елементів вибираються всі РСЗ для всіх перерізів елементів, що входять до конструктивного елемента [15].

Уніфікація скінченних елементів використовується, коли необхідно підібрати однаковий поперечний переріз для декількох елементів. Використовуються такі типи уніфікації:

- всі перерізи уніфікуються між собою;
- елементи уніфікуються між собою по відповідних перерізах;
- елементи уніфікуються між собою з урахуванням симетрії.

Для уніфікації по 2 і 3-му типах потрібно, щоб кількість розрахункових перерізів в уніфікованих елементах була однаковою.

Підбір перерізів уніфікованої групи відбувається по найбільш небезпечних РСЗ, котрі виникли у всіх перерізах елементів уніфікованої групи. Перевірка перерізів для елементів уніфікованої групи проводиться за РСЗ, що виникають в кожному елементі, а не за РСЗ усієї уніфікованої групи.

Якщо елементи виду БАЛКА об'єднані в групу уніфікації, то на схемі вони будуть позначені УБ, а далі номер групи уніфікації. Для КОЛОН аналогічно УК, а далі номер групи уніфікації. Для ФЕРМ – УФ, а далі номер групи уніфікації.

Також дозволяється уніфікація конструктивних елементів, коли необхідно підібрати для них однаковий поперечний переріз. При уніфікації конструктивних елементів необхідно, щоб кількість елементів, що входять в уніфіковані конструктивні елементи, розміри перерізів та кількість розрахункових перерізів елементів були однаковими.

Якщо конструктивні елементи виду БАЛКА об'єднані в групу уніфікації, то умовне позначення буде УКБ, а далі номер групи уніфікації конструктивних елементів. Аналогічно для елементів виду КОЛОНА – УКК, ФЕРМА – УКФ.

Уніфікація скінченних і конструктивних елементів використовується тільки при розрахунку за РСЗ. При підборі перерізів елементів за окремими навантаженнями чи РСН уніфікація елементів ігнорується. При розрахунку будуть використані значення розрахункових зусиль для кожного елемента, а не для групи уніфікації [15].

4.4.7. Приклад розрахунку та конструювання металеві ферми **Завдання**

Виконати розрахунок і проаналізувати напружено-деформований стан в елементах металеві трапецеваті ферми з безшовних гарячекатаних труб. Виконати перевірку заданих перерізів і підібрати перерізи елементів ферми.

Розрахунок виконати на такі завантаження: 1 – власна вага конструкцій покриття; 2 – снігове навантаження на весь проліт, 3 – снігове навантаження на половину прольоту ферми.

Алгоритм виконання завдання

Етап 1 Створення нової задачі

На панелі швидкого доступу натискають кнопку  – *Новий*. У діалоговому вікні **Описання схеми** задають ім'я задачі: «*Ферма L=24м*», у списку **Ознака схеми** обирають рядок **1 – Два ступені свободи у вузлі** (*переміщення X,Z*). Клацають по кнопці  – *Підтвердити*.

Етап 2 Вибір варіанта розрахунку та конструювання

Для конструктивних розрахунків за чинними нормами потрібно натиснути кнопку  – *Варіанти конструювання схеми* і в діалоговому вікні **Варіанти конструювання** обрати потрібний норматив (ДБН В.2.6-198:2014). У цьому ж вікні зазначають *варіант розрахунку* (за розрахунковими сполученнями зусиль – РСЗ).

Етап 3 Створення геометричної схеми ферми

На вкладці **Створення і редагування** кнопкою  - *Генерація ферм* вибрати однойменну команду (рис. 4.4.6). З'явиться діалогове вікно *Створення плоских ферм* (рисунок 4.4.7).

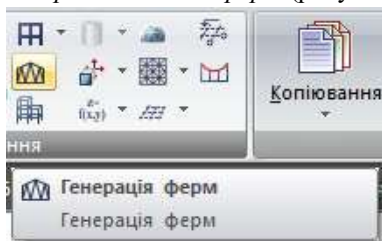


Рисунок 4.4.6 – Виклик команди *Генерація ферм*

У цьому вікні обирають ферму за обрисом поясів (рисунок 4.4.7, а) – у нашому випадку для створення схеми трапецикутої ферми натискають кнопку . Для обрання конфігурації ферми за обрисами решітки (рисунок 4.4.7, б) натискають відповідну кнопку – .



а)

б)

Рисунок 4.4.7 – Діалогове вікно Створення плоских ферм:

а – вибір ферми за обрисом поясів, б – за обрисом решітки

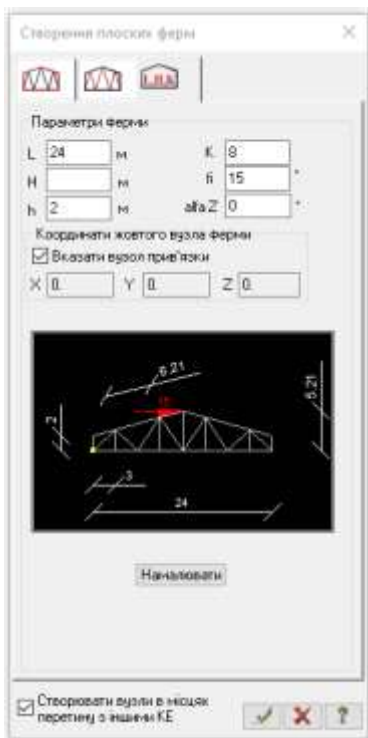


Рисунок 4.4.8 – Діалогове вікно для задання параметрів ферми

У діалоговому вікні, що з'явиться, (рисунок 4.4.8), потрібно задати усі числові параметри, які визначатимуть розміри ферми, для цього заповнюють відповідні поля:

- довжина ферми $L = 24$ м;
- $h = 2$ м;
- параметр K (кількість панелей) – 8;
- α – кут нахилу верхнього поясу – 15° .

Після цього потрібно натиснути на кнопку *Намалювати*. Якщо створена схема влаштовує користувача, натискають



– *Застосувати*, якщо ні – вносять корективи. Геометрична схема ферми показана на рисунку 4.4.9.

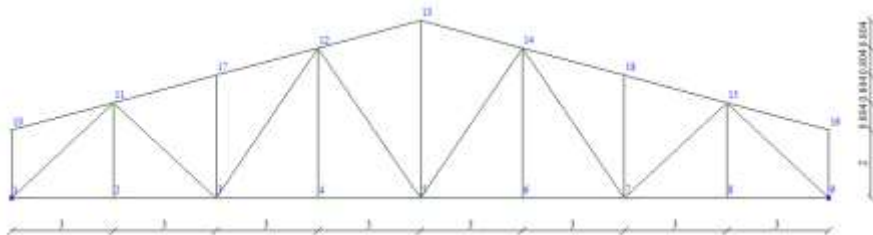


Рисунок 4.4.9 – Геометрична схема ферми

Зберігають задачу, натиснувши на кнопку . У діалоговому вікні *Зберегти як* задають папку, в якій буде збережено цей файл.

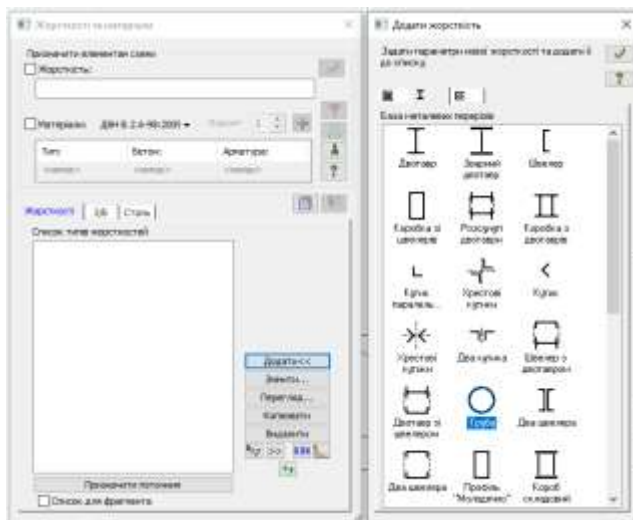
Етап 4 Задання граничних умов

Активують командну кнопку  – *Відмітка вузлів*, позначають вузол №1 (він відобразиться червоним кольором). Для задання в'язів використовують кнопку . У діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відзначають напрямки, за якими забороняються переміщення вузла № 1 (Z – шарнірно-рухома опора), натискають  – *Додати в'язі у відмічених вузлах*. Далі позначають вузол № 9. У діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відзначають напрямки X, Z (шарнірно-нерухома опора) і натискають .

Етап 5 Задання жорсткісних параметрів і параметрів матеріалів елементам схеми

Натискають на кнопку  – *Жорсткості та матеріали елементів*. У діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** (рисунок 4.10) формують список типів жорсткостей. На закладці **Жорсткості** натискають на кнопку *Додати*, обирають другу закладку – **База металевих перерізів**, активують переріз *Труба*,

Відкриється діалогове вікно **Сталевий переріз** (рисунок 4.4.11), у якому обирають зі списку сортамент – наприклад, *Труба безшовна гарячекатана* та профіль труби.



а

б

Рисунок 4.4.10 – Діалогові вікна: а – Жорсткості та матеріали (закладка Жорсткості), б – Додати жорсткість

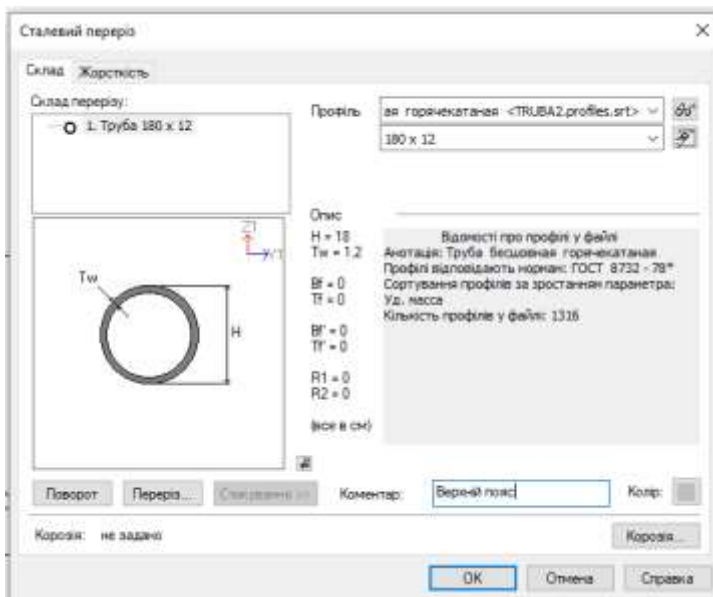


Рисунок 4.4.11 – Діалогове вікно *Сталевий переріз*

Що стосується профілю, то для верхнього поясу ферми, який працюватиме на стиск, варто вибрати дещо потужніший – наприклад, 180×12; для нижнього поясу ферми, який працюватиме на розтяг, – менш потужний – 168×12; для елементів решітки – ще менший – 89×6. Профіль обирають довільно, виходячи з досвіду проєктувальника, чи інтуїтивно. Пізніше програма виконає перевірку та підбір елементів ферми.

Для зручності можна змінити колір та задати у полі *Коментар* для кожного типу жорсткості назву групи елементів, наприклад, *Верхній пояс*. У результаті буде отримано список жорсткостей (рис. 4.12), кожен з яких необхідно буде призначити відповідним елементам ферми. Проте для конструювання ферми необхідно задати ще матеріали та додаткові характеристики. Зробити це треба для кожного типу жорсткості окремо.



Рисунок 4.4.12 – Створений перелік жорсткостей

Для цього у діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** на закладці *Жорсткості* потрібно двічі клацнути на стрічці *1. Труба. Верхній пояс*, перейти на закладку *Сталь*, при включеній радіокнопці *Матеріал* (рисунок 4.4.13) натиснути на кнопку *Додати*.

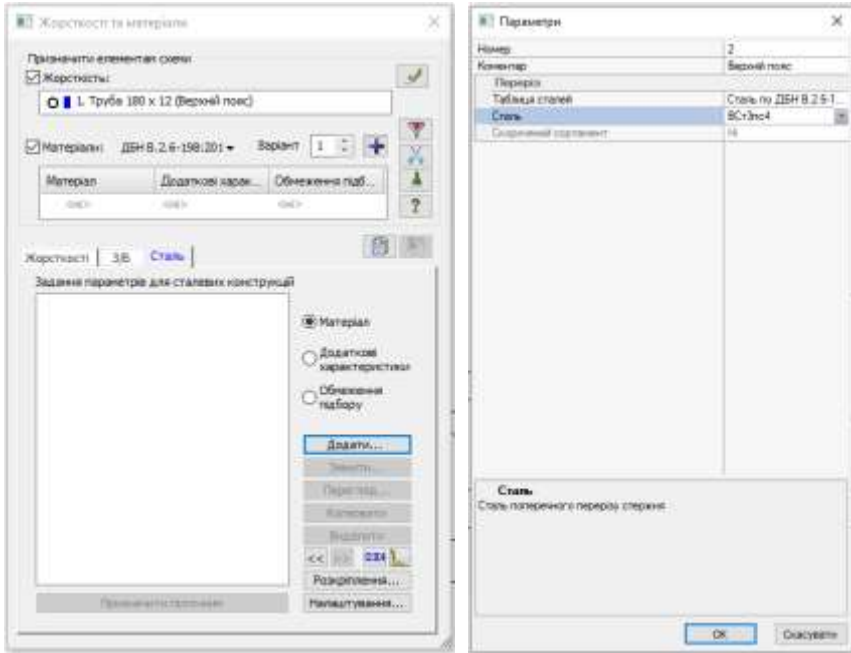


Рисунок 4.4.13 – Діалогові вікна: а – *Жорсткості та матеріали* (закладка *Сталь-Матеріал*), б – *Параметри*

У діалоговому вікні *Параметри* (рисунок 4.4.13, б) обрати зі списку марку сталі, натиснути на кнопку ОК.

Далі при включеній радіокнопці *Додаткові характеристики* (рисунок 4.4.14) вказати тип елемента – *фермовий*, граничну гнучкість тощо.

Такі кроки потрібно послідовно зробити для усіх типів жорсткостей зі списку. Далі призначити усім елементам ферми відповідні жорсткості, після чого закрити діалогове вікно **Жорсткості та матеріали**.

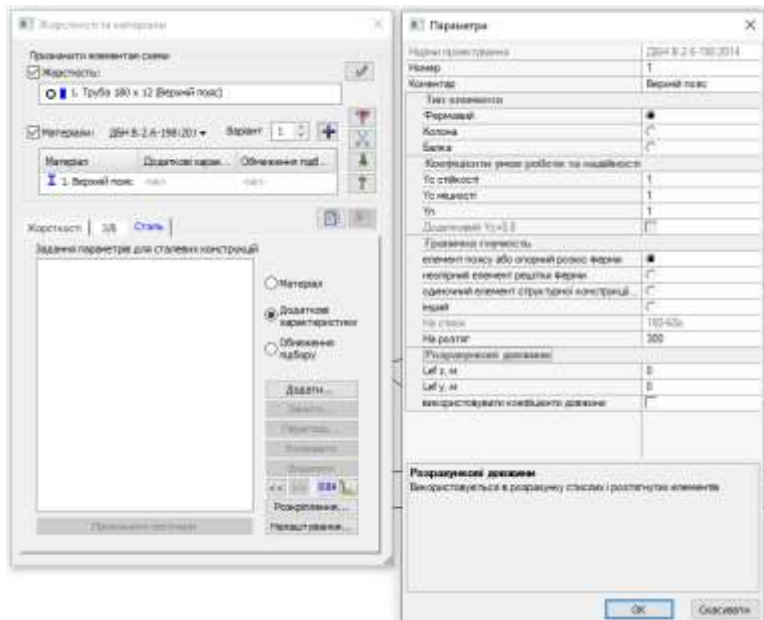


Рисунок 4.4.14 – Діалогові вікна: а – *Жорсткості та матеріали* (закладка *Сталь-Додаткові характеристики*), б – *Параметри*

Етап 6 Задання навантажень

На ферму задають вузлові навантаження. Активують командну кнопку  – *Відмітка вузлів*, позначають вузли згідно завантажень:

- **Завантаження 1** – постійне, від власної ваги конструкцій покриття, прикладене до вузлів верхнього поясу ферми, $P = 5 \text{ kN}$.
- **Завантаження 2** – короткочасне, снігове, на весь проліт, прикладене до вузлів верхнього поясу ферми, $P = 4 \text{ kN}$.
- **Завантаження 3** – короткочасне, снігове, на половину прольоту, прикладене до вузлів верхнього поясу ферми, $P = 4 \text{ kN}$.

Кожне завантаження формують окремо. На крайні вузли задають удвічі менше навантаження, тому що вантажна площа тут удвічі менша (рисунок 4.4.15).

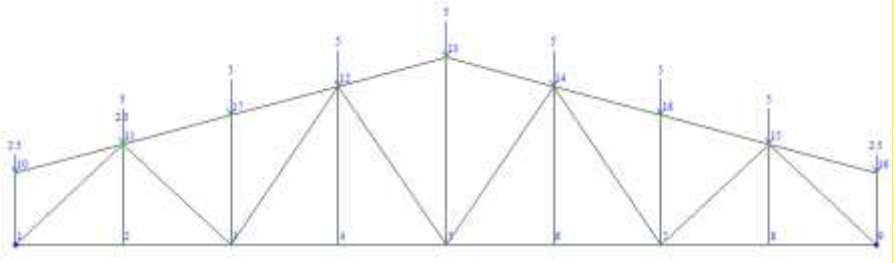


Рисунок 4.4.15 – Завантаження 1

Аналогічно задають друге завантаження (рисунок 4.4.16).

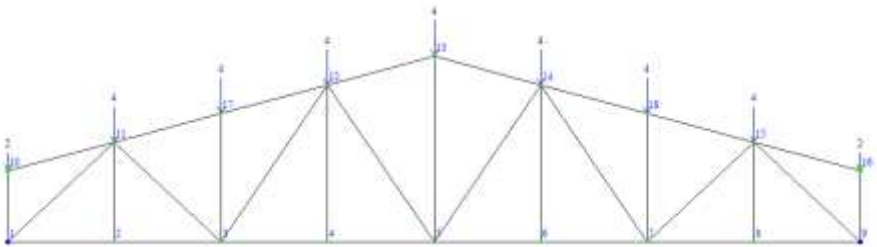


Рисунок 4.4.16 – Завантаження 2

Третє завантаження задають на половину прольоту ферми (рисунок 4.4.17).

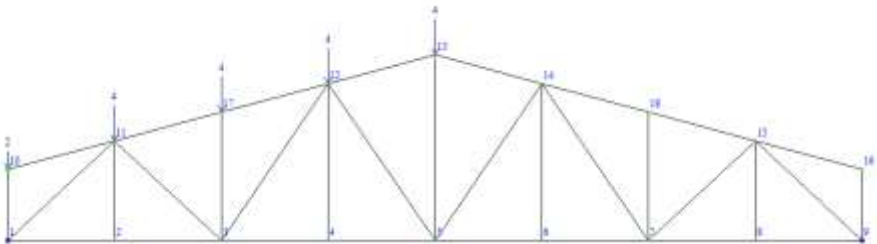


Рисунок 4.4.17 – Завантаження 3

Етап 7 Генерація таблиці РСЗ

Так як було задано кілька завантажень різної тривалості, то необхідно створити **таблицю РСЗ** для подальшого підбору перерізів елементів ферми за найнебезпечнішими сполученнями зусиль.

Одноименне діалогове вікно викликають натисканням на кнопку



– Таблиця РСЗ (панель РСЗ на вкладці **Розрахунок**) – рисунок 4.4.18.

Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: ДБН_1

Будівельні норми: ДБН В.1.2-2:2006

Номер завантаження: 3 Снігове на 1/2

Вид завантаження: Короткочасне(2) За умовчанням

№ групи об'єднуваних тимчасових завантажень: 0

Враховувати знакозмінність: ☐

№ групи взаємовиключаючих завантажень: 1

NN супутніх завантажень: 0 0

Відношення коефіцієнтів γ_m / γ_{fe} : 1.00

Відношення R_q / R_{ch} : 0.35

Не враховувати для II-го гран. стану: ☐

Обмеження для кранів та гальм: Кран ☐ Гальмо ☐

Коефіцієнти для РСЗ

#	1 основ.	2 основ.	0 соб.(C)	0 соб.(б C)	5 сполуч.	6 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
2	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№.	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Постійне - ВВ	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Снігове	Короткочасн...	2 0 0 1 0 0 0 1.00 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
3	Снігове на 1/2	Короткочасн...	2 0 0 1 0 0 0 1.00 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80

Рисунок 4.4.18 – Діалогове вікно Розрахункові сполучення зусиль

У цьому вікні за вибраних будівельних норм ДБН В.1.2-2:2006 потрібно задати види завантажень: 1 – постійне, 2 і 3 – короткочасне снігове.

Для завантажень 2 і 3 у текстовому полі № групи взаємовиключаючих завантажень задають 1, для того, щоб урахувати

для конкретного сполучення зусиль лише одне найнесприятливіше снігове навантаження. Таблицю потрібно зберегти, натиснувши на кнопку .

Етап 8 Повний розрахунок ферми

Перед запуском на розрахунок потрібно задачу зберегти. Для розрахунку клацають по кнопці  – Виконати розрахунок.

Етап 9 Перегляд та аналіз результатів статичного розрахунку

Після розрахунку задачі здійснюють перегляд та аналіз результатів статичного розрахунку на вкладці **Аналіз**.

У режимі перегляду результатів розрахунку за замовчуванням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів. Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів клацають по кнопці



– Початкова схема (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

Щоб вивести на екран епюру поздовжніх сил в елементах ферми, натискають кнопку  – Епюри поздовжніх сил N (панель **Зусилля у стержнях** на вкладці **Аналіз**).

На рисунку 4.4.19 наведена епюра поздовжніх сил в елементах ферми від першого завантаження.

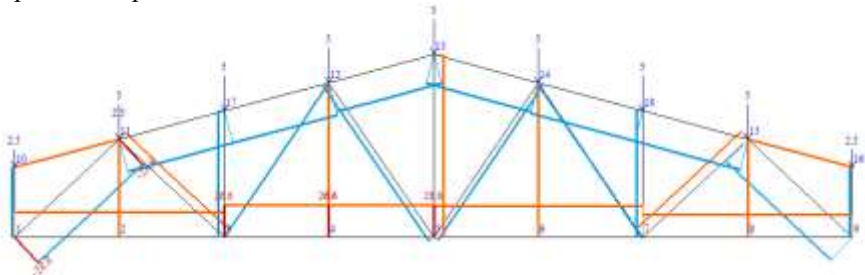


Рисунок 4.4.19 – Епюра поздовжніх сил в елементах ферми від першого завантаження

Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку

Щоб вивести на екран таблицю зі значеннями розрахункових зусиль



в елементах схеми, натискають кнопку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**), зі спадного списку **Документація** обирають команду **Інтерактивні таблиці**.

З'явиться діалогове вікно **Редактор форм**, у якому виділяють стрічку **РСЗ стержні**, у вікні **Створення таблиці РСЗ** відзначають потрібну опцію – для усіх елементів або лише для вибраних (тоді ці елементи потрібно попередньо виділити). Підтверджують операцію.

Програма сформує таблицю розрахункових сполучень зусиль для елементів ферми.

Етап 10 Перегляд та аналіз результатів перевірки та підбору перерізів елементів сталеві ферми

Переходять на вкладку **Конструювання**. На панелі **Сталь: розрахунок**, активують команду **Розрахунок** натисканням на кнопку . З'явиться діалогове вікно **Сталевий розрахунок** (рисунок 4.4.20), у якому потрібно натиснути кнопку **Розрахунок**.

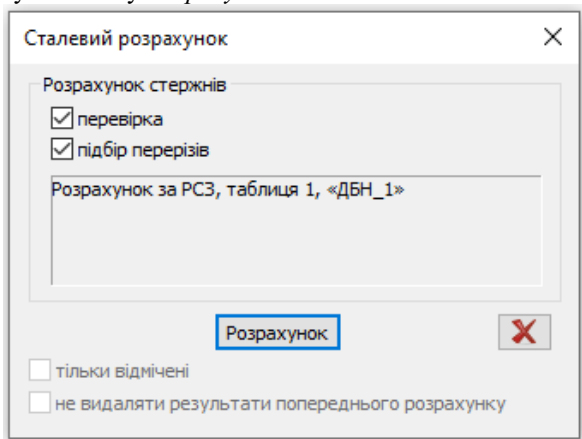


Рисунок 4.4.20 – Діалогове вікно *Сталевий розрахунок*

Після виконання розрахунку стане доступною панель **Сталь: перевірка та підбір** (рисунок 4.4.21), за допомогою якої виконують аналіз заданих перерізів.



Рисунок 4.4.21 – Панель *Сталь: перевірка та підбір*

Натиснувши на кнопку , одержують мозаїку результатів розрахунку елементів ферми за першою групою граничних станів (на міцність) – рисунок 4.4.22. При цьому за допомогою кольорової шкали можна визначити відсоток несучої здатності кожного елемента ферми *за призначеної жорсткості*.

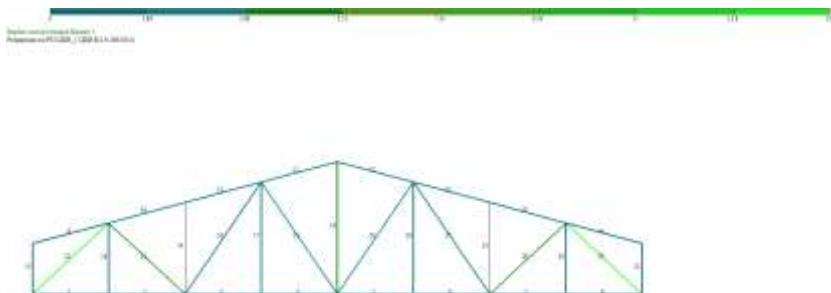


Рисунок 4.4.22 – Мозаїка результатів розрахунку елементів ферми на міцність

Натиснувши на кнопку , одержують мозаїку результатів розрахунку елементів ферми за другою групою граничних станів (на гнучкість). Місцеву стійкість елементів можна перевірити, натиснувши на кнопку .

Результати підбору перерізів аналізують за допомогою відповідних

кнопок  ,  ,  .

Для перегляду результатів перевірки та підбору елементів ферми у *табличній формі* на панелі **Таблиці** виконують команду *Документація – Таблиці результатів для сталі* (рисунок 4.4.23).

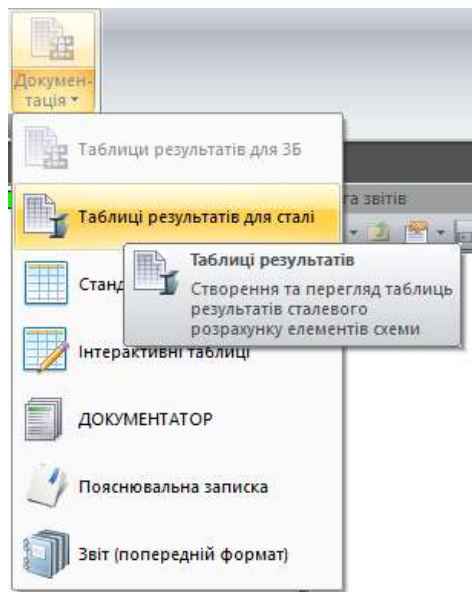


Рисунок 4.4.23 – Команда *Документація – Таблиці результатів для сталі*

З'явиться діалогове вікно **Стандартні таблиці**, у якому виділяють стрічку **Сталеві елементи. Перевірка** (рисунок 4.4.24), підтверджують операцію.

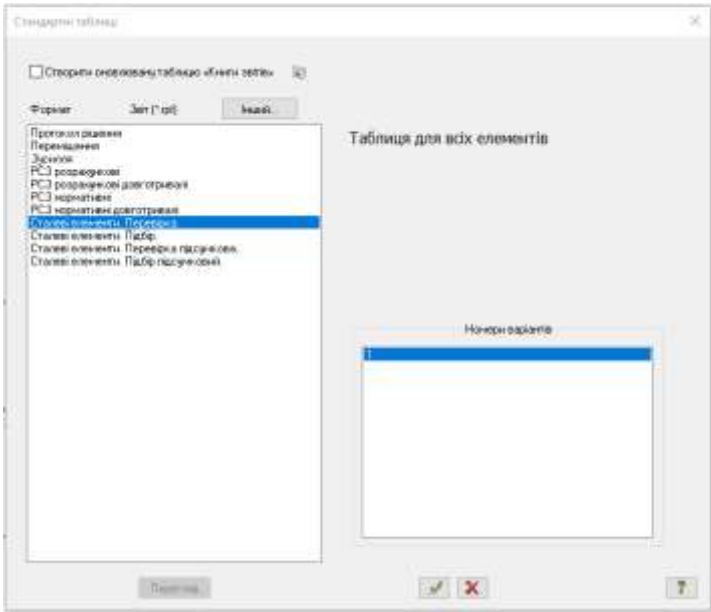


Рисунок 4.4.24 – Діалогове вікно *Стандартні таблиці*

Програма сформує таблицю (рисунок 4.4.25) із відсотками вичерпання несучої здатності перерізів елементів сталевोї ферми.

Для формування таблиці з підібраними перерізами (рисунок 4.4.26) виділяють стрічку **Сталеві елементи. Підбір**.

Ферми

Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Примітка	Проценти вичерпання несучої здатності балки по перерізах, %										Довжина елемента
					нор	CY1	CZ1	ГY1	ГZ1	CC	CP	1ГC	2ГC	М.С	
Переріз: 1.1.1. Труба 180 х 12															
Профіль: 180 х 12; ГОСТ 8732 - 78*															
Сталь: ВСт3пс4;															
Сортантент: Труба бесшовная горячекатаная															
9	1		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11
9	2		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11
11	1		0,00		3	0	0	0	0	3	0	3	0	3	3.11
11	2		0,00		3	0	0	0	0	3	0	3	0	3	3.11
12	1		0,00		3	0	0	0	0	3	0	3	0	3	3.11
12	2		0,00		3	0	0	0	0	3	0	3	0	3	3.11
14	1		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11
14	2		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.11

Рисунок 4.4.25 – Таблиця перевірки заданих перерізів

Ферми													
Елемент	НП	Група	Крок ребер (планок)	Примітка	Проценти вичерпання несучої здатності балки по перерізах, %								Довжина елемента
					нор	CV1	CV2	CV3	CV4	CV5	CV6	CV7	
Переріз: 1.1.1. Труба 189 x 12													
Профіль: 189 x 12; ГОСТ 8732 - 78*													
Сталь: ВСт3пс4													
Сортамент: Труба бесшовная горячекатаная													
9				Підбрано: 1.1.1. Труба 25 x 4									
				Профіль: 25 x 4; ГОСТ 8732 - 78*									
				Сталь: ВСт3пс4									
9	1		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	3,11
9	2		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	3,11
11				Підбрано: 1.1.1. Труба 25 x 4									
				Профіль: 25 x 4; ГОСТ 8732 - 78*									
				Сталь: ВСт3пс4									
11	1		0,00		70	0	0	0	0	73	0	70	3,11
11	2		0,00		70	0	0	0	0	73	0	70	3,11
12				Підбрано: 1.1.1. Труба 25 x 4									
				Профіль: 25 x 4; ГОСТ 8732 - 78*									
				Сталь: ВСт3пс4									
12	1		0,00		70	0	0	0	0	73	0	70	3,11
12	2		0,00		70	0	0	0	0	73	0	70	3,11
14				Підбрано: 1.1.1. Труба 25 x 4									
				Профіль: 25 x 4; ГОСТ 8732 - 78*									
				Сталь: ВСт3пс4									
14	1		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	3,11
14	2		0,00		0	0	0	0	0	0	0	0	3,11

Рисунок 4.4.26 – Таблиця підбору перерізів

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте основні етапи розрахунку та проектування металевих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР.
2. Як здійснюється підбір перерізів прокатних елементів?
3. Чи можна змінити порядок сортування профілів у сортаменті?
4. Як виконується підбір складених перерізів?
5. Які додаткові дані необхідно задати для розрахунку металевих конструкцій?
6. У яких режимах можуть здійснюватися підбір і перевірка перерізів?
7. Які результати виводяться програмою при розрахунку перерізів сталевих елементів? У якому вигляді?
8. Що таке конструктивний елемент?
9. Як і для чого призначаються конструктивні елементи?
10. Як виконати уніфікацію при підборі поперечних перерізів елементів?
11. Які бувають типи уніфікації?
12. За якими зусиллями виконується підбір перерізів уніфікованої групи?
13. Чи виконується уніфікація при підборі перерізів елементів за окремими навантаженнями та РСН?
14. Як переглянути та проаналізувати результати підбору перерізів елементів сталевих ферм?

Тема 4.5. Створення моделі та розрахунок будівлі у програмі КОМПОНОВКА

4.5.1. Призначення і склад ПК МОНОМАХ-САПР

ПК МОНОМАХ-САПР є типовим представником інтелектуальних проєктувальних систем. Комплекс призначений для розрахунку та проєктування конструкцій монолітних багатоповерхових каркасних будівель. Реалізовано також розрахунок цегляних будинків висотою до 14 поверхів із включеннями з монолітного залізобетону [19].

ПК МОНОМАХ-САПР складається із дев'яти інформаційно пов'язаних програм, кожна з яких може працювати в автономному режимі: КОМПОНОВКА, БАЛКА, КОЛОНА, ФУНДАМЕНТ, ПІДПІРНА СТІНА, ПЛИТА, РОЗРІЗ (СТІНА), ЦЕГЛА, ГРУНТ.

Програми ПЛИТА, КОЛОНА, БАЛКА дозволяють конструювати елементи як шляхом імпорту інформації про модель із програми КОМПОНОВКА, так і створювати розрахункові моделі безпосередньо в автономному режимі у самих програмах.

4.5.2. Вихідні дані для створення розрахункової моделі у програмі КОМПОНОВКА

Вихідними даними для проєктування будівлі у програмі КОМПОНОВКА є:

- плани поверхів (підвального, першого, типового),
- розрізи (з відмітками по висоті),
- відомості про конструктивну схему будівлі, основні несучі елементи (розміщення на плані, перерізи та матеріали),
- розміри віконних і дверних прорізів,
- постійні та змінні навантаження на перекриття і покриття,
- район будівництва (для визначення вітрових і снігових навантажень),
- геологічні умови будмайданчика.

4.5.3. Збір навантажень

Навантаження, що діють на перекриття і покриття, складаються із постійного та змінного. Постійне характеристичне навантаження включає вагу підлоги або покрівлі. Значення характеристичного тимчасового навантаження обчислюють множенням товщини певного шару матеріалу на його об'ємну масу (густину). Власна вага монолітної залізобетонної плити перекриття (покриття) враховується програмою автоматично при моделюванні розрахункової схеми, тому задавати повторно її не треба. Розрахункові значення навантажень обчислюють множенням нормативних

значень на коефіцієнти надійності щодо дії навантаження γ_{fn} і за класом відповідальності споруди γ_n . Розрахунок зводять до таблиць.

Характеристичні та квазіпостійні значення рівномірно розподілених змінних (тимчасових) навантажень на плити перекриттів (залежно від призначення приміщень) наведені у табл. 6.2 [5].

Характеристичні значення навантажень і впливів (вітрове та снігове навантаження) для міст України наведені у додатку Е [5].

4.5.4. Етапи побудови розрахункової схеми

Щоб розпочати роботу з програмою КОМПОНОВКА програмного комплексу МОНОМАХ, виконують команду **Пуск – Програми – ЛПА-САПР – Мономах-САПР – 1. Компонівка**. При цьому програма автоматично створює новий документ, тому ніяких додаткових дій для створення нового проєкту виконувати не треба.

На **першому** етапі роботи задають загальні характеристики будівлі (відмітки планування, верху фундаментів і глибини закладання останніх, характеристики ґрунту основи). Для цього за допомогою меню **Схема – Характеристики будівлі** викликають діалогове вікно **Загальні характеристики будівлі** (рисунок 4.5.1).

Загальні характеристики будівлі

Відмітка планування: -0.45 м

Відмітка верху підколоники: -3.0 м

Відмітка підшви: -3.6 м

Схема розподілу горизонтальних навантажень при розрахунку всієї будівлі: Рамно-в'язева

Характеристики ґрунту

Задані

Об'ємна вага	Кут внутрішнього тертя (°)	Зчеплення (кПа)	Модуль деформації (кПа)	К-нт переходу до 2-го модуля	Коефіцієнт Пуассона
17.6523	22	19.6136	9806.81	5	0.4

Додаткові параметри розрахунку жорсткості пружної основи

Lambda: 0.5

Норми: СНиП 2.02.01-83

Метод: 3

Мінімальна глибина стиснутої товщі: 0 м

☐ Враховувати вагу ґрунту, зрізаного вище підшви фундаменту

Додаткове постійне напруження по всій глибині: 0 кН/м2

OK Відміна Довідка

Рисунок 4.5.1 – Діалогове вікно «Загальні характеристики будівлі»

У правому верхньому кутку діалогового вікна «Загальні характеристики будівлі» потрібно обрати схему розподіду горизонтальних навантажень при розрахунку всієї будівлі.

Відомо, що багатоповерхові каркасні будівлі за характером сприйняття горизонтальних навантажень (вітрових, кранових, сейсмічних тощо) поділяють на рамні, в'язеві та рамно-в'язеві.

Просторову жорсткість рамного каркасу забезпечують за рахунок жорсткого з'єднання ригелів із колонами; в'язевого – за рахунок жорстких в'язевих конструкцій (залізобетонних діафрагм; рам із хрестовими, порталними чи іншими в'язями; рам із заповненням, з'єднаних із контурними конструкціями; ядер жорсткості, різними комбінаціями з цих елементів); рамно-в'язевого – усіма вертикальними елементами – як рамами, так і різними в'язевими конструкціями. У всіх випадках невід'ємним елементом забезпечення просторової жорсткості каркасу є горизонтальні диски перекриттів, що об'єднують усі вертикальні елементи у просторову систему. Тому до зсувної жорсткості перекриттів висувають вимоги, виконання яких забезпечує однакові або близькі за значенням горизонтальні переміщення усіх вертикальних елементів.

Колони сприймають усі вертикальні та горизонтальні навантаження у рамному каркасі, тільки вертикальні навантаження – у в'язевому каркасі, вертикальні та, зазвичай, 25-35% горизонтальних навантажень – у рамно-в'язевому каркасі. Горизонтальні зусилля, що не сприймаються колонами, передаються на в'язеві системи.

Очевидно, що рамний каркас має більшу податливість, ніж в'язевий і ще більшу, ніж рамно-в'язевий. При сейсмічному впливі частота власних коливань цих каркасів буде різною: низькою – рамного, високою – в'язевого і ще вищою – рамно-в'язевого.

На **другому** етапі виконують призначення характеристик матеріалів для конструктивних елементів будівлі. Для цього за допомогою меню **Схема - Матеріали** викликають діалогове вікно **Матеріали**, у якому задають характеристики матеріалів для усіх конструктивних елементів (рисунок 4.5.2). Якщо основні несучі елементи будівлі з монолітного залізобетону, то можна задати наступне:

- фундаменти – клас бетону C16/20, робоча арматура – класу A400C, конструктивна – класу A240C;
- колони (пілони) – клас бетону C16/20 – C20/25 (залежно від поверховості будівлі), робоча арматура – класу A400C, конструктивна – класу A240C;
- плити перекриття (покриття) - клас бетону C20/25, робоча арматура – класу A400C, A500C конструктивна – класу A240C (Bp-I).

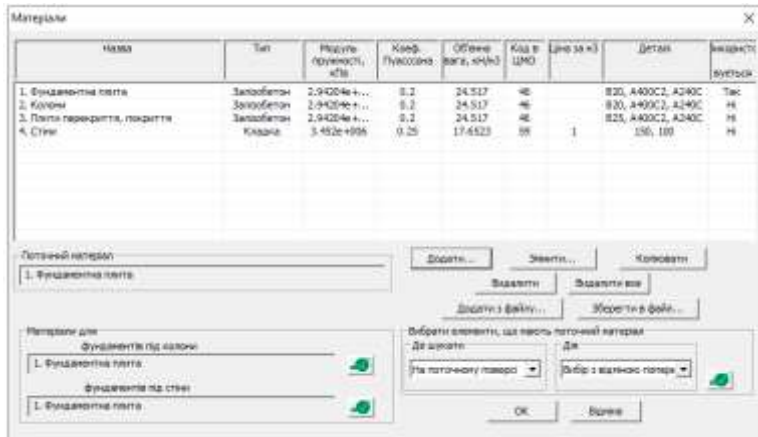


Рисунок 4.5.2 – Діалогове вікно «Матеріали»

Якщо будівля запроєктована каркасною, то зовнішні ненесучі чи самонесучі стіни можна не моделювати, а навантаження від них задати у вигляді лінійного навантаження на перекриття у місці обпирання стін (по контуру плити перекриття).

Якщо будівля запроєктована з неповним каркасом або взагалі безкаркасною, із цегляними несучими стінами, то матеріал стін задають так:

- у діалоговому вікні **Матеріали** (рис. 4.5.2) натиснути кнопку **Додати**;
- у полі **Тип** (рисунок 4.5.3) обрати «Кладка», у відповідних полях задати марки цегли та розчину, ціну за м³, натиснути кнопку «Обчислити модуль пружності».

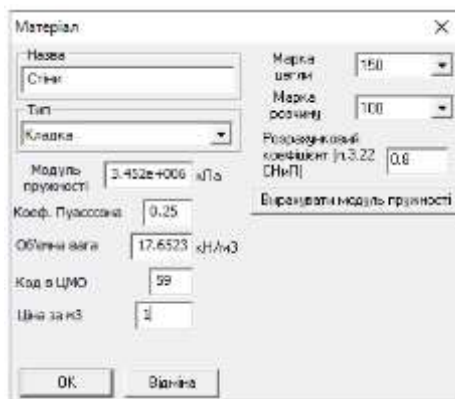


Рисунок 4.5.3 – Діалогове вікно для задання цегляної кладки стін

Для збереження даних натискають на кнопку ОК.

На **третьому** етапі задають сітку для побудови та координаційні осі будівлі. Для цього відкривають діалогове вікно **Декартова сітка** (рисунок 4.5.4) за допомогою меню **Схема - Сітка - Додати фрагмент декартової сітки**, задають у ньому крок осей у напрямку X та Y згідно з планом поверху проєктованої будівлі. Натискають кнопку ОК.

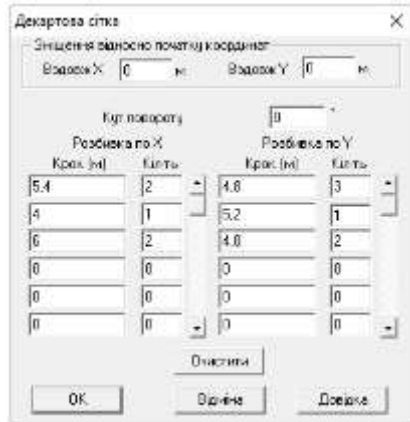


Рисунок 4.5.4 – Діалогове вікно «Декартова сітка»

Положення координаційних осей будівлі задають за допомогою меню **Схема - Додати елементи – Додати вісь** (кнопка  на панелі інструментів). У діалоговому вікні **Додати вісь** задають назву осі 1 (за замовчуванням – a1), клацають кнопкою миші у два вузли сітки так, щоб вказані точки визначили положення осі. Послідовно, задаючи у діалоговому вікні **Додати вісь** потрібні назви осей, вказують положення осей 2, 3, 4 тощо згідно з планом будівлі.

На **четвертому** етапі будують план типового поверху, задають вертикальні конструктивні елементи – колони (пілони), стіни, навантаження на плити перекриття і покриття.

Форма будівлі у плані може бути довільною. Для формування просторово-планувальної схеми по висоті використовують функцію копіювання поверхів із подальшим коригуванням схеми на будь-якому поверсі.

До конструктивної схеми будівлі з несучими цегляними стінами можна включати бетонні та залізобетонні стіни, колони, балки, тобто створювати комбінований каркас із цегляним заповненням.

Важливо: для правильного збору навантажень від власної ваги конструкцій користувач має призначити для них відповідний матеріал зі списку заданих.

Детальне описання процесу побудови розрахункової схеми наведено у [19].

Після створення розрахункової схеми будівлі переглядають її 3D-модель (рисунок 4.5.5) за допомогою меню **Вид — Вид 3D — Уся будівля** (кнопка  на панелі інструментів).

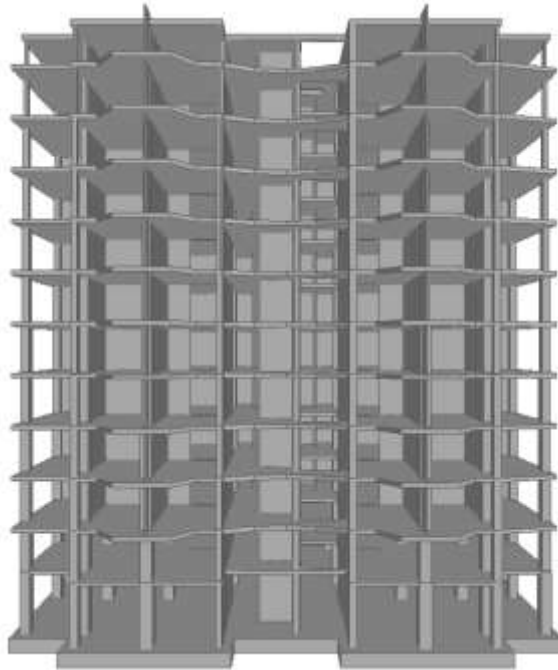


Рисунок 4.5.5 – 3D-модель будівлі

Якщо помилок немає, повертаються до головного вигляду за допомогою меню **Вид — Головний вид** (кнопка  на панелі інструментів).

Вітрові та сейсмічні впливи задають за допомогою меню **Схема — Додати елементи — Сейсмічні та вітрові впливи** (кнопка  на панелі інструментів). *Важливо! Напрямок вітру задається згідно із розташуванням проєктованої будівлі відносно «рози вітрів».*

Якщо будмайданчик знаходиться у зоні сейсмічних впливів, то потрібно їх змодельовати, задавши у відповідному полі необхідні параметри (рисунок 4.5.6).

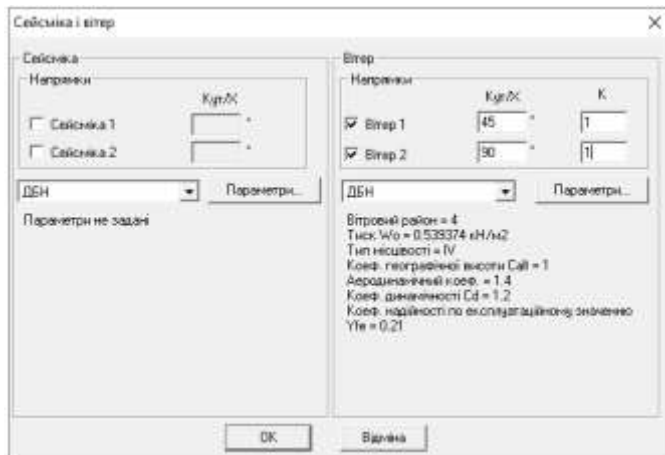


Рисунок 4.5.6 – Діалогове вікно «Сейсміка і вітер»

4.5.5. Розрахунок будівлі, аналіз результатів розрахунку

Попередній розрахунок будівлі

Попередній розрахунок всієї будівлі виконують за допомогою меню

Розрахунок – Розрахунок всієї будівлі (кнопка  на панелі інструментів).

Переглянути результати розрахунку у тривимірному зображенні (рисунок 4.5.7) можна за допомогою меню **Вид — Вид 3D — Вся будівля**

(кнопка  на панелі інструментів). Відображення заданих навантажень і результатів розрахунку включають за допомогою меню **Вид — Відобразити**.

Повернутись до головного вигляду можна за допомогою меню **Вид — Головний вид** (кнопка  на панелі інструментів).

Переглянути результати розрахунку кожного поверху можна, натискаючи на кнопки вибору поверхів .

Результати розрахунку зберігають за допомогою меню **Файл — Зберегти**.

Формування розрахунково-пояснювальної записки за результатами попереднього розрахунку всієї будівлі виконують за допомогою меню **Результати — Розрахункова записка — Розрахункова записка (rtf-файл)**. У діалоговому вікні **Розрахункова записка** відзначають ті чи інші

елементи схеми, дані про розрахунок яких потрібно переглянути або вивести на друк.

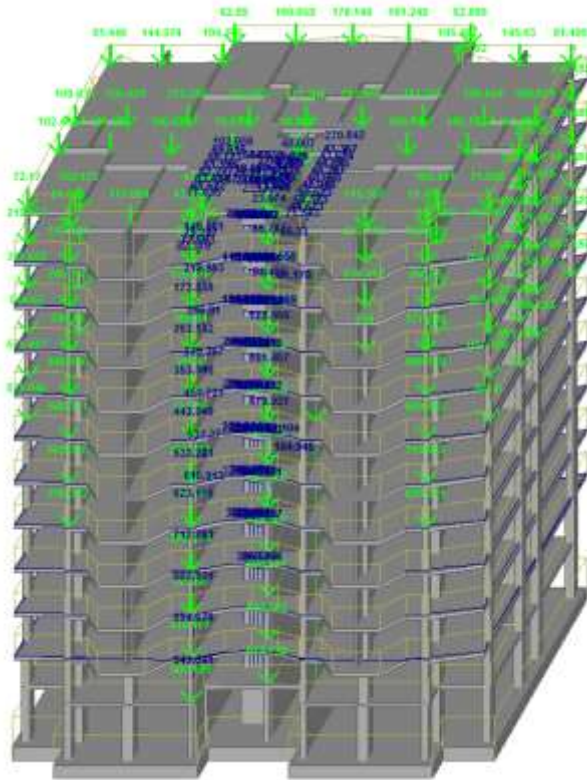


Рисунок 4.5.7 – Тривимірне зображення проектованої будівлі з результатами попереднього розрахунку

Остаточний розрахунок

Розрахунок МСЕ (методом скінченних елементів) є обов’язковим, остаточні результати приймають саме за ним. Розрахунок виконують за

допомогою меню **Розрахунок — МСЕ розрахунок** (кнопка  на панелі інструментів). Для цього автоматично формують скінченно-елементну схему з урахуванням заданих параметрів у діалоговому вікні **МСЕ розрахунок** (рисунок 4.5.8).

Рекомендації із вибору кроку триангуляції наведені у довідковій системі програми КОМПОНОВКА.

Запуск задачі на розрахунок виконують натисканням кнопки **OK** у діалоговому вікні **МСЕ розрахунок** (рисунк 4.5.8).

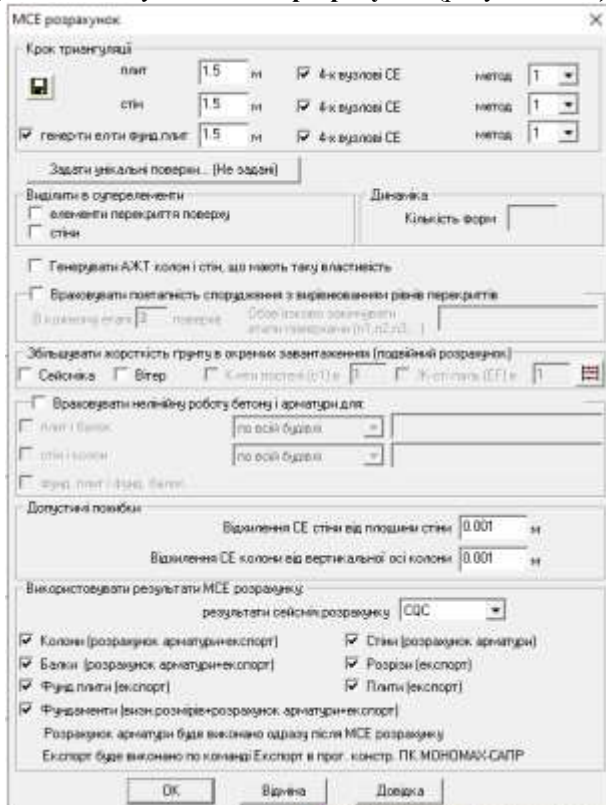


Рисунок 4.5.8 – Діалогове вікно «МСЕ розрахунок»

Аналіз результатів розрахунку

У вікні розрахункового процесора під час розрахунку буде відображена розрахункова схема, основні характеристики схеми та протокол розрахунку. Після розрахунку МСЕ експертна система виконує перевірку перерізів залізобетонних елементів на отримані зусилля. Виявлені порушення виводяться у діалоговому вікні (йдеться про переармування перерізів).

Результати розрахунку МСЕ переглядають за допомогою меню **Вид — Результати МСЕ розрахунок** (рисунк 4.5.9).

Деформовану схему відображають на екрані за допомогою меню **Результати — Деформована схема**. Переміщення аналізують за

допомогою меню **Результати — Ізополя переміщень**, напруження – за допомогою меню **Результати — Ізополя напружень і зусиль**. Для перегляду інформації про певний елемент або вузол схеми використовують меню **Результати — Інформація про елемент чи вузол** (кнопка **i** на панелі інструментів), вказують на елемент або вузол і отримують потрібну інформацію.

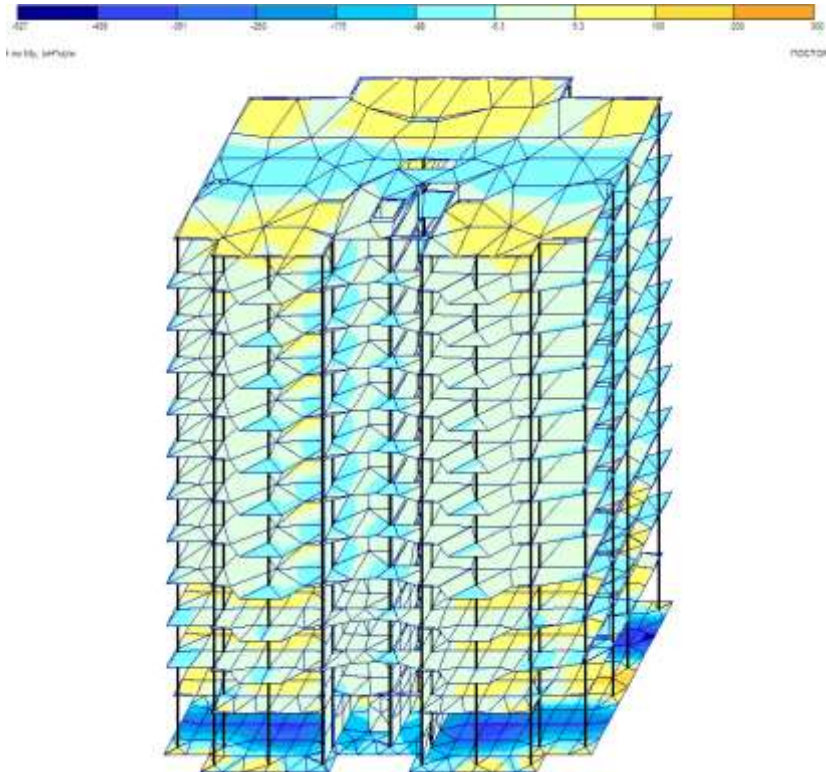


Рисунок 4.5.9 – Результати розрахунку MSE

4.5.6. Формування пояснювальної записки. Експорт результатів статичного розрахунку до програм конструювання ПК МОНОМАХ

Розрахункову записку за результатами розрахунку MSE формують за допомогою меню **Результати — Розрахункова записка — Розрахункова записка (rtf-файл)** (рисунок 4.5.10).

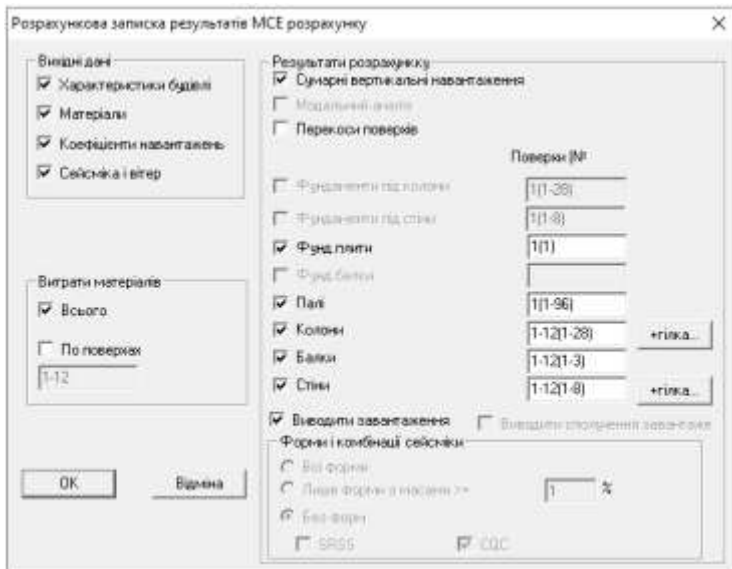


Рисунок 4.5.10 – Діалогове вікно «Розрахункова записка результатів розрахунку МСЕ»

У полі **Результати розрахунку** вказують, результати розрахунку яких елементів потрібно вивести на друк (для багатоповерхової будівлі це можуть бути найбільш навантажені елементи 1-3 поверхів), інакше пояснювальна записка вийде дуже об'ємною.

Для збереження пояснювальної записки виконують команду **Зберегти як**. За замовчуванням файл буде збережено у каталозі **Notes** ПК **МОНОМАХ**.

Експорт до програм конструювання ПК **МОНОМАХ**

Експорт результатів розрахунку МСЕ до конструювальних програм ПК **МОНОМАХ** виконують за допомогою меню **Результати — Експорт у програми конструювання ПК **МОНОМАХ**-САПР** (кнопка  на панелі інструментів). У діалоговому вікні (рисунок 4.5.11) натискають кнопку **ОК**.

На диску в каталозі **Port** ПК **МОНОМАХ** буде створений каталог із іменем розрахованої задачі. У цьому каталозі розміщені файли з даними про конструктивні елементи будівлі.

Роботу програми **КОМПОНОВКА** закінчують за допомогою меню **Файл – Вихід**.

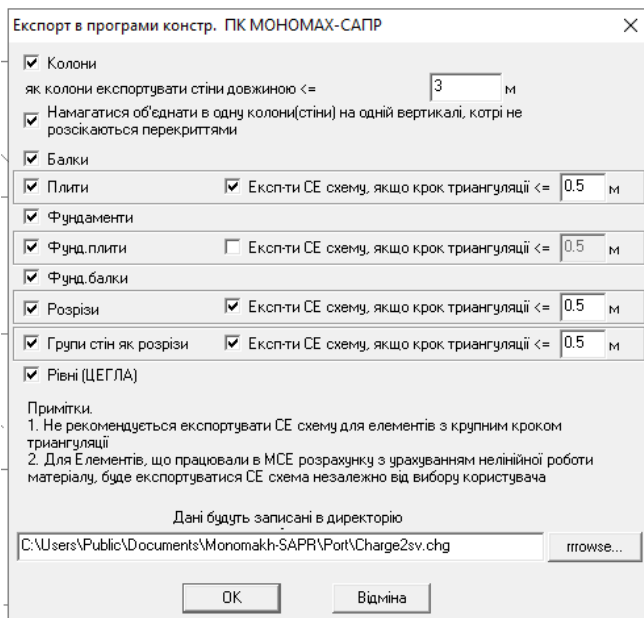


Рисунок 4.5.11 – Діалогове вікно «Експорт у програми конструювання ПК МОНОМАХ-САПР»

4.5.7. Створення розрахункової моделі у програмі КОМПОНОВКА шляхом імпорту даних із dxf-файлу

Алгоритм виконання завдання

1. У програмі AutoCAD відкрити файл із архітектурним планом типового поверху будівлі у форматі .dxf.
2. Створити п'ять нових шарів: WALLS, COLUMNS, SLABS, SLAB_OPENINGS, WALL_DOORS.
3. Зробити поточним шар WALLS.
4. По осевих лініях усіх стін провести лінії (команда Line).
5. Зробити поточним шар COLUMNS.
6. У центрі кожної колони чи пілона поставити точку (команда Point).
7. Зробити поточним шар SLABS.
8. Обвести план поверху по зовнішньому контуру за допомогою полілінії (команда Polyline), яка має бути замкненою. Криволінійні ділянки плити перекриття потрібно замінити ламаними лініями.
9. Зробити поточним шар SLAB_OPENINGS.

10. Обвести отвори в плиті перекриття за допомогою полілінії (команда Polyline), яка має бути замкненою.
11. Зробити поточним шар WALL_DOORS.
12. Задати отвори в несучих стінах за допомогою ліній.
13. Вимкнути (зробити невидимими) шари AXES, WALLS, COLUMNS, SLABS, SLAB_OPENINGS, WALL_DOORS.
14. Видалити архітектурний план поверху.
15. Увімкнути (зробити видимими) шари AXES, WALLS, COLUMNS, SLABS, SLAB_OPENINGS, WALL_DOORS.
16. Зберегти файл у форматі AutoCAD DXF.
17. Закрити програму AutoCAD.
18. Запустити програму КОМПОНОВКА:
19. Виконати імпорт моделі будівлі з програми AutoCAD: **Файл – Імпорт із DXF...** З'явиться діалогове вікно **Імпорт із DXF-файлу**, у якому потрібно ввести необхідні параметри (рисунок 4.5.12).

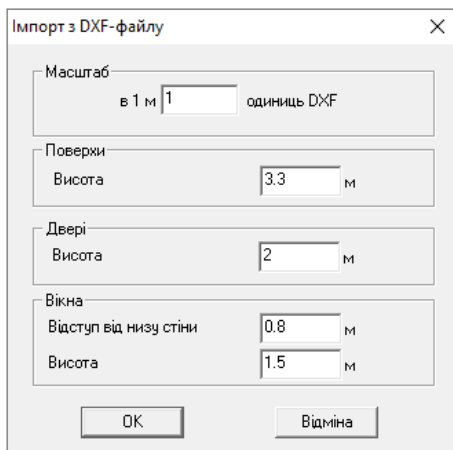


Рисунок 4.5.12 – Діалогове вікно «Імпорт із DXF-файлу»

20. За потреби змінити одиниці вимірювання, виконати команду: **Сервіс – Одиниці вимірювання.**
21. Ввести характеристики будівлі: **Схема – Характеристики будівлі.**
22. Задати характеристики матеріалів.
23. Задати розміри колон, пілонів, стін, плити перекриття, що були імпортовані з програми AutoCAD, відповідно до заданого

архітектурного плану поверху будівлі. Натиснути кнопку



на панелі інструментів програми КОМПОНОВКА. Вказати на обраний елемент, який потрібно редагувати (наприклад, плиту), натиснути праву кнопку миші. У контекстному меню вибрати команду **Властивості елементів**. Ввести параметри, натиснути кнопку **Застосувати**.

24. Зняти виділення з елемента.
25. Задати навантаження на плиту перекриття, використовуючи діалогове вікно **Властивості елементів**.
26. Виконати розрахунок моделі будівлі.
27. Виконати експорт результатів розрахунку до конструювальних програм ПК МОНОМАХ.
28. Зберегти файл.

Контрольні питання:

1. Для чого призначений ПК МОНОМАХ?
2. Які програми входять до складу ПК МОНОМАХ?
3. Які вихідні дані необхідні для створення розрахункової моделі у програмі КОМПОНОВКА?
4. Охарактеризуйте основні етапи побудови розрахункової схеми будівлі.
5. Результати якого розрахунку будівлі є остаточними?
6. За допомогою яких команд можна відобразити на екрані результати статичного розрахунку – переміщення, ізополі напружень і зусиль?
7. Як переглянути інформацію про певний елемент чи вузол розрахункової схеми?
8. Як формується пояснювальна записка за результатами статичного розрахунку?
9. Як виконується експорт результатів розрахунку до програм конструювання елементів?
10. Наведіть алгоритм створення моделі будівлі шляхом імпорту даних із dxf-файлу з програми AutoCAD.

Тема 4.6. Розрахунок і конструювання плити перекриття у програмі ПЛИТА у режимі імпорту з програми КОМПОНОВКА

4.6.1. Завдання

За допомогою імпорту отримати модель плити перекриття у програмі ПЛИТА, використовуючи модель будівлі, створену у програмі КОМПОНОВКА; виконати розрахунок і конструювання плити.

4.6.2. Алгоритм виконання завдання

Етап 1 Створення нової задачі у режимі імпорту

Роботу з програмою ПЛИТА розпочинають командою **Пуск – ЛПРА-САПР – Мономах-САПР – 6. Плита.**

Для імпорту файлів, створених у програмі КОМПОНОВКА, виконують пункт меню **Файл – Імпорт** (кнопка  на панелі інструментів), відкривають потрібний файл зі збереженої папки у каталозі **Port** ПК МОНОМАХ (плити нумеруються двома цифрами, перша з яких означає номер поверху, друга – номер плити).

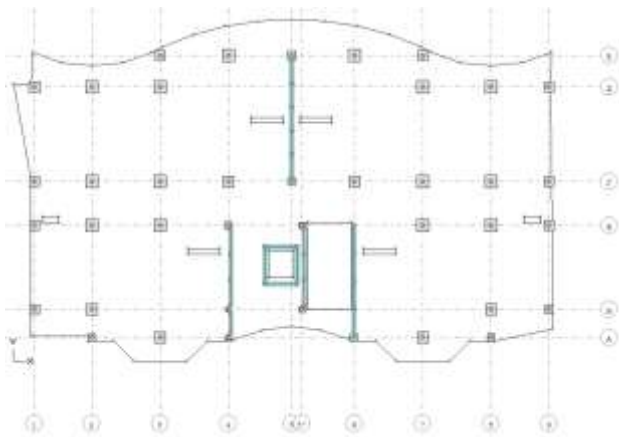


Рисунок 4.6.1 – Плита № 2_1 (опалубкове креслення)

Для перевірки імпорту навантажень виконують пункт меню

Навантаження – Постійне (кнопка  на панелі інструментів).

Важливо пам'ятати, що елемент «перегородка» у програмі ПЛИТА інтерпретується як лінійне навантаження. Для плит перекриттів імпортуються вертикальні навантаження постійного, довготривалого та короточасного завантажень. Для урахування власної ваги при розрахунку плити повинна бути встановлена опція **Навантаження – Урахування**

власної ваги плити (натиснута кнопка  на панелі інструментів) і при урахуванні власної ваги балок **Навантаження – Урахування власної ваги балок** (натиснута кнопка  на панелі інструментів).

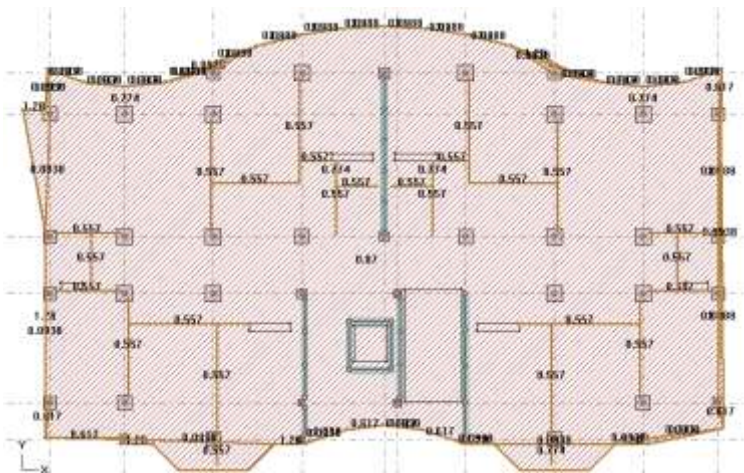


Рисунок 4.6.2 – Плита № 2_1 з навантаженнями

Інформацію про модель потрібно зберегти (**Файл – Зберегти**).

Модель плити готова до розрахунку, але варто уточнити деякі параметри, прийняті за замовчуванням. У діалоговому вікні **Матеріали** на обох закладках потрібно перевірити усі дані, уточнити вид обпирання плити на колони та стіни. За замовчуванням прийняте шарнірне обпирання плити на колони та стіни. Коригувати обпирання можна як вибірково, так і для усіх елементів одночасно.

Етап 2 Розрахунок плити

Виконують розрахунок плити за допомогою меню **Розрахунок —**

Розрахунок (кнопка  на панелі інструментів). У процесі розрахунку у програмі ПЛИТА автоматично формується розрахункова скінченно-елементна схема з урахуванням заданого кроку тріангуляції. Статичний розрахунок виконується розрахунковим процесором за методом скінченних елементів (МСЕ).

Збереження результатів розрахунку та експорт у ПК ЛІРА

При збереженні моделі за допомогою меню **Файл – Зберегти** у файлі *.plt зберігаються і результати розрахунку.

Якщо передбачається подальша робота зі схемою у ПК ЛІРА, виконують експорт розрахункової схеми за допомогою меню **Файл —**

Експорт у ПК ЛІРА

Етап 3 Перегляд результатів розрахунку

Режим відображення результатів розрахунку обирають за допомогою меню **Результати – Режими відображення результатів**. Для відображення переміщень і зусиль доцільно обрати опцію **Ізополя+ізоліній**, для відображення армування – **Мозайка**.

Переглянути ізополя переміщень можна за допомогою меню

Результати – Переміщення (кнопка  на панелі інструментів **Візуалізація**). Ізополя переміщень будуються як огинальні. При перегляді переміщень наводяться їхні розрахункові значення.

Для відображення на екрані ізополів моментів M_x (M_y) (рис. 4.6.3) виконують команду: **Результати – Зусилля – Моменти M_x (M_y)** (кнопка



або  на панелі інструментів). Ізополя зусиль будуються по завантаженнях. За замовчуванням при перегляді зусиль наводяться їхні розрахункові граничні значення. Експлуатаційні (нормативні) значення

зусиль можна переглянути при натиснутій кнопці  на панелі інструментів **Візуалізація**.

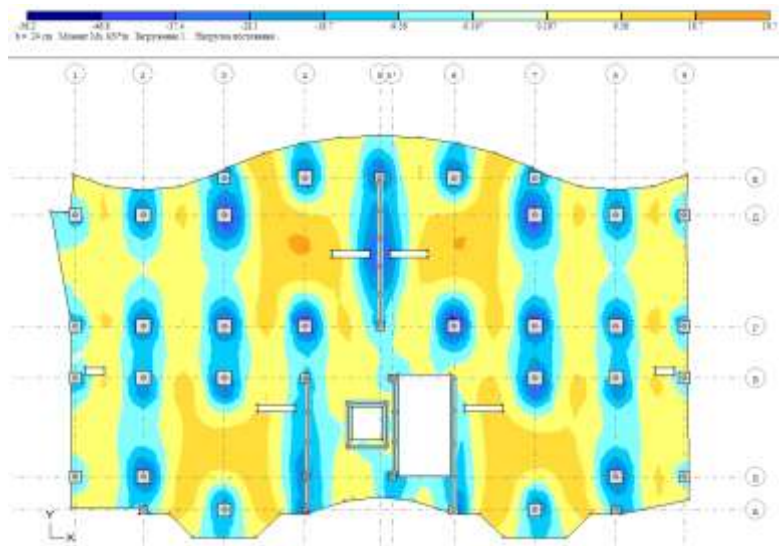


Рисунок 4.6.3, а – Ізополя моментів M_x

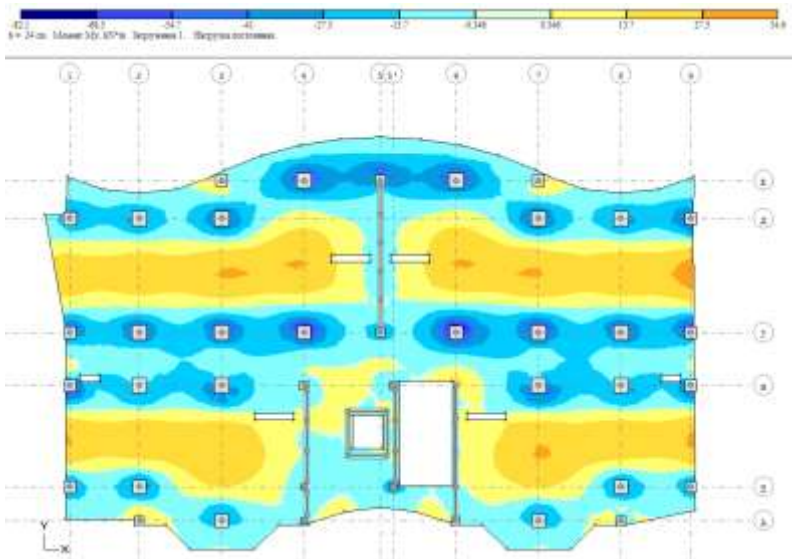


Рисунок 4.6.3, б – Ізополя моментів M_u

У програмі ПЛИТА армування плити розглядається окремо – біля верхньої та нижньої граней плити. Окремо розглядається поперечне армування та армування за розрахунком на протискання. Ізополя та мозаїки розрахункового армування плити будуються окремо для напрямків X і Y .

Для відображення армування біля верхньої грані плити виконують команду: **Результати – Верхня арматура** (кнопка  на панелі інструментів). Мозаїку розрахункового армування A_x (рисунок 4.6.4) переглядають за допомогою меню **Результати – Режими відображення результатів – Ізополя уздовж осі X** (кнопка  на панелі інструментів).

Мозаїки допомагають виявити на схемі СЕ плити з максимальним обчисленим значенням розрахункового армування.

Поперечне армування відображається після вибору виду армування за допомогою меню **Результати – Поперечна арматура**. Для відображення поперечного армування протискання потрібно виконати спеціальний розрахунок на протискання.

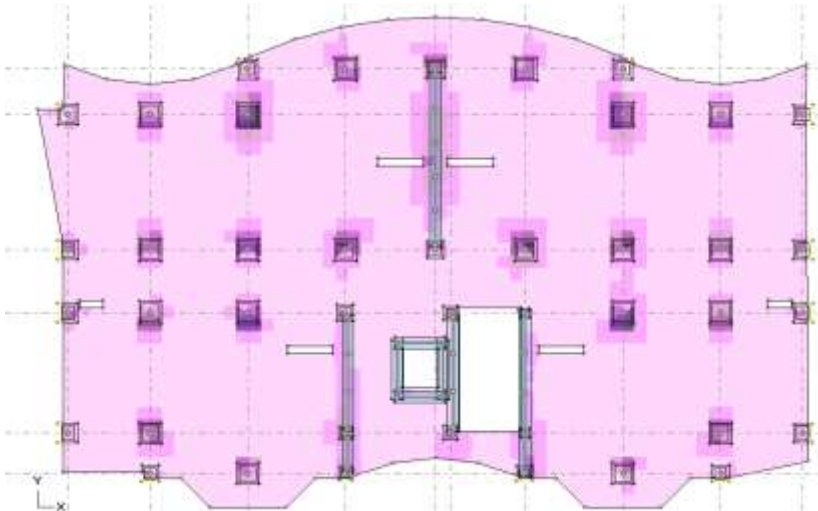


Рисунок 4.6.4 – Мозаїка армування A_x біля верхньої грані плити

Налаштування кольорової шкали армування

При налаштуванні кольорової шкали розрахункового армування можна вказувати діапазони не лише у числовому, але й в аналітичному вигляді. У цьому випадку значення задається у вигляді формули. Наприклад, формула $s200d10$ означає діаметр арматурного стержня $d = 10$ мм із кроком $s = 200$ мм і відповідає значенню площі армування $3,925 \text{ см}^2$. Формула $5d10$ (або $k5d10$) означає 5 стержнів діаметром $d = 10$ мм на 1 погонний метр і відповідає значенню площі армування $3,925 \text{ см}^2$. Можна задати вираз виду $s200d8 + s200d22$ або змішаний вираз виду $s200d8 + 19.01$, де 19.01 — значення площі, см^2 .

Якщо необхідно змінити параметри шкали, то відкривають діалогове вікно **Параметри шкали** за допомогою меню **Результати** –

Параметри шкали (кнопка  на панелі інструментів) і виконують необхідні зміни. У результаті ізополя будуть зображені згідно з новими параметрами шкали.

Така подача ізополів армування найчастіше використовується при реальному проектуванні, тому що відповідає поширеному принципу армування плит: по всій плиті біля нижньої і верхньої граней плити вкладають стержні основного армування, а у місцях, де потрібне підсилення – вкладають стержні додаткового армування.

Необхідно уважно проаналізувати на схемі розташування і розміри діапазону, який не має формульного описання, і за необхідності внести правки до таблиці діапазонів. Наприклад, можна збільшити діаметр додаткового шару армування або зменшити крок арматури.

Формування і перегляд розрахункової записки

Створюють розрахункову записку за допомогою меню **Результати**

– **Розрахункова записка** – **Зберегти html-файл** (кнопка  на панелі інструментів). Можна зберегти пояснювальну записку також як **rtf-файл** (кнопка ). У діалоговому вікні **Параметри розрахункової записки** поставте галочки у відповідних полях (рисунки 4.6.5).

Файл розрахункової записки складається із кількох таблиць, їх можна переглянути, проаналізувати та скопіювати потрібні для вставки у загальну пояснювальну записку до виконаної роботи.

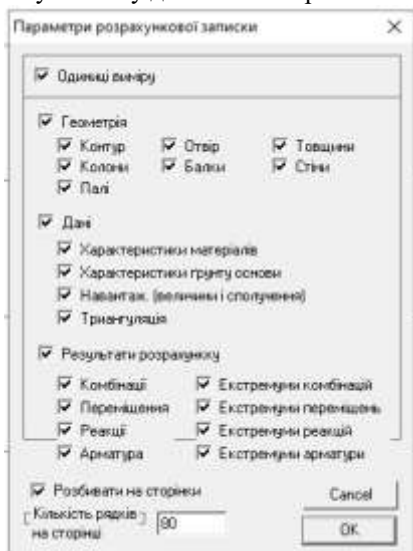


Рисунок 4.6.5 – Діалогове вікно «Параметри розрахункової записки»

Етап 4 Конструювання плити

Конструювання плити виконують за мозаїками армування. Для вказаних зон розкладки підбираються крок і діаметр стержнів поздовжньої арматури біля верхньої і нижньої граней плити. Виконується контроль залишкового армування. Залишкова площа арматури визначається для кожного СЕ плити як різниця між розрахунковим значенням площі

армування і значенням площі армування, яку забезпечують задані на ділянках розкладки сітки або стержні. Для плити, висота перерізу якої 160 мм, поперечну арматуру не застосовують, тому конструювання поперечною арматурою не виконується.

Розкладка стержнів основного армування на заданій ділянці

Основне армування стержнями виконують на весь контур плити за допомогою меню **Конструювання — Розкладка сіток і стержнів —**

Прямокутний контур (кнопка  на панелі інструментів). У діалоговому вікні **Призначення зони армування** обирають зі списку діаметр стержнів арматури, що розкладаються ортогонально до базової лінії і вздовж неї, і натискають кнопку **На весь контур**.

Орієнтацію стержнів на ділянці розкладання визначає базова лінія — поздовжні стержні будуть розкладені перпендикулярно до цієї лінії, а поперечні — уздовж цієї лінії. При розкладанні стержнів її можна вказати довільно відносно положення ділянки. На схемі базова лінія відображається синім кольором.

Аналогічно призначають ділянку армування для другого шару.

Контроль залишкового армування

Залишкове армування відображається при перегляді площі арматури A_x , A_y у графічному або числовому вигляді для обраного виду армування — біля верхньої або нижньої грані плити. Для цього потрібно виконати команду **Результати — Режими відображення арматури — Залишкова**

арматура (кнопка  на панелі інструментів).

Розкладка стержнів додаткового армування на заданих ділянках

Призначають ділянку розкладки стержнів (додаткове армування) за допомогою меню **Конструювання — Розкладка сіток і стержнів —**

Прямокутний контур (кнопка  на панелі інструментів).

У діалоговому вікні **Призначення зони армування** виконують такі дії:

- обирають зі списку діаметр стержнів, що будуть розкладені ортогонально до базової лінії – 0 мм;
- обирають зі списку діаметр стержнів, що будуть розкладені вздовж базової лінії – 0 мм;
- решту параметрів залишають за замовчуванням.

Якщо заданий тільки крок стержнів, то буде виконуватися підбір потрібного діаметра на основі необхідної залишкової площі армування.

Перегляд параметрів призначених ділянок розкладки виконують за допомогою меню **Конструювання — Корегування зони розкладки** (кнопка  на панелі інструментів). Видалення призначених ділянок розкладки виконують за допомогою меню **Конструювання — Видалити зону розкладки** (кнопка  на панелі інструментів).

Відображення призначених ділянок розкладки виконують за допомогою меню **Конструювання — Показати зони розкладки основних сіток і стержнів** (кнопка  на панелі інструментів) та **Показати зони розкладки додаткових сіток і стержнів** (кнопка  на панелі інструментів).

Збереження результатів конструювання

При збереженні моделі за допомогою меню **Файл — Зберегти** (кнопка  на панелі інструментів) у файлі *.plt зберігаються також дані про конструювання.

Етап 5 Креслення плити

Креслення плити при армуванні окремими стержнями виконують за допомогою меню **Результати — Креслення — Креслення стержнів** (кнопка  на панелі інструментів).

Буде запущено програму КРЕСЛЕННЯ ПЛИТИ (у версії армування стержнями).

Креслення складається із окремих фрагментів: схем розкладки сіток і стержнів, специфікації, основного напису тощо. Для кожного із фрагментів на листі креслення відводиться певна область. Масштаб зображення фрагмента, за винятком фрагментів із таблицями або текстами, визначається розмірами цієї області. Можна змінювати розміри областей фрагментів, можна переміщувати, видаляти і додавати нові фрагменти з існуючого переліку фрагментів. Також можна змінювати формат листа, колір і розміри окремих елементів креслення (наприклад, висоту символів), змінювати положення виносок тощо.

Схема розкладки стержнів основного армування

За замовчуванням відкривається лист зі схемою розкладки стержнів основного армування біля нижньої грані плити (натиснуті кнопки  і  на панелі інструментів).

Корегування креслення

У режим корегування креслення переходять за допомогою меню

Сервіс — Корегування креслення (кнопка  на панелі інструментів). Положення стержнів корегують за допомогою меню **Сервіс — Перенос зображення арматури** (кнопка  на панелі інструментів); положення ліній виносок — за допомогою меню **Сервіс — Перенос відрізка виноски** (кнопка  на панелі інструментів).

Параметри специфікації

Оскільки стержні основного армування мають довжину, що перевищує граничну довжину стержнів 12 м, то у специфікації у графі **Найменування** для кожної позиції вказується погонна довжина стержнів. Погонна довжина стержнів наводиться із урахуванням напустку стержнів (сумарна довжина стержнів множиться на коефіцієнт напустку). У графі **Маса од.** вказується вага одного погонного метра стержня.

Для того, щоб приховати інформацію у специфікації та у відомості витрат сталі про стержні, які в даний момент не відображаються на кресленні (додаткове армування), потрібно скасувати команду **Повна таблиця специфікації** за допомогою меню **Вид — Повна таблиця специфікації** (кнопка  на панелі інструментів).

Ознайомитись із параметрами специфікації можна за допомогою меню **Сервіс — Параметри специфікації** (кнопка  на панелі інструментів).

Заповнення основного надпису

Заповнити основний надпис можна за допомогою меню **Лист — Основний напис** (кнопка  на панелі інструментів).

Друк креслення

Для друку потрібно обрати інший, відмінний від екранного, стиль налаштування кольорів і розмірів елементів креслення за допомогою меню **Сервіс — Вибір налаштування кольорів і розмірів — Для друку** (кнопка  на панелі інструментів).

Стилі налаштувань кольорів і розмірів елементів креслення можна змінити за допомогою меню **Сервіс — Кольори та розміри** (кнопка  на панелі інструментів).

Креслення на друк можна вивести за допомогою меню **Файл — Друк**.

Збереження креслення

Для збереження відкоригованого креслення виконують пункт меню **Файл — Зберегти** (кнопка  на панелі інструментів).

Імпорт dxf-файла креслення

За необхідності подальшого доопрацювання креслення потрібно сформувати dxf-файл імпорту креслення.

Для цього обирають інший стиль налаштування кольорів і розмірів елементів креслення за допомогою меню **Сервіс — Вибір налаштувань кольорів і розмірів — Для dxf-файлу** (кнопка  на панелі інструментів).

Перевіряють, чи включений режим масштабування у меню **Фрагмент — Масштабувати фрагменти для dxf-файлу** (натиснута кнопка  на панелі інструментів).

Перевіряють масштаби фрагментів за допомогою меню **Фрагмент — Масштаб фрагментів для dxf-файлу**.

Зберігають dxf-файл креслення за допомогою меню **Файл — Зберегти креслення як dxf-файл** (кнопка  на панелі інструментів).

Схема розкладки стержнів додаткового армування

Відновити початковий стиль налаштування кольорів і розмірів елементів креслення можна за допомогою меню **Сервіс — Вибір налаштувань кольорів і розмірів — Для екрану** (кнопка  на панелі інструментів).

*Увага: специфікації наводяться для всієї арматури. Для відображення тільки додаткової арматури використовують команду **Вид***

*— **Повна таблиця специфікації** (кнопка  на панелі інструментів).*

На новому листі виконують необхідні для отримання якісного креслення команди — коригують положення виносок, налаштовують параметри специфікації, заповнюють основний надпис.

Контрольні питання:

1. Як розпочати роботу у програмі ПЛИТА?
2. Як виконати імпорт необхідного файлу з результатами розрахунку плити з програми КОМПОНОВКА?
3. Як виконується розрахунок плити?
4. Як переглянути результати статичного розрахунку плити?
5. Як переглянути результати підбраного армування плити?

6. Як налаштувати кольорову шкалу розрахункового армування?
7. Як сформувати пояснювальну записку?
8. Як виконати конструювання плити?
9. Як виконати контроль залишкового армування?
10. Як виконати розкладку основного та додаткового армування?
11. Як можна відкорегувати креслення?

Тема 4.7. Конструювання колон і пілонів у програмі КОЛОНА

4.7.1. Створення моделі та розрахунок колон у програмі КОЛОНА

4.7.1.1. Завдання

Створити модель колони у програмі КОЛОНА, виконати її розрахунок і конструювання.

4.7.1.2. Алгоритм виконання завдання

Етап 1 Створення нового завдання

Щоб розпочати роботу з програмою КОЛОНА, виконують команди Windows: **Пуск – Програми – ЛІРА-САПР – Мономах-САПР – 3. Колона.**

При запуску програма КОЛОНА автоматично створює новий документ, тому ніяких додаткових дій для створення нового завдання виконувати не потрібно.

Для збереження інформації про модель виконують пункт меню

Файл – Зберегти (кнопка  на панелі інструментів).

Етап 2 Корегування даних

Новий документ уже містить деякі дані, прийняті за замовчуванням.

За допомогою меню **Матеріали – Характеристики матеріалів** відкривають діалогове вікно **Колона – Характеристики матеріалів**, у якому задають клас бетону та умови експлуатації, решту параметрів залишають без змін. Натискають кнопку ОК.

Розміри перерізу та довжину колони корегують за допомогою меню **Дані – Геометрія** (кнопка  панелі інструментів).

Щоб програма враховувала наявність випусків у верхню колону, виконують пункт меню **Дані – Верх колони – Перекриття і ділянка верхньої** (кнопка  на панелі інструментів).

Навантаження на колону задають за допомогою меню **Дані – Навантаження** (кнопка  на панелі інструментів).

*Важливо: у програмі КОЛОНА прийнято задавати нормативні значення навантажень із коефіцієнтом надійності за навантаженням $\gamma_f = 1$, тому що коефіцієнти надійності за навантаженням задаються в окремій таблиці за допомогою меню **Колона – Навантаження** (закладка **Коефіцієнти**).*

Етап 3 Розрахунок колони

Розрахунок колони виконують за допомогою меню **Розрахунок –**

Розрахунок (кнопка  на панелі інструментів).

У процесі розрахунку спершу формується розрахункова схема і виконується статичний розрахунок для визначення переміщень і зусиль. Після цього формуються розрахункові сполучення зусиль, визначається розрахункове армування і виконується конструювання колони.

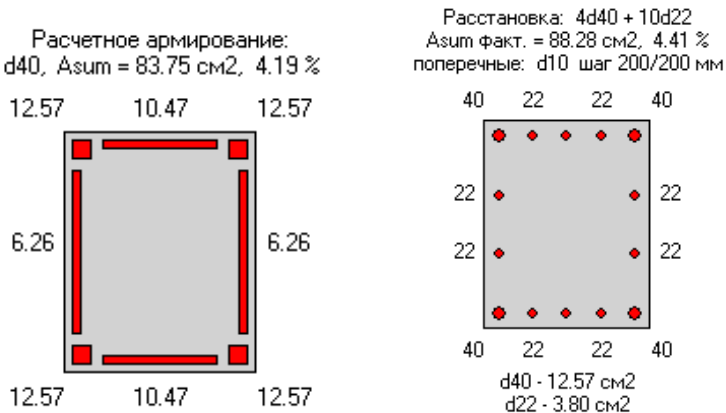


Рисунок 4.7.1 – Результати розрахунку та конструювання

Зміна параметрів конструювання

За потреби змінюють розрахунковий діаметр і сортамент за допомогою меню **Дані – Матеріали** (кнопка  на панелі інструментів).

У діалоговому вікні **Колона – Характеристики матеріалів** на закладці **Діаметри** вибирають розрахунковий діаметр, задають товщину захисного шару;

на закладці **Вимоги** вказують конструктивні вимоги. Знову виконують розрахунок (кнопка  на панелі інструментів) і переглядають результати армування.

Експорт даних про випуски

Створюють файл експорту для програми ФУНДАМЕНТ за допомогою меню **Результати – Експорт даних про випуски**.

У діалоговому вікні **Зберегти як** зберігають файл *Колона*.

Формування розрахункової записки

Створюють розрахункову записку за допомогою меню **Результати-**

Розрахункова записка – Зберегти як rtf-файл (кнопка  на панелі інструментів).

Для перегляду розрахункової записки виконують команду Windows:

Пуск – Програми –Microsoft Word.

- Відкривають записку за допомогою меню **Файл –Відкрити**.
- У списку **Тип файлу** вибирають **Текст у форматі RTF (*.rtf)**.
- Відкривають потрібний файл.

Увага! У програмі КОЛОНА результати розрахунку не зберігаються. За потреби їх можна відновити, перерахувавши завдання.

Етап 4 Креслення колони

Креслення колони виконують за допомогою меню **Результати –**

Креслення (кнопка  на панелі інструментів). Запускається програма КРЕСЛЕННЯ КОЛОНИ.

Додавання відомості деталей

Додають відомість деталей (за умовчанням вона не викреслюється) за допомогою меню **Фрагмент – Відомість деталей**.

На схемі клацають мишею у лівій верхній точці зони розташування фрагмента і, не відпускаючи кнопку, встановлюють розміри області фрагмента, пересуваючи курсор у правий нижній кут.

4.7.2. Імпорт із програми КОМПОНОВКА та розрахунок пілона у програмі КОЛОНА

4.7.2.1. Завдання

За допомогою імпорту отримати модель пілона у програмі КОЛОНА, використовуючи модель будівлі, створену у програмі КОМПОНОВКА; виконати розрахунок і конструювання пілона.

4.7.2.2. Алгоритм виконання завдання

Етап 1 Створення нового завдання

Щоб розпочати роботу з програмою КОЛОНА, виконують команди:

Пуск – Програми – ЛПРА-САПР – Мономах-САПР – 3. Колона.

Для імпорту файлу виконують пункт меню **Файл - Відкрити** (кнопка  на панелі інструментів). Вибирають потрібний файл із папки **Port** ПК МОНОМАХ.

Схема пілона показана на рисунку 4.7.2. Навантаження на пілон (нормативні значення) теж імпортуються із програми КОМПОНОВКА.

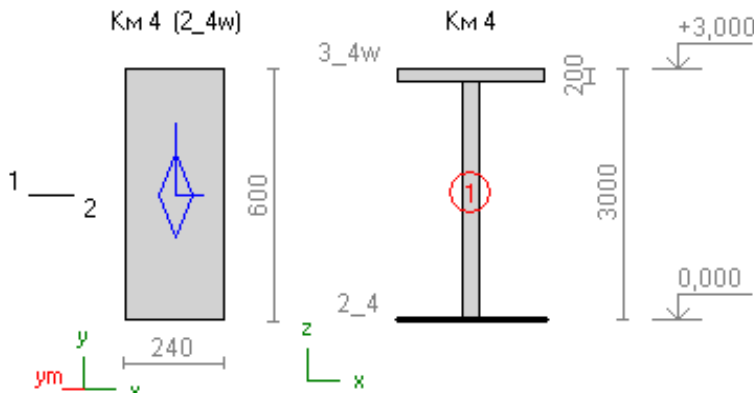


Рисунок 4.7.2 – Схема пілона

Для збереження інформації про модель виконують пункт меню **Файл – Зберегти** (кнопка  на панелі інструментів).

Етап 2 Корегування даних

Корегування даних (конструктивні вимоги, захисний шар бетону, розрахункові коефіцієнти тощо) в моделі пілона виконують так само, як для колон.

У програмі є можливість виконувати підбір арматури та конструювання пілонів як за класичною схемою, так і за розстановкою арматури уздовж довгих сторін пілонів.

Характерну ознаку **Армувати як пілон** установлюють за допомогою меню **Дані – Матеріали – Вимоги**.

У діалоговому вікні **Колона – Характеристики матеріалів** на закладці **Діаметри** вибирають розрахункові діаметри, задають захисний шар; на закладці **Вимоги** обирають вид поперечної арматури.

Для урахування наявності випусків у верхню колону чи пілон виконують пункт меню **Дані – Верх колони – Перекриття і ділянка верхньої** (кнопка  на панелі інструментів).

Якщо є потреба законструювати пілон чи колону на два-три поверхи, то виконують пункт меню **Дані – Поверховість – Додати поверх із файлу імпорту**.

Етап 3 Розрахунок пілона

Виконують розрахунок пілона за допомогою меню **Розрахунок** – **Розрахунок** (кнопка  на панелі інструментів). У процесі розрахунку програма визначає розрахункове армування і виконує конструювання пілона (рисунк 4.7.3).

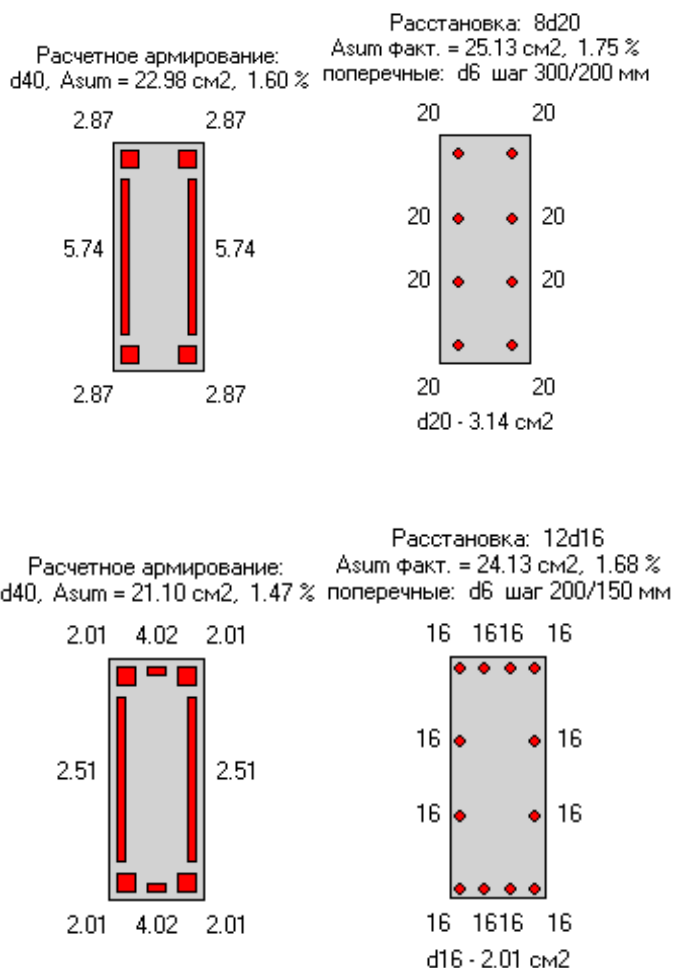


Рисунок 4.7.3 – Результати розрахунку та конструювання пілона за класичною схемою

Якщо встановити прапорець для опцій **Армувати як пілон** та **Виділяти кутові стержні** в меню **Дані – Матеріали** – закладка **Вимоги**, можна одержати інший варіант конструювання – із розвиненими кутовими стержнями (рисунок 4.7.4).

Аналіз результатів конструювання, формування **пояснювальної** записки, креслення пілона, створеного в режимі імпорту, виконують так само, як для колони.

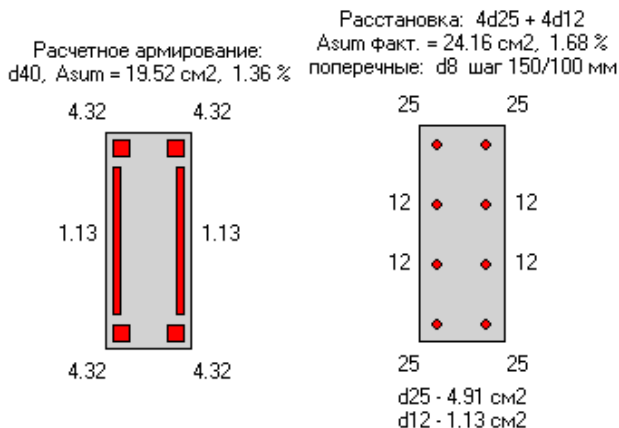


Рисунок 4.7.4 – Результати розрахунку та конструювання пілона з розвиненими кутовими стержнями

Контрольні питання:

1. Для чого призначена програма КОЛОНА?
2. Наведіть основні етапи роботи у режимі створення розрахункової схеми.
3. Як задати характеристики матеріалів?
4. Як задати геометричні параметри елемента?
5. Як задати навантаження на колону?
6. Як змінити параметри конструювання?
7. Як виконати експорт даних про випуски?
8. Як підготувати пояснювальну записку?
9. Як створити креслення колони?
10. Як додати відомість деталей на креслення колони?
11. Наведіть основні етапи створення розрахункової схеми пілона у режимі імпорту з програми КОМПОНОВКА.
12. Як виконати корегування даних?

13. Як задати розрахункові діаметри стержнів, товщину захисного шару бетону?
14. Як задати вид поперечного армування?
15. Як змінити параметри конструювання?
16. Яку команду потрібно виконати для урахування наявності випусків у верхню колону чи пілон?
17. Яку команду потрібно виконати для конструювання пілона на два-три поверхи?

Література

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення / К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.
2. ДСТУ Б В.2.6.-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону / К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.
3. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. К.: ДП «Укр НДНЦ», 2019. 18 с.
4. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. К.: УкрНДІпроект, 2018.
5. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Мінбуд України, 2006.
6. Eurocode-2: Design of concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for building: EN 1992-1-1. [Final draft, december, 2004]. Brussels: CEN, 2004. 225 p. Європейський стандарт.
7. ДСТУ Н Б В.1.2-16:2013. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. К.: Мінрегіон України, 2013. 37 с.
8. ДБН В.2.2-15-2019. Державні будівельні норми України: Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2019.
9. Моргун А.С., Андрухов В.М., Сорока М.М., Меть І.М. Системи автоматизованого проектування в будівництві: навч. пос. ВНТУ, 2015.
10. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології. Посібник за ред. д.е.н., проф. О.І. Пушкаря. К.: Видавничий центр «Академія», 2010. 694 с.
11. Залізобетонні конструкції: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад. О.А.Ужегова, С.О.Ужегов. Луцьк: ЛНТУ, 2015. 108 с.
12. М.С. Барабаш. Комп'ютерні технології проектування металевих конструкцій: Навч. посіб. / М.С. Барабаш, С.В. Козлов, Д.В. Медведенко. К.: НАУ, 2012. 252 с.
13. Барабаш М.С., Бойченко В.В., Палиенко О.И. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР Киев: издательство «Сталь», 2012. 485 с.

14. Верюжский Ю.В., Колчунов В.И., Барабаш М.С. Гензерский Ю.В. Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций. Курсовое проектирование. К.: Кн. изд-во НАУ, 2006.
15. Програмне забезпечення інженерних розрахунків: конспект лекцій для студентів спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Укладач: Сорочак А.П. Тернопіль: ТНТУ ім. Пулюя, 2018. 128 с.
16. ПК ЛИРА-САПР 2013. Учебное пособие. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Атрамонова А.Е. Под ред. академика АИН Украины Городецкого А.С., 2013. 376 с.
17. ПК ЛИРА-САПР 2015. Руководство пользователя. Обучающие примеры. Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Атрамонова А.Е. М. Под редакцией Городецкого А.С. Электронное издание, 2015. 460 с.
18. ПК ЛИРА-САПР 2017. Руководство пользователя. Обучающие примеры. Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Атрамонова А.Е., Ромашкина М.А. Под ред. академика Городецкого А.С. Эл. изд., 2017. 535 с.
19. Мономах-САПР 2013. Учебное пособие. Примеры расчета и проектирования. Электронное издание. Городецкий Д.А., Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Лазарев А.А., Рассказов А.А. ООО «ЛИРА-САПР», 2013. 368 с. <https://www.liralend.ua/books/11/1410>.
20. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Информатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник. К.: Каравела, 2010. 260 с.
21. Кислюк Д.Я., Ротко С.В., Ужегова О.А., Задорожнікова І.В. Інженерні споруди: Навчальний посібник. Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2016. 368 с.
22. Ротко С.В., Ужегова О.А., Задорожнікова І.В., Кислюк Д.Я., Ужегов С.О. Залізобетонні конструкції: навч. пос. / Луцьк: ЛНТУ, 2021. 404 с.
23. Тихонов И.Н. Армирование элементов монолитных железобетонных зданий. Пособие по проектированию, 2007.
24. Офіційний сайт ЛІРА-САПР LIRALEND GROUP [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. К: БАТ «ЛІРА САПР», 2002-2023. Режим доступу: <https://www.liralend.ua/>
25. Форум користувачів ЛІРА-САПР [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. Режим доступу: <https://www.liralend.ua/forum/>
26. ЛІРА-САПР. Офіційний канал [Електронний ресурс]: [Веб-портал]. Електронні дані. YouTube LLC, 2023. Режим доступу: <https://www.youtube.com/user/LiraLand>
27. МОНОМАХ-САПР. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. К: БАТ «ЛІРА САПР», 2011-2023. Режим доступу: <https://www.liralend.ua/mono/>
28. МОНОМАХ просто. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=Ehvt0Gy2ftw&t=7s>.

Тема 4.8. BIM-технології – основні поняття та принципи

4.8.1. Поняття та основні терміни

Будівельний об'єкт. Будівля, споруда разом з основою та інженерним обладнанням, інженерні мережі та комунікації, а також їхні комплекси з певними будівельними та виробничими показниками та призначенням [1].

Життєвий цикл об'єкта. Комплекс послідовних за змістом і часом періодів існування будівельного об'єкта від концепції його створення до зняття з експлуатації та ліквідації.

САПР/САП. З англ., **Computer-aided design, CAD** – Система автоматизованого проєктування або автоматизована система проєктування (АСП) – автоматизована система, призначена для автоматизації технологічного процесу проєктування виробу, кінцевим результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проєктування. Робота з САПР полягає у створенні геометричної моделі виробу (переважно двовимірної, рідше тривимірної, твердотільної), генерацію на основі цієї моделі конструкторської документації (креслень виробу, специфікацій тощо) і його наступний супровід [2].

Будівельне Інформаційне Моделювання. З англ., **Building Information Modelling, BIM** – використання спільного цифрового представлення об'єкту, що будується, для сприяння процесам проєктування, спорудження та експлуатації з метою створення надійної основи для прийняття рішень [3].

Будівельна Інформаційна Модель. З англ., **Building Information Models, BIMs** – це набір структурованих і неструктурованих інформаційних контейнерів [3] (наборів даних) в рамках цілісної інформаційної системи, що містять у собі необхідні геометричні, фізичні, функціональні та інші характеристики об'єкта, які є джерелом для документації, що супроводжує життєвий цикл об'єкта (проєктна документація, кошториси тощо). Зміст будівельної інформаційної моделі є тотожним змісту проєктної документації [4], розширений додатковими даними. Найчастіше це файли (переважно, але не завжди у власних форматах, що містять власні специфічні дані), зі здатністю вивантаження інформації, з можливістю обміну або підключення у мережі іншими учасниками процесу з метою підвищення ефективності співпраці і взаємодії.

BIM-менеджмент. Більш конкретизоване поняття, що базується на визначенні Інформаційного Менеджменту [5] В рамках будівельної галузі – це виконання певних завдань та процедур, що застосовуються до процесів введення, обробки, створення та передачі даних для забезпечення точності та цілісності інформації протягом усього життєвого циклу

об'єкта. Також, BIM-менеджмент – це керівництво процесом впровадження BIM в організації, забезпечення досягнення цілей, пов'язаних з BIM, а також підтримка розробки/надання нових послуг і ефективності використання інформаційного моделювання [6].

BIM Виконавчий План. З англ., BIM Execution Plan, **БЕР** (від ВхР) – це документ, підготовлений виконавцями для пояснення того, як будуть реалізовуватись певні аспекти інформаційного моделювання проєкту [5] та узгоджений усіма сторонами. BIM Виконавчий План роз'яснює ролі учасників проєкту, їхні обов'язки, окреслює кінцеві результати і терміни їхнього досягнення, а також стандарти, що застосовуються, та процедури, яких слід дотримуватися [7]. Він розробляється як перед- та пост-контрактний виконавчі плани, щоб, передусім, задовольнити Інформаційні Вимоги замовника (**EIR**).

BIM Рівні (рисунок 4.8.1). З англ., «BIM Levels» – «Рівні BIM», або «Рівні Зрілості BIM» – концепція, яка була розроблена для того, щоб чітко пояснити певні критерії очікуваної компетенції, необхідні процеси, основоположні стандарти та рекомендації, їхній взаємозв'язок та спосіб застосування в рамках стратегії модернізації та цифровізації будівельної галузі [8].

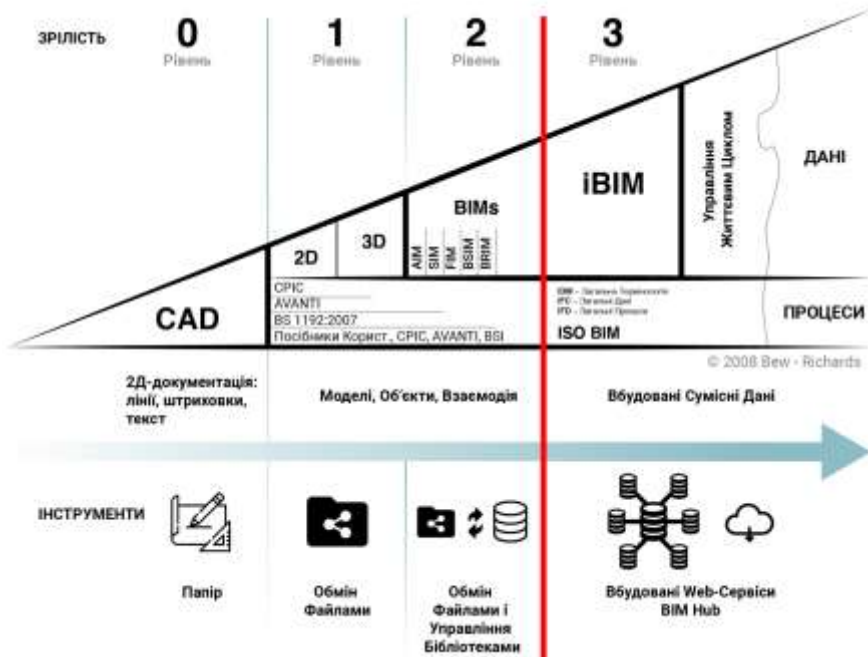


Рисунок 4.8.1 – Рівні зрілості BIM

Було визнано, що такий процес трансформації має бути поступовим, з чіткими віхами, що визначені в формі наступних «рівнів»:

- **BIM Рівень 0.** Початковий, нульовий рівень визначається переважно двовимірним (CAD) проєктуванням, відсутністю повноцінних колаборативних зв'язків між учасниками проєкту. Зберігання та передача інформації здійснюється окремо в паперовому та/або в електронному форматі (PDF, DWF, DWG).
- **BIM Рівень 1.** Перший рівень передбачає налагоджене управління цифровою впорядкованою будівельною інформацією, включаючи ту, що згенерована 2D або 3D CAD системами в рамках спільного середовища даних (CDE). Відзначається гармонізованим впровадженням міжнародних стандартів та протоколів у процесах зберігання та передачі даних, їхнього найменування та організації.
- **BIM Рівень 2.** Другий рівень охоплює процеси створення та управління скоординованими між собою структурованими інформаційними моделями, які одночасно складаються з об'єктно-орієнтованих тривимірних геометричних та атрибутивних даних, що створюються різними учасниками протягом життєвого циклу об'єкта в рамках спільного середовища даних.
- **BIM Рівень 3.** Третій рівень наразі ще не визначено офіційно, але він має передбачати повну інтеграцію, інтероперабельність та взаємодію даних, моделей, процесів з метою управління життєвим циклом проєкту. Тобто, всі учасники мають прямо або опосередковано працювати в спільній моделі, яка зберігається в централізованому сховищі, використовуючи відкриті формати для взаємодії між дисциплінами та учасниками, маючи змогу вільно інтегруватися не тільки з моделями, але й з різними структурами даних.

BIM Виміри. Від англ., «**Dimension**» – «Вимір», «Розмірність» – це узагальнене поняття «способу», в якому конкретні види даних (наприклад, час, кошти і т.п.) пов'язані з інформаційною моделлю. Перші дві розмірності – 2D і 3D – переважно використовуються для побудови дво- або тривимірної геометрії об'єкта. Приєднання додаткових «вимірів» даних дозволяє повніше розуміти будівельний проєкт – як і коли він має бути реалізований, скільки він буде коштувати, і як він повинен експлуатуватись і т.д. Існує декілька видів таких розмірностей [9]:

- **4D (планування).** 4D BIM приєднує додаткову інформаційну розмірність до інформаційної моделі проєкту у вигляді планувальних даних, що може бути використана для отримання точної інформації про план будівництва та візуалізації, технологічних робіт, логістику, симуляції будівельних процесів і т.п., і яка відображає послідовність та логіку реалізації проєкту.

- **5D (вартість).** В основі 5D BIM лежить можливість екстракції точної інформації про прямі і додаткові витрати для кожного компоненту/системи будівлі з урахуванням інших типів пов'язаних витрат. Екстраполяція кількості даного компонента/системи в рамках проекту із застосуванням витратних значень до цих кількісних показників тим самим дозволяє планувати і контролювати загальні фінансові, трудові та інші витрати під час реалізації проекту.
- **6D (експлуатація).** 6D BIM передбачає включення інформації про виробника компонентів, дату їхнього монтування, необхідне технічне обслуговування та інформацію про те, як елементи повинні бути налаштовані і експлуатуватися для оптимальної роботи, енергоефективності, а також дані про термін служби та виведення з експлуатації.
- **nD.** Існує ще декілька видів вимірів, що з'являються в процесі, для яких чітка прив'язка до певної розмірності та загальна формалізація ще не визначені, наприклад такі як «Сталість» (Sustainability), «Енергоефективність» (Energy Efficiency), «Безпека» (Safety) та інші.

Рівень (необхідної) інформації. З англ., Level of Information (need), **LOI(n)** – рамки, що визначають ступінь і деталізацію інформації [3]. Наразі охоплює поняття ступеня геометричної деталізації об'єкту та рівня інформаційного наповнення.

Формат IFC. Від англ., Industry Foundation Classes, **IFC** – «базові галузеві класи» – модель даних, що призначена для опису архітектурних, конструктивних та будівельних даних об'єктів [10]. Це універсальний об'єктно-орієнтований формат даних з відкритою специфікацією, що не контролюється жодною компанією або групою компаній. Формат був розроблений і підтримується buildingSMART для спрощення взаємодії в будівельній галузі в рамках BIM-проектів. Для передачі інформації найчастіше використовуються специфікації IFC2x3 (рідше ifcXML2x3) та IFC4.

Нативний формат. Від англ., **native**, – «рідний», власний (пропріетарний) формат файлів певного програмного забезпечення, для збереження і передачі даних з урахуванням його внутрішньої специфіки і функціоналу.

Відкритий BIM. Від англ., **«Open BIM»** – «Відкритий BIM» – це підхід до обміну даних на основі відкритих стандартів та робочих процесів. Open BIM є ініціативою buildingSMART і декількох провідних виробників програмного забезпечення з використанням відкритої моделі даних buildingSMART [10]. На сьогоднішній день існує декілька відкритих форматів, що розробляються buildingSmart (у тому числі і IFC, BCF, COBie та ін.), які дозволяють передавати дані між різними інструментами та платформами.

Спільне Середовище Даних. З англ., Common Data Environment, **CDE** – узгоджене джерело інформації для будь-якого проєкту або об'єкту для збору, управління та поширення кожного інформаційного контейнера (даних) за допомогою керованого процесу [3].

Термін CDE може одночасно розглядатись і як набір певних стандартів та протоколів, що регламентують способи організації, зберігання та найменування різних інформаційних контейнерів (даних), описують процеси їхнього обміну та циркуляції, а також і як певні програмні рішення, що забезпечують технічну реалізацію таких процесів.

Стандартні Методи та Процедури. З англ., Standard Methods and Procedures, **SMP** – узагальнене поняття сукупності методів та процедур, які визначають правила управління інформацією в рамках спільного середовища даних (CDE), що задіяна в межах проєкту. Наприклад, прийняті правила найменування, обміну та коди стану [5]. Використання основних SMP є фундаментальним блоком для повноцінного впровадження BIM.

Інтегрована (спільна) Реалізація проєкту. З англ., Integrated Project Delivery, **IPD** – це контрактний підхід, що об'єднує людей, системи, бізнес-структури та практики в процес, який спільно використовує таланти та обізнаність всіх учасників для оптимізації результатів проєкту, збільшення цінності для власника, зменшення збитків та максимізації ефективності на всіх етапах інвестування, проєктування, будівництва та експлуатації. Така співпраця, в свою чергу, ґрунтується на довірі та повній прозорості всіх процесів, що характеризується встановленням та підтримкою спільних цілей проєкту та взяттям спільної відповідальності за інвестиційний результат протягом усього життєвого циклу об'єкта. Принципи IPD можуть бути застосовані до різних контрактних угод і можуть включати учасників, які виходять за рамки звичної тріади – з власника, архітектора та підрядника.

4.8.2. Що таке BIM?

BIM – це цифрова форма будівництва та операції з активами [11]. Він об'єднує технології, вдосконалення процесу та цифрову інформацію, щоб радикально покращити клієнтські та проєктні результати та операції з активами. BIM є стратегічним інструментом для вдосконалення процесу прийняття рішень як для будівель, так і для об'єктів державної інфраструктури протягом всього життєвого циклу. Це стосується нових будівельних проєктів; і головне, BIM підтримує оновлення, ремонт та обслуговування вбудованого середовища найбільшу частку сектора.

BIM не є новим, але це глобальна тенденція, яка зростає. Міжнародні звіти прогнозують, що більш широке застосування BIM дозволить розблокувати 15-25% економії на світовому ринку

інфраструктури до 2025 року. Саме технологічні зміни, найімовірніше, надають найбільший вплив на будівельний сектор.

Концептуальні засади BIM були окреслені ще в 60-их роках, майже з перших днів застосування електронного обчислення [12, 13]. Проте на певних етапах йому передувало використання CAD-систем (що в більшості були логічним продовженням традиційного методу креслення). Це пояснюється тим, що інформаційне моделювання мало пройти певний шлях розвитку, спираючись на наявні технології в комп'ютерній та інформаційній сфері, нові концепції та підходи у галузі проектування та будівництва, щоб досягти свого сучасного рівня та можливостей.

Принципова відмінність між BIM та звичайним 2D/3D CAD:

- **З точки зору моделі**, CAD – це файли, де елементом інформації є непов'язані графічні дані, як незалежні 2D/3D види – плани, розрізи, фасади тощо, які складаються з графічних об'єктів, таких як лінії, дуги, кола, штрихування, та їхніх властивостей – товщини, тип, колір тощо; BIMs – файли, носієм інформації в яких є взаємопов'язані та структуровані елементи або системи, з яких складаються об'єкти будівництва, як простори (зони), стіни, балки, колони тощо, які містять всі необхідні геометричні, фізичні та інші атрибутивні дані в рамках життєвого циклу об'єкта.
- **З точки зору процесу**, CAD – цифрове відтворення традиційного процесу виготовлення креслень в ході виконання проєктного завдання, при якому внесення змін до графічного виду вимагає послідовної перевірки та оновлення всіх інших, тобто це ненадійний, схильний до помилок процес, одна з найбільш вагомих причин неякісної документації; BIM – процес створення цифрового представлення будівлі на основі об'єктно-орієнтованого підходу, комплексної інформаційної моделі, що концентрує та зберігає всі необхідні дані, які використовуються на всіх етапах життєвого циклу як надійна основа для прийняття рішень.

Застосування BIM безпосередньо чи опосередковано впливає на всі залучені сторони у галузі капітального будівництва [14]. BIM – це принципово інший спосіб створення, використання та обміну даними життєвого циклу об'єкту. Терміни «інформаційна модель будівлі» («BIMs») та «інформаційне моделювання будівництва» («BIM») часто використовуються як взаємозамінні та взаємопов'язані, що відображає суттєве збільшення значення та використання терміну для задоволення зростаючих потреб галузі. Тому поняття «BIM» є набагато більш комплексним, ніж простий переклад або розшифровка абревіатури, і може бути розкрито на основі трьох ключових концепцій:

- **Як процес взаємодії**. Спільний та інтерактивний процес між усіма залученими сторонами, що підтримується різними інструментами,

технологіями і програмним забезпеченням, з використанням певних підходів та методологій, які передбачають створення і управління цифровими представленнями геометричних, фізичних, функціональних та інших характеристик на всіх стадіях життєвого циклу об'єктів.

- **Як продукт.** Результат BIM-процесу, кінцевим продуктом якого має бути цілісна інформаційна система, що представлена інформаційною моделлю/моделями (BIMs) з необхідною інформацією про об'єкт і може використовуватись усіма залученими сторонами.
- **Як управління життєвим циклом.** Наявність інформаційних моделей з необхідними та актуалізованими даними на кожному з етапів надає можливість використовувати їх як аналітичну базу, оперувати життєвим циклом об'єкта від початку проєктування та до завершення експлуатації, застосовуючи моделі у підготовці і прийнятті ефективних фінансових, проєктних, будівельних, експлуатаційних та технічних рішень.

Слід зауважити, що можливості інформаційного моделювання також залежать від наявних IT-технологій, програмного забезпечення та фізичних характеристик мереж і апаратного обладнання.

4.8.3. BIM в контексті життєвого циклу об'єктів

Ефективна трансформація будівельної галузі передбачає використання інформаційного моделювання на всіх етапах життєвого циклу об'єкта [15]. Хоча трансформація в цілому передбачає більш глобальний процес цифровізації, принципи та технології BIM розглядаються як один з ключових механізмів її реалізації, оскільки застосування BIM дозволяє побудувати **системний** підхід до створення, обміну та передачі, аналізу і використання інформації.

Протягом життєвого циклу об'єкта генерується значний обсяг даних, які мають бути надійною основою для прийняття рішень і передаватись для обробки та використання на наступному етапі. Одна з найперших задач, яку дозволяє вирішити застосування BIM – мінімізація «втрати» даних при переході між етапами, забезпечення їхньої безперервності на відміну від традиційних методів, де шлях інформації «уривався» наприкінці кожного етапу у вигляді паперових креслень (рисунок 4.8.2).

Це зумовлюється використанням інформаційної моделі як своєрідної бази в рамках CDE, що централізовано концентрує та зберігає всі необхідні дані, керуючись прийнятими стандартами та процедурами протягом всього життєвого циклу.

Очевидно, що найбільшого ефекту із застосування BIM можна досягти за умови його впровадження і повноцінного застосування на кожному етапі життєвого циклу об'єкта, починаючи з якомога раннього етапу життєвого циклу об'єкта і безперервно до самого його кінця.

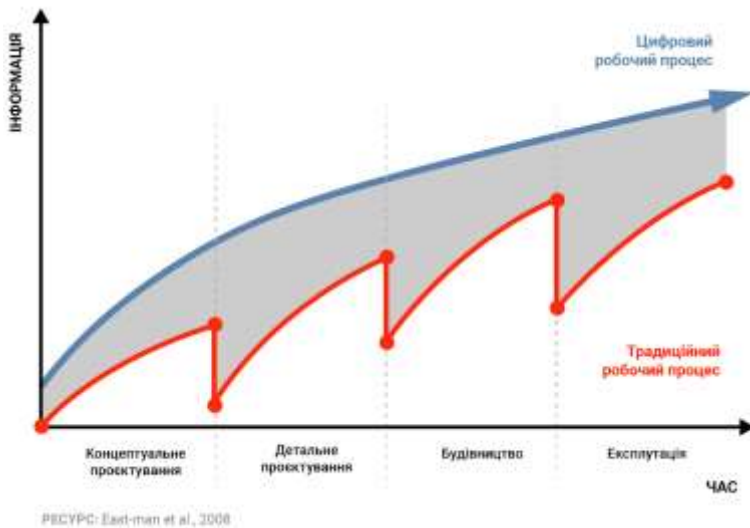


Рисунок 4.8.2 – Проблематика втрати даних між етапами життєвого циклу об'єкта

На **етапі концепції** однією з основних задач створення інформаційної моделі є врахування містобудівних умов, головного обладнання, систем енергозабезпечення, переліку будівель та споруд та їхніх основних конструктивних властивостей, місць приєднання до інженерних мереж та комунікацій, необхідних для реалізації задач проекту. Проте, крім вирішення традиційних задач на цьому етапі, використання BIM дозволяє дослідити цілий ряд можливостей майбутньої будівлі не тільки на основі її тривимірного вираження, але виконати попередню аналітичну перевірку її основних показників ефективності для досягнення оптимального результату – будь то енергоефективність, порівняння проектних варіантів, вплив на оточуюче середовище, прогнозування та управління вартістю об'єкта тощо. А наявність бази даних, отриманих з попередніх проектів дозволяє суттєво вдосконалити аналітичний процес, систему прийняття рішень на ранніх етапах, отримати замовнику або експлуататору більш повне уявлення про майбутній проект та його властивості. Таким чином, використання BIM на цьому етапі дозволяє створити оптимальну структуру проекту та забезпечити базу для оптимізації організаційних рішень в його реалізації.

На **етапі проектування** для розробки основних моделей необхідних дисциплін та спеціальних розділів проекту використовуються моделі концептуальної стадії разом з усією інформацією (як у форматі 3D, так і інших форматах), зібраною для проекту на попередньому етапі. Саме на

цій стадії BIM має можливість максимального впливу на проєкт, оскільки від прийнятих проєктних рішень, що розробляються та деталізуються, залежить цілий ряд кінцевих показників об'єкта, у тому числі й вартісних. Це досягається шляхом залучення до командної роботи усіх спеціалістів, які беруть участь в проєкті, для взаємодії та координації в процесі розробки, використовуючи зведені інформаційні моделі будівлі. Така стратегія дозволяє зробити кілька проєктних ітерацій, в рамках яких знайти і виявити міждисциплінарні колізії, проєктні помилки, як візуально, так і автоматично за допомогою програмних засобів, оптимізувати архітектурні, конструктивні та інженерні рішення, враховуючи ключові показники проєкту, які визначені ще на етапі концепції. Власне, ці моделі також використовуються для створення всієї необхідної проєктної документації.

На **тендерному етапі** ключовою задачею є організація та систематизація (класифікація) контенту створеної моделі за видами матеріалів, робіт та послуг, оцінка вартості, тривалості та послідовності будівництва, а також визначення ключових показників якості проєкту, стратегії реалізації, вибір підрядних організацій, та/або постачальників, та проведення торгів. Використання BIM на цьому етапі дозволяє оптимізувати вибір підрядної організації, зробити первинну оптимізацію інженерних рішень, а також зробити більш реалістичний прогноз щодо графіка і вартості реалізації проєкту.

Використання BIM суттєво впливає на **етап будівництва**. Спеціальна інформаційна модель об'єкта включає в себе сукупність тривимірної, графічної, текстової та календарної інформації (4D BIM) про процес організації і виконання будівельних робіт (у тому числі і тимчасових, логістичних та ін.), фінансування будівництва та витрати (5D BIM), а також візуалізацію процесу зведення об'єкта. Така модель може бути синхронізована з планом виконання робіт, що дозволяє контролювати фактичний стан об'єктів, відстежувати і аналізувати можливі відхилення, фіксувати ресурсні та бюджетні витрати, отримувати аналітичні дані щодо потреб у матеріалах, завантаження будівельної техніки, робочої сили або надходження необхідної продукції на будівельний об'єкт, а також отримувати іншу оперативну інформацію в режимі реального часу.

По завершенню будівництва модель об'єкта має бути актуалізована на підставі виконавчої зйомки/документації із урахуванням усіх змін та відхилень для відтворення реалістичної цифрової копії об'єкта «як він є» (as built) і використання на наступному етапі.

На **етапі експлуатації** передбачається, що отримана інформаційна модель (6D BIM) містить всі необхідні дані для ефективного управління та використання будівлі. Ці дані можуть включати в себе інформацію про виробника певного обладнання/системи, дату встановлення, необхідне технічне обслуговування та деталі про те, як вони повинні бути

налаштовані і експлуатуватися для оптимальної роботи, енергоефективності, а також дані про термін служби та виведення з експлуатації. Використання форматів COBie для таких задач може мати чисельні переваги та спростити інформаційний обмін. Цифрове та централізоване представлення таких даних, поєднаних з тривимірною моделлю, суттєво полегшує процес оперування будівлею, дозволяє легко отримувати необхідну інформацію для подальшого аналізу і моніторингу функціонування об'єкта, прийняття рішень, планування тощо. Слід зауважити, що насичення такими даними має важливе значення ще на етапах **концепції та проєктування**, оскільки дозволяє прийняти найбільш оптимальне та ефективне рішення, враховуючи довгострокову перспективу експлуатації будівлі (рисунок 4.8.3).

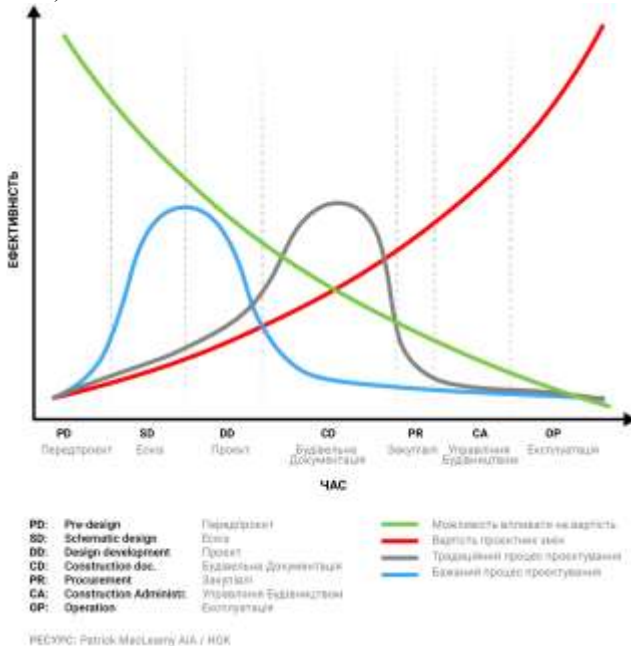


Рисунок 4.8.3 – Технології ВІМ в рамках життєвого циклу об'єкта будівництва

Важливою частиною для всіх етапів є збір операційних даних протягом експлуатації за допомогою датчиків, моніторингових систем,

звітів та інших джерел надходження інформації. Ці дані мають постійно оброблятися та аналізуватися з метою їхнього подальшого використання для оптимізації та покращення ключових показників об'єкта. В цьому плані залучення сучасних технологій IoT (Internet of Things, інтернет речей) може значно допомогти у зборі та наступному аналізі необхідних даних. Зрештою, інформаційна модель може бути використана для процесів **демонтажу** або подальшої **реновації**, санації або реконструкції об'єкта.

Будівництво є одним з найбільших, але неефективних споживачів сировини та іншої супутньої продукції, а також створює значний обсяг будівельних відходів з низьким рівнем повторної переробки. Однією з цілей ЄС згідно з Waste Framework Directive є досягнення 70 % повторного використання, переробки або відновлення будівельних відходів під час зведення або демонтажу об'єктів. Застосування BIM надає можливість оптимізувати використання ресурсів – наприклад, наявність BIM-моделей існуючих будівель дозволить більш точно проаналізувати та сумістити з потребами нового об'єкта доступні об'єми матеріалів, придатних до повторного використання, що можуть бути отримані при утилізації, щоб виробити найбільш ефективний підхід до демонтажу, логістики тощо (рисуюнок 4.8.4).



Рисуюнок 4.8.4 – Еволюція сучасних процесів життєвого циклу

4.8.4. Зміна акцентів та перерозподіл зусиль

Будівельна галузь, разом із суміжними, має тенденцію до переходу з виробництва креслень до генерації та управління інформацією як інтелектуальним, аналітичним активом, що суттєво змінює сам підхід до всіх процесів і зміщує акцент з їхнього лінійного покрокового поступу на більш інтерактивний та колаборативний процес. Варто зазначити, що це не завжди призводить до значного прискорення, радше до перерозподілу пріоритетів – зменшується частка зусиль, що витрачаються на рутинні операції, в той час як вивільнені ресурси можуть бути направлені на більш інтелектуальну та технологічну діяльність, зосереджуючись на якості проєктних рішень, інформаційних моделей, аналітичних вишукувань, управлінні тощо (рисунок 4.8.5).

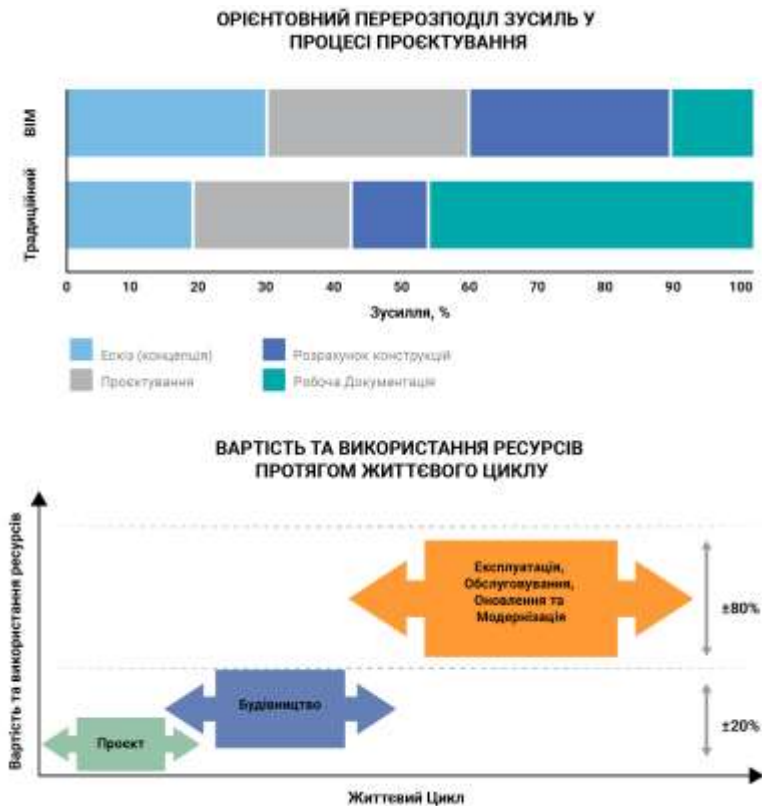


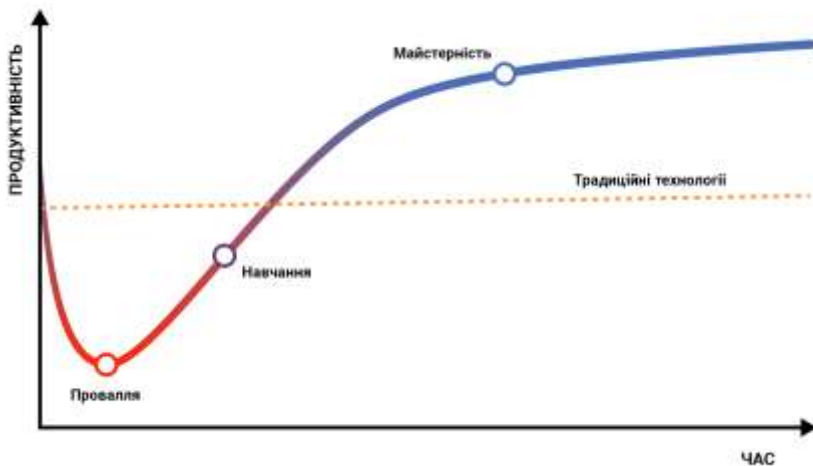
Рисунок 4.8.5 – Зміна акцентів та перерозподіл зусиль

Будівельна галузь традиційно була більш зосереджена на проєктних та, особливо, будівельних витратах, не приділяючи достатньо уваги іншим

етапам. Використання BIM дозволяє переосмислити такий підхід, розширюючи вартісний аналіз з будівництва до усього життєвого циклу об'єкта. Це дозволяє інакше оцінити пропорційність та значення витрат на всіх етапах інвестиційно-будівельного процесу.

Для такого переходу на якісно новий рівень передбачається, що зміни в рамках впровадження BIM повинні охопити всі ключові сфери діяльності організацій на всіх етапах життєвого циклу об'єкта.

Сучасні технології на початку можуть стикатися з опором, оскільки працівники часто віддають перевагу традиційним та зрозумілим методам. Щоб повністю адаптуватися до будь-якої нової технології та ефективно її використовувати, можна використати криву навчання для кожного спеціаліста, групи чи організації протягом певного періоду, дозволяючи паралельне використання традиційних методів у певному обсягу до того моменту, коли надбані знання та навички дозволять досягти щонайменше такого ж рівня продуктивності, що і традиційний метод (рисунк 4.8.6).



Рисунк 4.8.6 – Ефективність застосування BIM залежно від часу та вмінь

Також важливо зазначити, що BIM слід розглядати більше як певний інструмент (або ширше – методологію, підхід), який хоч і відкриває нові можливості, але не є кінцевою самоціллю.

Інформаційне моделювання і його похідні мають використовуватись для цілого комплексу задач, у тому числі для аналітичних, організаційних, управлінських та стратегічних, і мати не меншу вагу як, наприклад, планування, прогнозування, управління ризиками, контроль якості тощо.

4.8.5. Підготовка та організація процесу інформаційного моделювання

Використання BIM-технологій і пов'язаних з ними процесів призводять до змін контрактних зобов'язань між замовниками та підрядниками, оскільки змінюється сама схема взаємодії між всіма ключовими учасниками (stakeholders) інвестиційно-будівельного процесу. Це має певні складнощі, пов'язані з новизною такого підходу, але у підсумку використання нової схеми значно підвищує якість їхньої взаємодії, довіри та узгодженість інтересів. Часто такий контрактний підхід описується як **IPD** (Інтегрована/спільна Реалізація проєкту).

Коротко ключові характеристики IPD можна описати у такий спосіб:

- **Взаємовигода:** IPD-контракти передбачають визначення вартості як основного економічного критерію для інвестицій. Така вартість розраховується заробляється на етапі концептуалізації, розраховується за показниками, порівнюється з ринковими цінами та можливостями інвесторів, а потім контролюється протягом усього процесу впровадження задля процедурної та фінансової прозорості.
- **Раннє визначення цілей:** цілі проєкту розробляються та узгоджуються всіма учасниками на початку інвестиційно-будівельного процесу, що дозволяє на наступних етапах досягти оптимального внеску кожної зі сторін у проєкт для покращення економічності інтегрованої інвестиційної процедури. Важливе значення має раннє формулювання Інформаційних Вимог (EIR) замовником.
- **Раннє залучення основних учасників:** у рамках IPD-проєкта всі ключові учасники залучаються до всіх процесів від початку. Оскільки в перші умовні 10 % робочого часу над проєктом приймається близько 70 % рішень, що впливають на економіку інвестицій, вплив суми знань та досвіду, компетенцій та можливостей всіх сторін на цій початковій фазі є вирішальним.
- **Чітко визначені стандарти, постійна та відкрита комунікація:** IPD передбачає чітку, регулярну, прозору комунікацію між всіма ключовими учасниками проєкту, з постійним та вільним доступом. Підходи та методологія роботи мають спиратись на попередньо узгоджені стандарти (у тому числі і BIM), мати єдине інформаційне поле (CDE).
- **Використання відповідних технологій:** проєкти базуються на відкритих, доступних технологіях та форматах роботи, які окреслюють у Виконавчих планах BIM (BEP) проєкту.

Таким чином, IPD-підхід може бути своєрідним драйвером та помічником у застосуванні BIM, оскільки змінює «правила гри» в рамках інвестиційно-будівельної діяльності на більш узгоджені, відкриті. Такий

підхід позитивно позначається на мотивації, людському факторі, взаємодії та злагодженості всіх учасників процесу, що є важливим у впровадженні BIM.

4.8.5.1. Обмін нейтральними даними

Дані можуть обмінюватися у нейтральних платформах, відкритих форматах платформи, які не контролюються одним постачальником або групою постачальників. Одним з найпоширеніших форматів співпраці при побудові інформаційного моделювання (BIM) є IFC (Industry Foundation Class). Специфікація моделі IFC відкрита і доступна. Він зареєстрований ISO і є офіційним міжнародним стандартом [16].

Нейтральні формати обміну даними, які не стосуються виробників, підвищують сумісність і полегшують обмін даними через ланцюг постачань з замовником, які були розроблені з різними програмними пакетами.

Відкриті стандарти мають вирішальне значення також для архівування даних проєкту. Моделі, креслення та документи можуть бути нечитабельними протягом декількох років, якщо вони не зберігаються у відкритих форматах, таких як похідні XML.

4.8.5.2. Об'єктно-орієнтована організація інформації

"Об'єктно-орієнтований" підхід описує характеристики або властивості речей. У об'єктно-орієнтованому підході об'єкт є центральним, тим самим виступаючи як контейнер характеристик або властивостей. Властивості мають значення, необов'язково виражені в одиницях. Набір властивостей, пов'язаних з об'єктом, забезпечує формальне визначення об'єкта, а також його типову поведінку. Роль, яку об'єкт покликаний грати, може бути визначена через модель. Об'єкти можуть бути пов'язані з формальними системами класифікації через надання посилань [17].

У цьому контексті важливо підкреслити, що предметами можуть бути будівельні вироби, такі як ручки дверей, вікна або деталі, які можна замовити або придбати у постачальників. Але вони також можуть бути "віртуальними" об'єктами, такими як вирівнювання, простір, коридор або межа. Об'єктно-орієнтований підхід забезпечує можливість визначення контексту, в якому використовується об'єкт. Це дозволяє класифікаційним системам, інформаційним моделям, об'єктним моделям, семантичним моделям і моделям процесів посилалися на загальні структури.

4.8.5.3. Спільна робота на базі контейнерів

Термін «спільна робота на базі контейнерів» був прийнятий з проєкту міжнародного стандарту ISO/DIS 19650-1:2018 [3]. «Контейнер» може бути 3D-моделлю, кресленням, документом, таблицею або графіком

– також його часто називають «файлом». Бази даних, що містить кілька таблиць структурованих даних, також є контейнерами. Ми можемо класифікувати їх як контейнери для документів, контейнери з графічною інформацією, а також контейнери з не графічною інформацією.

Спільна робота на базі контейнерів в основному означає дві речі:

- принцип, згідно з яким автор тексту або інформації, наприклад моделі чи креслення, несе відповідальність за зміст і якість, як і раніше;
- правила, що стосуються процесів управління інформацією, визначені таким чином, щоб можна було обмінюватися даними та інформацією безпечним та ефективним способом.

Спільна робота на базі контейнерів – це часткова дорога на шляху зрілості від паперових креслень та документації до роботи на сервері, де дані зберігаються в централізованих базах даних, а кілька сторін працюють одночасно над однією моделлю.

Впровадження концепції контейнерного або «файлоорієнтовного» як першого кроку вносить достатньо змін, щоб мати вплив і є досить близьким до поточної практики, яка повинна бути реалізована, не вимагаючи кардинальної зміни в правовій та договірній структурах. Це також розроблено, щоб бути реалістичним для малого та середнього бізнесу.

4.8.5.4. Середовище спільних даних

Середовище спільних даних (CDE) – це система управління даними та інформацією. CDE – це не просто "база даних" на веб- або хмарній основі. Вона містить необхідні процеси та правила, щоб переконатися, що люди працюють або використовують поточну версію файлу чи моделі та повідомляють їм, для чого вони можуть використовуватися. Ці процеси були чітко визначені та керовані в паперовій системі подачі документів, але із прийняттям нових електронних технологій та масовим збільшенням даних, що створюються під час типових будівельних проєктів, потреба в якісному управлінні була випущена з уваги і старі системи не було замінено.

Принципи CDE добре визначені та описані. Вони отримані із добре опрацьованої методології управління проєктами та також внесені поправки з метою задоволення конкретних потреб будівельних проєктів. У багатьох електронних системах управління даними впроваджено стандартний робочий механізм, що дозволяє ефективно налаштувати та адмініструвати процес.

Співпраця між учасниками будівельних проєктів та управління активами має вирішальне значення для ефективної реалізації та експлуатації об'єктів.

Організації все активніше працюють у нових середовищах для досягнення вищих стандартів якості та більшого використання наявних знань та досвіду. Основним компонентом цих середовищ є можливість ефективного спілкування, повторного використання та обміну даними без втрат, суперечностей чи неправильних тлумачень.

4.8.5.5. Ролі та обов'язки

Чіткість ролей, відповідальність, повноваження та обсяг будь-якого завдання є важливим аспектом ефективного управління інформацією. Для менших або менш складних активів або проєктів ролі управління інформацією можуть виконуватися поряд з іншими ролями – менеджером з управління, менеджером проєкту, керівником проєктної групи, головним підприємником тощо (таблиця 4.8.1). Ключовим фактором розподілу ролей, відповідальності та повноважень є доцільність та здатність організації вміти виконувати вимоги заданої ролі.

Таблиця 4.8.1 – Ролі та обов'язки

Роль	Стратегічна функція						Управлінська функція				Виробнича функція	
	Корпоративні цілі	Аналітика	BIM процеси	Стандарти	Впровадження	Навчання	План виконання проєкту	Аудит моделей	Координація моделі	Створення контенту	Моделювання	Випуск креслень
BIM-менеджер	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–
BIM-координатор	–	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	–
Розробник моделі/автор	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+

Важливість та складність діяльності та обов'язків щодо управління інформацією про проєкти та активи часто недооцінюються. Кожна людина, яка працює над будівельним проєктом, потребує та генерує величезну кількість даних та інформації. Це не обмежується моделями та кресленнями. Вона включає всі типи даних про проєкт, наприклад таблиці, електронні листи, фотографії, технічні характеристики тощо. Вибір та реалізація найбільш ефективного та відповідного технічного рішення, яке найкращим чином підтримує процеси, безпеку та інші вимоги, а також потреби людей, що мають дані, не є тривіальним завданням.

Наразі не існує єдиного міжнародного стандарту щодо ролей та обов'язків у рамках проєкту «ВІМ».

4.8.6. Програмний комплекс САПФІР як основа ВІМ-технології

Програмний комплекс САПФІР є конкурентно-спроможним вітчизняним програмним засобом, який відповідає основним вимогам технології будівельного інформаційного моделювання [18]. Використання цього програмного комплексу не обмежує проєктантів у застосуванні звичних їм програмних комплексів, таких як ArchiCAD, Revit, Allplan та ін., а доповнює їх новими унікальними можливостями оскільки ПК САПФІР має відкриту архітектуру, і надає можливість нарощування свого функціоналу професійним користувачам [19]. Не менш важливим є факт, що ПК САПФІР орієнтований на вітчизняні норми, технології та тенденції проєктування.

Інформаційна модель будівлі, яка створюється в САПФІР, полегшує виконання подальших розрахунків на міцність, оскільки містить усі дані, необхідні для цього. Під час побудови моделі в САПФІР використовуються матеріали з реальними фізико-механічними властивостями (для розрахунку на міцність), з реальними текстурами (для візуалізації), і їх можна використовувати під час розрахунків фізичних обсягів робіт під час переходу до складання кошторисів. Детальна модель дає змогу виявити всі помилки та неточності вже на ранніх стадіях проєктування.

Одним із найважливіших моментів у функціонуванні ВІМ-технологій є тісний інформаційний взаємозв'язок між архітектурною та аналітичною моделями. Архітектурна модель містить усі основні елементи, що визначають експлуатаційні якості та технологію функціонування об'єкта: призначення та розташування приміщень, стіни, колони, балки, вікна, двері, сходи тощо. Аналітична модель містить тільки конструктивні елементи: несучі стіни, колони, пілони, балки, плити перекриттів, фундаментні плити, тобто елементи, які відповідають за міцність і стійкість будівлі.

Тема 4.9. Початкові налаштування середовища та інформаційної моделі в ПК САПФІР

Мета та план заняття

Створити новий проєкт і налаштувати його властивості, зокрема параметри робочого середовища, нормативні документи за якими здійснюється проєктування конструкцій, параметри поверхів проєктованої будівлі.

Створити координаційні осі проекту, налаштувати їх параметри та нанести розміри. Побудувати колони каркасу будівлі. Налаштувати параметри колон: розміри та матеріали. Побудувати колони з капітелями. Представлення капітелей в розрахунковій схемі.

Початкові дані проектування

Задано план типового поверху (рисунок 4.9.1) і розріз (рисунок 4.9.2). Висота поверху 4 м. Кількість поверхів 5. Відмітка рівня підлоги першого поверху 0,000.

Норми розрахунку елементів – ДБН. Матеріал елементів: колони, капітелі – бетон С20/25, стіни, плити перекриттів, фундаментна плита – бетон С16/20.

Розміри перерізу колон $0,6 \times 0,8$ м. Розміри капітелі: дві сходинки, $b \times h = 0,3 \times 0,2$ м. Товщина плити перекриття – 0,2 м. Розмір потовщення плити – 0,2 м. Товщина фундаментної плити – 0,6 м. Товщина монолітних стін – 0,2 м.

Навантаження

Завантаження 1:

- навантаження від огорожувальних стін – постійне рівномірно-розподілене по лінії $g_1 = 1,6$ т/м, прикладене на плити перекриття усіх поверхів;
- навантаження від перегородок – постійне рівномірно-розподілене по лінії $g_2 = 1,6$ т/м, прикладене на плити перекриття усіх поверхів;
- навантаження від конструкції підлоги – постійне рівномірно-розподілене по площі $g_3 = 0,3$ т/м², прикладене на плити перекриття усіх поверхів;
- навантаження від конструкції покриття – постійне рівномірно-розподілене по площі $g_4 = 0,1$ т/м², прикладене на плиту покриття.

Завантаження 2:

- корисне навантаження на плити перекриття $g_5 = 0,5$ т/м²,
- навантаження-штамп на плити перекриття $g_6 = 2,0$ т/м².

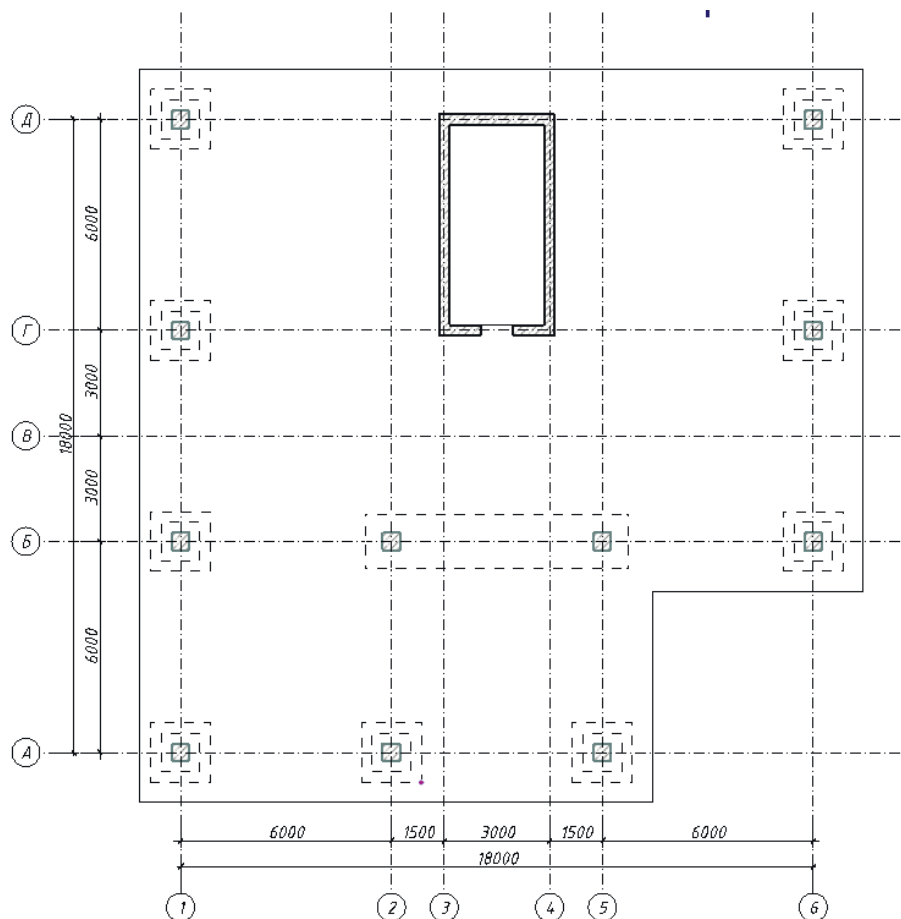


Рисунок 4.9.1 – План першого поверху

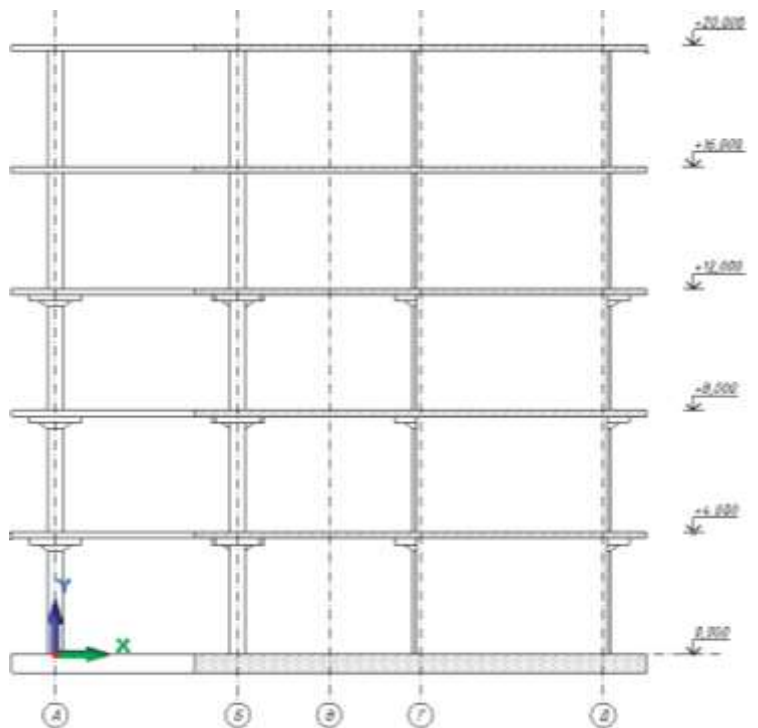


Рисунок 4.9.2 – Розріз будівлі

4.9.1. Створення нового проєкту та налаштування його властивостей

Для створення нового проєкту відкрийте меню програми і виберіть пункт **Новий** (кнопка  на панелі інструментів) [20].

Налаштування властивостей проєкту

Відкрийте діалогове вікно **Параметри**, натиснувши кнопку  – **Властивості проєкту** (панель **Проект** на вкладці **Створення**)

У цьому діалоговому вікні переконайтеся, що в якості нормативного документа обрано ДБН. Інші параметри залишити за замовчуванням (рисунок 4.9.3).

Натисніть кнопки **Застосувати** і **Вихід**.

Візуалізація робочого простору

Для налаштування візуалізації робочого простору натисніть кнопку

 – **Налаштування візуалізації** на панелі інструментів **Візуалізація** (рисунок 4.9.4).

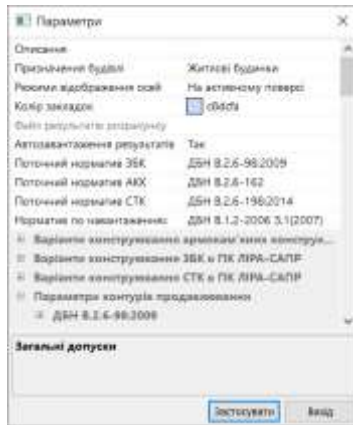


Рисунок 4.9.3 – Діалогове вікно **Параметри**

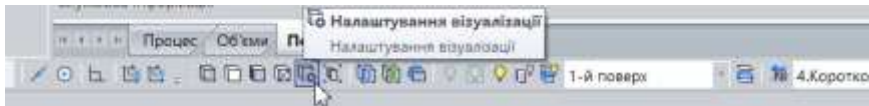


Рисунок 4.9.4 – Панель інструментів **Візуалізація**

У діалоговому вікні **Налаштування візуалізації** задайте наступні параметри (рисунок 4.9.5):

- встановіть прапорець для метричної сітки – Тільки в 1-ому квадранті;

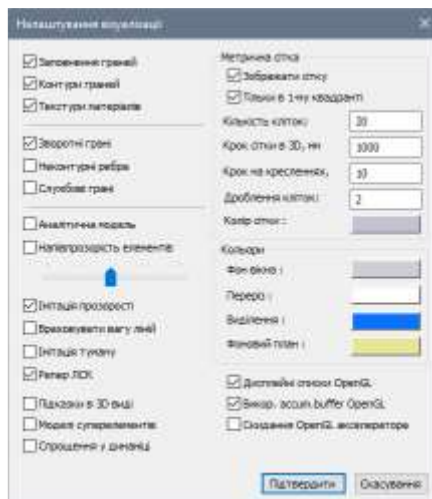


Рисунок 4.9.5 – Діалогове вікно **Налаштування візуалізації**

- задайте кількість комірок – **20**.

Після цього натисніть кнопку **Підтвердити**, щоб закрити діалогове вікно і застосувати зроблені зміни.

Задання імені проєкту

Для збереження інформації про проєкт відкрийте меню програми і

виберіть пункт **Зберегти** (кнопка  на панелі швидкого доступу).

У діалоговому вікні **Зберегти як** задайте:

- ім'я файлу – **Задача1**;
- папку, в якій буде збережено проєкт.

Натисніть кнопку **Зберегти**.

4.9.2. Коригування властивостей поверху

Будівля і поверх створюються автоматично після того, як в графічному просторі моделі побудовано перший об'єкт.

Клацніть по рядку  **1-й поверх** у вікні **Структура** в правій частині робочого простору, щоб відобразити властивості поверху в діалоговому вікні **Властивості**.

У діалоговому вікні **Властивості** задайте (рисунок 4.9.6):

- Висота поверху, мм – 4000;
- інші параметри приймаються за замовчуванням.

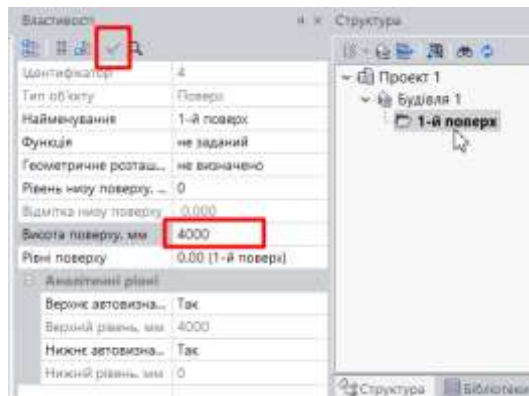


Рисунок 4.9.6 – Налаштування параметрів поверху

Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** в діалоговому вікні **Властивості** (клавіша **Enter** на клавіатурі).

4.9.3. Створення координаційних осей

Створення прямокутної сітки в осях 1-6 і А-Д

Щоб викликати діалогове вікно **Координаційні осі** (рисунок 4.9.7) виберіть команду  – **Осі...** в списку **Осі** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).

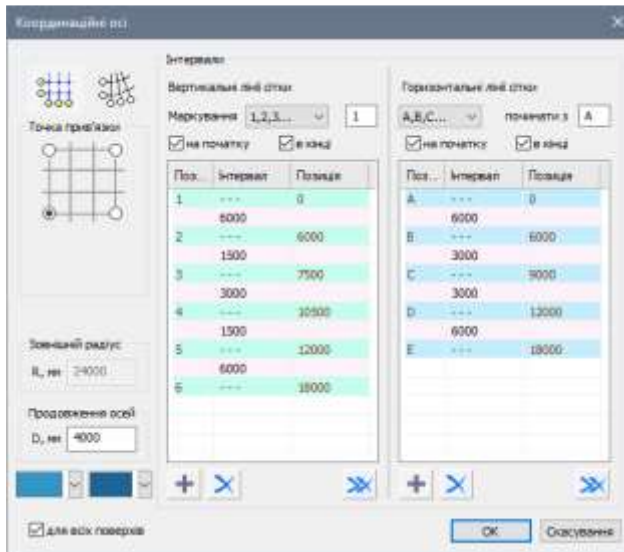


Рисунок 4.9.7 – Діалогове вікно **Координаційні осі**

У цьому діалоговому вікні задайте наступні параметри:

- виберіть тип сітки – **Прямокутна сітка осей** (за замовчуванням лівий нижній кут вказаний як точка прив'язки; координати точки прив'язки – $X = 0$ мм, $Y = 0$ мм);
- задайте продовження осей **D = 4000** мм;
- натисніть кнопку  – **Додати інтервал** в поле для вертикальних ліній сітки;
- виділіть значення в стовпці **Інтервал** і змініть його на **6000**;
- додайте таким чином ще кілька інтервалів між вертикальними лініями сітки (маркування вертикальних ліній виконується арабськими цифрами 1, 2, 3 ...) зі значеннями **1500, 3000, 1500, 6000** мм. Результуючі позиції осей обчислюються автоматично;
- виберіть для горизонтальних ліній сітки із списку маркування **A, Б, В** ...

- задайте інтервали між горизонтальними лініями сітки – **6000, 3000, 3000, 6000** мм. Результуючі позиції осей обчислюються автоматично.

Після цього натисніть кнопку **ОК** (в результаті в графічному вікні отримуємо зображення прямокутної сітки координаційних осей).

Автоматичне нанесення розмірів для сітки координаційних осей

Виділіть сітку координаційних осей за допомогою курсора (сітка забарвиться в блакитний колір).

У рядку властивостей інструменту **Оси** натисніть кнопку  – **Позначити розміри** (рисунок 4.9.8).

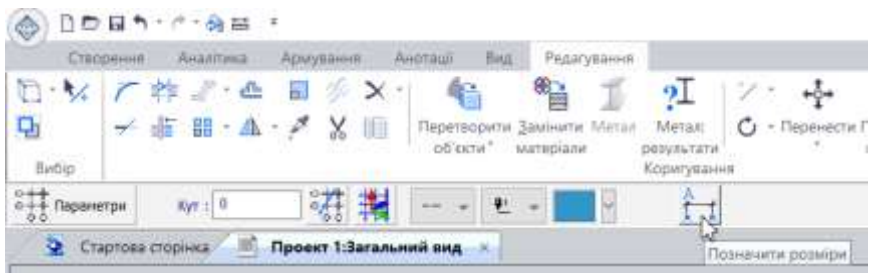


Рисунок 4.9.8 – Команда автоматичного нанесення розмірів сітки координаційних осей

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з осей.

4.9.4. Створення колон

Натисніть кнопку  – **Колона** в списку **Колона** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**). У діалоговому вікні властивостей відобразяться властивості побудови колони (рисунок 4.9.9).

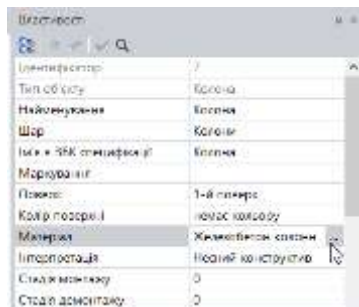


Рисунок 4.9.9 – Властивості колони

У діалоговому вікні **Властивості побудови: Колона** клацніть навпроти рядка **Матеріал**.

У діалоговому вікні **Матеріали** (рисунок 4.9.10) виберіть зі списку матеріал **Залізобетон колон**.

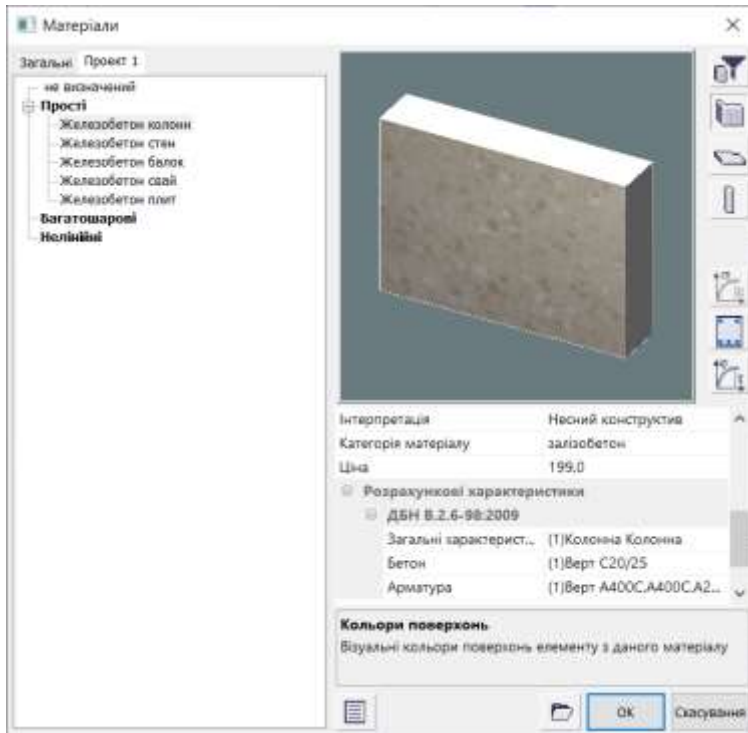


Рисунок 4.9.10 – Діалогове вікно **Матеріали**

Після цього натисніть кнопку **ОК** (після закриття списку рядок **Залізобетон колон** демонструється навпроти параметра **Матеріал** як поточний обраний матеріал).

Відкрийте діалогове вікно **Параметри перерізу** (рисунок 4.9.11), натиснувши кнопку  **Сечение** в рядку властивостей інструменту **Колона**.

У діалоговому вікні задайте наступні параметри:

- у списку типів перерізів виберіть тип **Прямокутник(S0)**;
- задайте параметр $b = 600$ мм;
- задайте параметр $h = 800$ мм.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

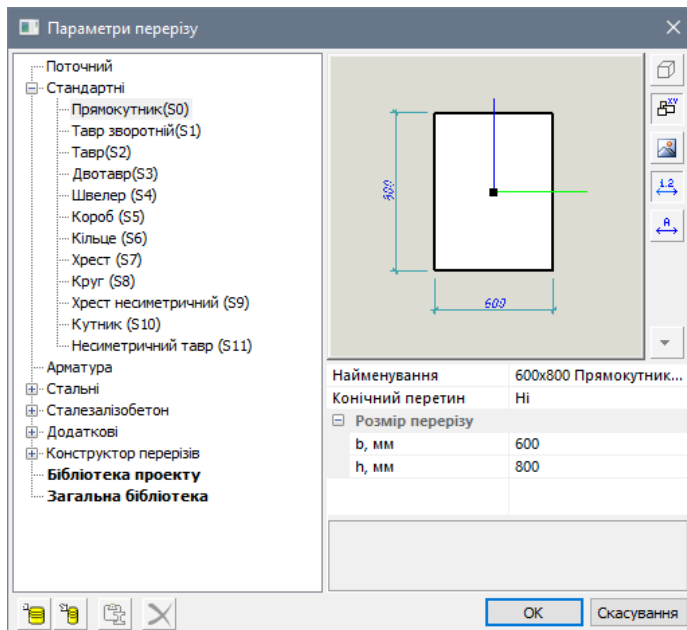


Рисунок 4.9.11 – Діалогове вікно **Параметри перерізу**

У вікні **Властивості побудови: Колона** встановить **Формувати АЖТ – Так** для автоматичної генерації АЖТ (абсолютно жорсткого тіла) в тілі плити по контуру перерізу колони (рисунок 4.9.12).

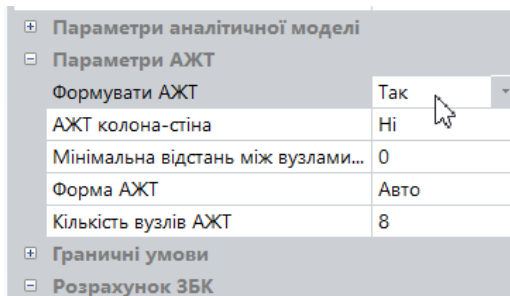


Рисунок 4.9.12 – Вікно **Властивості побудови: Колона**

Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**. Побудуйте колони на перетині осей Б-2 і Б-5 (рисунок 4.9.13).

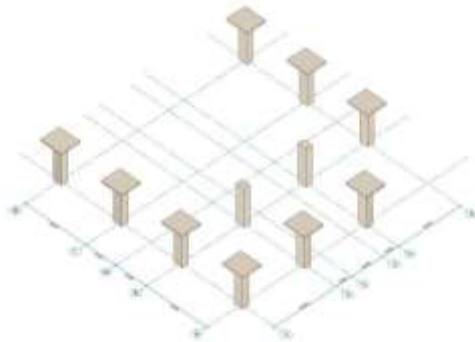


Рисунок 4.9.13 – Схема розміщення колон будівлі

Створення колон з капітелями

Відкрийте діалогове вікно **Капітель** (рисунок 4.9.14), натиснувши кнопку  **Капітель** в рядку властивостей інструменту **Колона**.

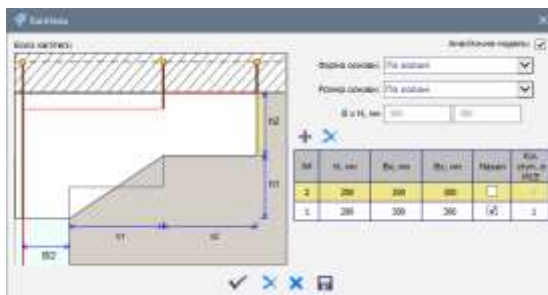


Рисунок 4.9.14 – Діалогове вікно **Капітель**

У діалоговому вікні натисніть кнопку  – **Додати ступінь**, щоб створити сходишку капітелі і введіть для неї такі дані:

- h , мм = **200**;
- b , мм = **300**;
- встановіть прапорець – **Нахил**.

Ще раз натисніть кнопку  – **Додати ступінь**, щоб створити другу сходишку капітелі і введіть для неї такі дані:

- h , мм = **200**;
- b , мм = **300**.

Встановіть прапорець **Аналітична модель** для візуалізації створеної капітелі в аналітиці.

Після цього натисніть кнопку **Застосувати**.

Розташуйте колони як показано на рисунку 4.9.13.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову колон.

Поворот схеми для вибору зручного ракурсу як перед, так і під час побудови виконується при натиснутій правій кнопці миші. Навігація в графічній області проєкту виконується, при натиснутій середній кнопці миші. Для наближення до об'єктів схеми використовується колесо прокрутки.

Тема 4.10. Побудова моделі залізобетонного каркасу багатоповерхової будівлі

Мета та план заняття

Побудувати несучі стіни будівлі – діафрагми жорсткості та настроїти їх властивості, зокрема: конструкцію, матеріали, та інтерпретацію в розрахунковій схемі. Розмістити у стінах віконні та дверні прорізи.

Виконати побудову та редагування плит перекриття. Налаштувати їх параметри, зокрема: товщину, матеріал та інтерпретацію в розрахунковій схемі. Нанести позначення. Створити отвори та потовщення. Виконати копіювання та редагування поверхів. Виконати редагування параметрів фундаментної плити. Накласти на модель будівлі зв'язки.

4.10.1. Побудова стін

Створення стін для сходової клітки

Натисніть кнопку  – **Несуча стіна** в списку **Стіна** (панель **Інструменти побудови** вкладка **Створення**).

У діалоговому вікні **Властивості побудови: Стіна** задайте наступне:

- матеріал – **Залізобетон стін**;
- формувати АЖТ – **Так**.

Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

У рядку властивостей інструменту **Стіна** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Прямокутник**;
-  – **Товщина** – 200;
- прив'язка – **по осі**;
- рівень основи – **0**;

– верхня відмітка – **0 від верху поверху.**

Виконайте побудову ядра жорсткості, послідовно вводячи пару точок 3Д – 4Г (рисунок 4.10.1).

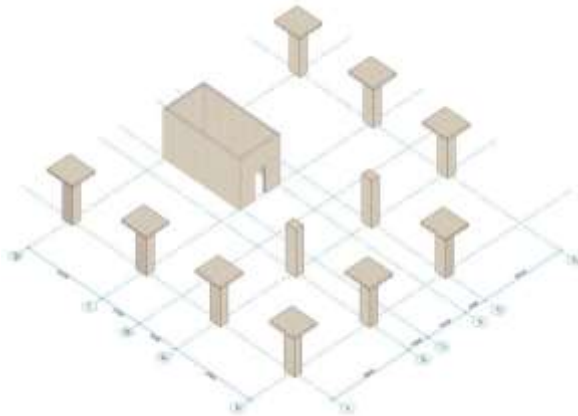


Рисунок 4.10.1 – Схема розміщення колон і монолітних стін

Побудова дверних прорізів

Натисніть кнопку  – **Двері** (панель **Інструменти побудови** вкладка **Створення**).

У рядку властивостей інструмента **Двері**, натиснувши кнопку  **Параметри** відкрийте діалогове вікно **Параметри дверей** (рисунок 4.10.2).

У діалоговому вікні виконайте наступне: розгорніть список **Прямокутні** і виберіть тип дверей – **Прямокутний проріз**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

У рядку властивостей інструмента **Двері** задайте наступне:

-  – прив’язка дверей – **по центру**;
-  – ширина дверей – **900 мм**;
-  – висота дверей – **2100 мм**.

Встановіть проріз посередині стіни (для середини стіни відображається трикутний рожевий маркер прив’язки), розташованої на осі Г (рисунок 4.10.1).

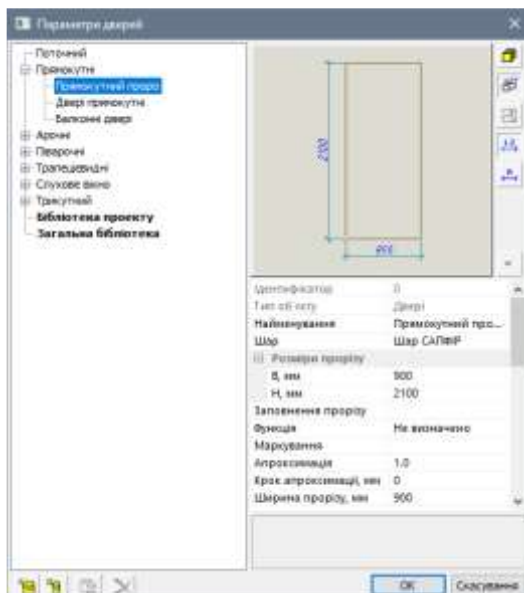


Рисунок 4.10.2 – Діалогове вікно **Параметри дверей**

Слідом за 3D локатором переміщається каркасне зображення дверного прорізу. Використовуйте 3D локатор для задання потрібної позиції. Зафіксуйте позицію прорізу клацнувши лівою кнопкою миші.

4.10.2. Створення і редагування плит перекриття

Створення плити перекриття

Натисніть кнопку  – **Плита** в списку **Плита** (панель **Інструменти побудови** вкладка **Створення**).

У діалоговому вікні **Властивості побудови: Плита** задайте матеріал – **Залізобетон плит**.

Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати**.

У рядку властивостей інструменту **Плита** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Прямокутник**;
- товщина плити  – **200**;
- рівень –  **0 від низу поверху**.

Почніть побудову послідовно вводючи 2 точки (початок і кінець діагоналі прямокутника):

- натисніть клавішу **X** на клавіатурі (активується поле введення координати **X** у вікні координат) і введіть значення **(-1170)**;
- перейдіть за допомогою стрілки вниз на клавіатурі на координату **Y** і введіть для неї значення **(-1420)**;
- завершіть введення координат клавішею **Enter** на клавіатурі (буде вказана перша точка діагоналі плити);
- наберіть на клавіатурі **19420** – число потрапить в поле редагування координати **Y** (оскільки ця координата вводилась останньою);
- перейдіть за допомогою стрілки вгору на координату **X** і введіть значення **19420**;
- натисніть клавішу **Enter** для підтвердження введення координат.

Для введення координат з клавіатури використовуються наступні гарячі клавіші:

X – активація поля для введення координати X;

Y – активація поля для введення координати Y;

Z – активація поля для введення координати Z;

L – введення значення довжини (відступу від останньої побудованої точки);

U – активація поля для введення значення кута з віссю X.

Стрілки вгору/вниз – перехід між полями редагування у вікні координат.

Перенесення позначень

Виділіть розмірний ланцюжок по X для осей (програма автоматично активує вкладку **Редагування**).

За замовчуванням, у САПФІРі активований режим автоматичного переносу. Кнопка  – **Перенести** (панель **Коригування** на вкладці **Редагування**) натиснута. Якщо кнопка **Перенести** не активна – натисніть її.

Вкажіть в якості базової точки одну з контрольних точок розмірної лінії (на початку або в кінці), натисніть ліву кнопку миші і, утримуючи її, потягніть розмірний ланцюжок. Відпустіть кнопку миші.

Клацніть в місці, де потрібно розташувати розмірну лінію.

Натисніть **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з розмірів.

Повторіть те ж саме для розмірного ланцюжка по Y.

Редагування контуру плити перекриття

Виділіть плиту перекриття (автоматично активується вкладка **Редагування**).

Натисніть кнопку  – **Вставити вершину** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**).

Поверніть модель таким чином, щоб правий кут плити виявився на передньому плані (перетин осей B і A).

Клацніть на грані плити паралельній осі X (ближчу до осі A) і утримуючи ліву кнопку миші потягніть грань на себе (контур плити почне ламатися).

Введіть з клавіатури координати точки ($X = 13420$, $Y = -1420$).

Натисніть клавішу **Enter** для підтвердження.

Між створеною вершиною 1 і правим кутом плити вставте вершину 2 з координатами ($X = 13420$, $Y = 4580$) (рисунок 4.10.3).

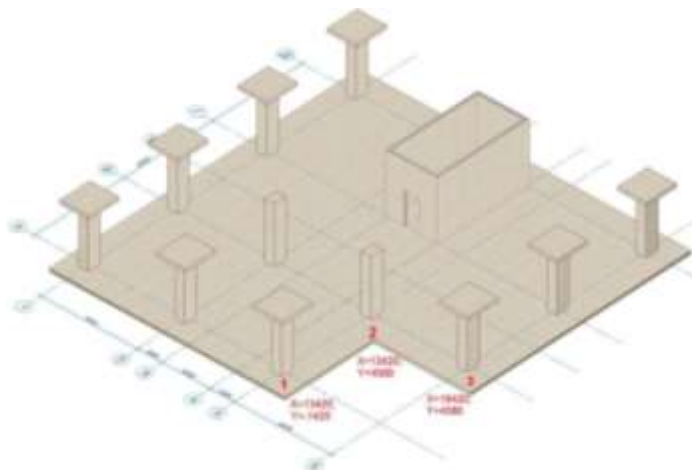


Рисунок 4.10.3 – Контур плити після корегування

Перенесіть правий кут плити в точку з координатами ($X = 19420$, $Y = 4580$).

Натисніть **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

Створення отвору в плиті перекриття

Щоб відобразити модель в проекції на горизонтальну площину XOY

натисніть кнопку  – **Вид зверху** на панелі інструментів **Проекції**.

Натисніть кнопку  – **Проріз** (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).

Виділіть плиту перекриття.

У рядку властивостей інструменту **Проріз** виберіть спосіб побудови



– Прямокутник.

Задайте прямокутний отвір для сходової клітки в ядрі жорсткості, вводячи послідовного пару точок вершин прямокутника на діагоналі (рисунок 4.10.4).

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

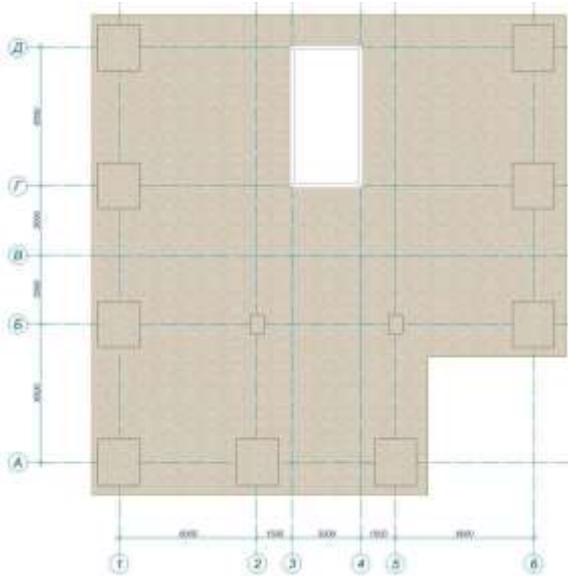


Рисунок 4.10.4 – Розташування отвору в плиті перекриття на вигляді зверху

Створення ділянки іншої товщини в плиті перекриття



Виберіть ізометричне зображення моделі, клацнувши кнопку  – **Ізометрія** на панелі **Проекції**.

Натисніть кнопку  – $\pm \Delta H$ (панель **Інструменти побудови** на вкладці **Створення**).

Виділіть плиту перекриття.

У рядку властивостей інструменту $\pm \Delta N$ задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Прямокутник**;
- глибина – **(-200)** мм;
- сторона  – **тильна**.

Введіть координати потовщення:

- перша точка – ($X = 5250$, $Y = 5250$);
- друга точка – ($X = 12750$, $Y = 6750$).

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

4.10.3. Копіювання поверхів

Відкрийте діалогове вікно **Створити новий поверх** (рисунок

4.10.5), натиснувши кнопку  – **Поверх** (панель **Проект** на вкладці **Створення**).

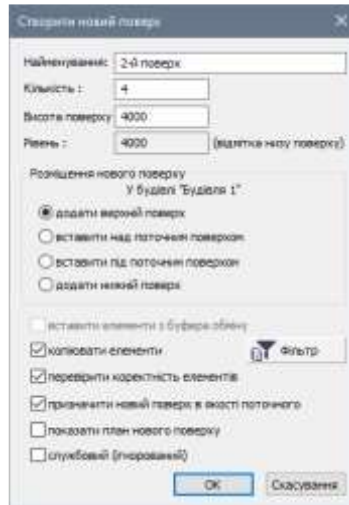


Рисунок 4.10.5 – Діалогове вікно **Створити новий поверх**

У діалоговому вікні введіть наступні дані:

- кількість – **4**;
- висота поверху – **4000** мм;
- копіювати елементи;
- натисніть кнопку  **Фільтр** і зніміть прапорці з усіх елементів, натиснувши кнопку  – **Відключити все**;
- встановіть прапорці для елементів, які будуть скопійовані: **стіна, колона, капітель, плита, двері, ніша** та натисніть кнопку **ОК**;
- після цього натисніть кнопку **ОК**.

Перед копіюванням поверхів автоматично відбудеться перевірка моделі на помилки. Якщо програма їх знайде, то виведе попередження. Помилкові елементи рекомендується виправити.



Щоб побачити зображення моделі повністю, натисніть кнопку
– **Показати все** (або двічі клацнути середньою кнопкою миші в графічній області).

Коригування 4-го і 5-го поверхів

У діалоговому вікні **Структура** (рисунок 4.10.6), клацнувши по рядку  **4-й поверх** , розгорніть список елементів 4-го поверху.

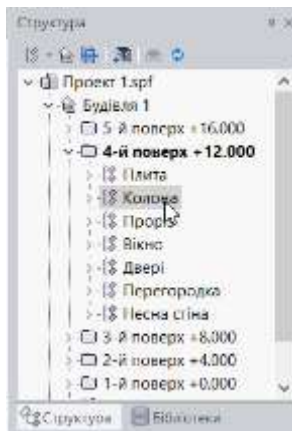


Рисунок 4.10.6 – Діалогове вікно **Структура**

Виділіть рядок **Колон** і клацніть правою кнопкою миші.

У контекстному меню виберіть команду **Виділити** для виділення усіх колон 4-го поверху.



Натисніть кнопку  – **Виділити вгору** (панель **Вибір** на вкладці **Редагування**), щоб виділити колони 5-го поверху.

У діалоговому вікні **Параметри 22 об'єктів** задайте наступне:

- клацніть навпроти рядка **Капітель**;
- у діалоговому вікні **Капітель** натисніть кнопку **Видалити**.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колон.

При натиснутій правій кнопці миші, поверніть камеру таким чином, щоб було видно потовщення в плиті підлоги 5-го поверху.

Виділіть потовщення в плиті підлоги 5-го поверху.



Натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**). Перевірте в діалоговому вікні **Структура**, щоб  **5-й поверх +16.000** був обраний в якості поточного (поточний поверх виділяється напівжирним шрифтом).

Виділіть плиту підлоги 5-го поверху.

Натисніть кнопку  – **Копіювати** (Ctrl + C) в списку **Копіювати** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**).

Натисніть кнопку  – **Вставити** (Ctrl + V) в списку **Вставити** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**), щоб вставити копію плити на поточний 5-й поверх.

Тепер в межах поверху присутні дві моделі плити в одному рівні, причому одна з них продовжує залишатися виділеною. Оскільки виділений елемент типу **Плита**, рядок властивостей інструменту відображає властивості відповідного інструменту.

У рядку властивостей інструменту **Плита** задайте рівень  – **0 від верху поверху**.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з плити.

Використовуючи колесо прокрутки, наблизьтесь до отвору сходової клітки у верхній плиті перекриття і виділіть його, клацнувши на грані отвору.

Натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**).

Щоб відобразити усю модель на екрані натисніть кнопку  – **Показати все** (або двічі клацнути середньою кнопкою миші в графічній області) на панелі **Проекції**.

Редагування фундаментної плити

У діалоговому вікні **Структура** виділіть рядок  **1-й поверх +0.000** і клацніть правою кнопкою миші.

Виберіть команду **Призначити поверх активним** з контекстного меню (або двічі клацнути по рядку  **1-й поверх +0.000**).

Наблизьтесь до плити в рівні низу першого поверху, використовуючи колесо прокрутки.

Виділіть потовщення в плиті і отвір сходової клітки, утримуючи клавішу **Shift** на клавіатурі.

Натисніть кнопку  – **Видалити** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**).

Виділіть плиту на рівні низу першого поверху. У рядку властивостей інструменту **Плита** введіть  – **Товщина 600 мм**.

У діалоговому вікні **Властивості** в блоці **Граничні умови** задайте наступне:

- $C1, \text{тс/м}^3$ – **200**;
- $C2, \text{тс/м}$ – **2000**;
- відкрийте діалогове вікно **В'язі** (рисунок 10.7), клацнувши навпроти рядка **В'язі**;
- в діалоговому вікні встановіть прапорці по **X, Y**;
- натисніть кнопку **ОК**.



Рисунок 4.10.7 – Діалогове вікно **В'язі**

Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту**.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з фундаментної плити.

Тема 4.11. Моделювання процесу зведення конструкції та формування аналітичної моделі для розрахунку

Мета та план заняття

Виконати моделювання процесу зведення конструкції з використанням системи «Монтаж». Для цього автоматично згенерувати монтажні події та вручну призначити монтажні стадії. Створити завантаження і призначити навантаження. Завантаження №1 – постійне. Завантаження №2 – тривале. Виконати коригування контуру лінійного навантаження. Виконати тиражування навантажень по поверхах. Задати навантаження від покриття.

Створити скінченно-елементну модель будівлі в системі САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ. Виконати коригування властивостей розрахункової моделі. Провести ідеалізацію моделі. Виконати триангуляцію моделі. Створити файл для експорту в ПК ЛІРА-САПР.

4.11.1. Моделювання процесу зведення конструкції (МОНТАЖ)

Автоматична генерація монтажних подій

Відкрийте діалогове вікно **Монтаж** (рисунок 4.11.1), натиснувши кнопку  – **Монтаж** (панель **Автоматичне створення** на вкладці **Створення**).

У діалоговому вікні натисніть на кнопку **Авто**.

У діалоговому вікні **Автоматична генерація подій** виберіть спосіб генерації подій **По типах елементів**, натиснувши відповідну радіо-кнопку.

Зніміть прапорець **Стадії по поверххах**.

Натисніть кнопку  – **Порядок типів елементів для генерації подій**, щоб переглянути в якому порядку будуть зводитися елементи.

Після цього натисніть кнопку **Створити** (в діалоговому вікні **Монтаж** з'явиться ланцюжок подій – послідовність зведення будівлі).

Призначення монтажних стадій вручну

Щоб змінити порядок зведення конструкції в діалоговому вікні **Монтаж** потрібно клацнути на події і, утримуючи ліву кнопку миші, перетягнути її вправо, помінявши місцем з сусідньою подією.

Встановіть прапорець **Стадія** для подій: **4, Перекриття низ (2-й поверх); 7, Перекриття низ (3-й поверх); 10, Перекриття низ (4-й поверх); 13, Перекриття низ (5-й поверх); 16, Перекриття верх (5-й поверх)** (рисунок 4.11.1).

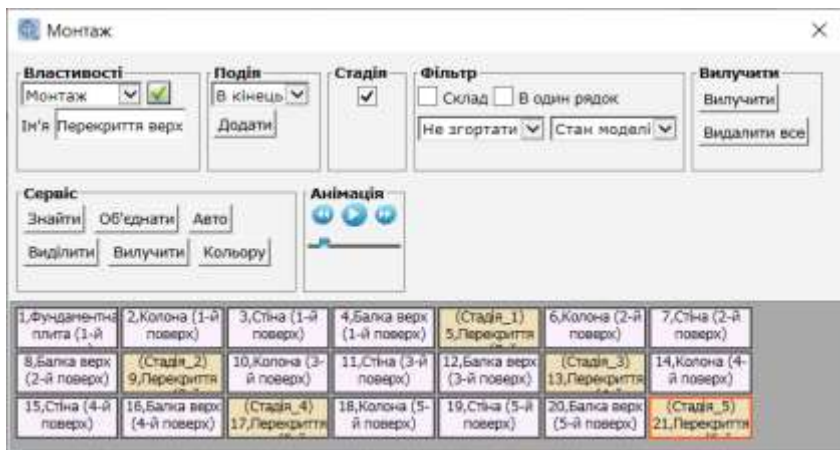


Рисунок 4.11.1 – Діалогове вікно **Монтаж**

Перегляд анімації процесу зведення конструкції

У діалоговому вікні **Монтаж** клацніть на першій події монтажу.

У полі **Фільтр** виберіть зі списку значення **Стан моделі на момент поточної події** для візуалізації об'єктів які входять до поточної події.

У полі **Анімація** пересуньте слайдер для затримки відтворення події трохи правіше.

Натисніть кнопку **Відтворити**, щоб відтворити в анімації події та стадії (рисунок 4.11.2, 4.11.3).

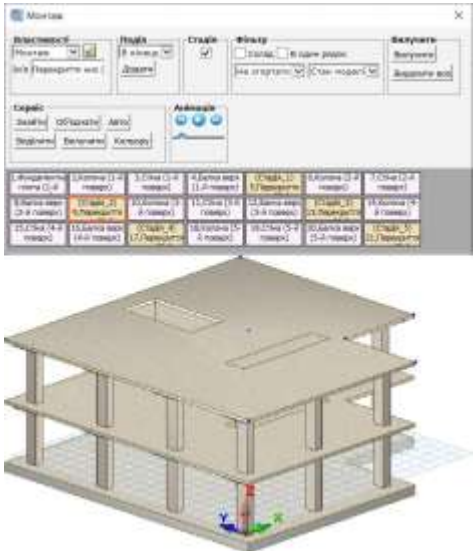


Рисунок 4.11.2 – Друга стадія монтажу

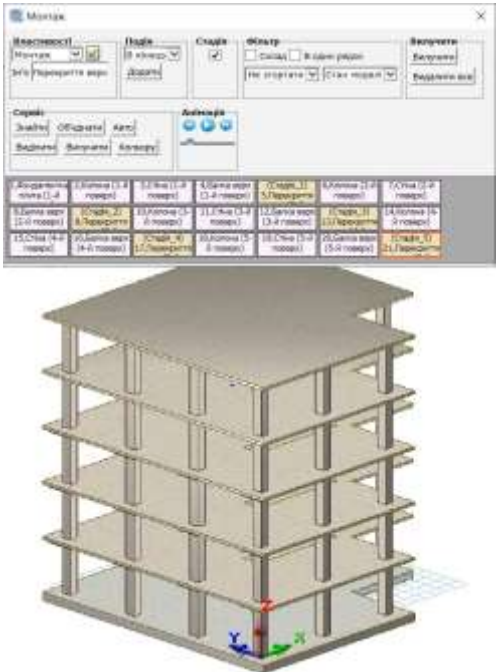


Рисунок 4.11.3 – Остання стадія монтажу

Натисніть кнопку **Зупинити** для зупинки анімації і закрийте діалогове вікно **Монтаж**, натиснувши кнопку  – **Закрити**.

4.11.2. Створення завантажень і призначення навантажень

Завантаження №1 (постійне навантаження)

Натисніть кнопку  – **Лінійне навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).

У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Осьова**;
- відкрийте діалогове вікно **Редактор завантажень**, натиснувши кнопку ;
- в діалоговому вікні клацніть по рядку **Навантаження на плити**;
- клацніть ще раз на назві завантаження **Навантаження на плити** і перейменуйте його в **Постійне навантаження**;
- встановіть для нього вид завантаження – **Постійне**;
- клацніть по завантаженню **Тривалі навантаження на плити** і перейменуйте його у **Корисне навантаження**;
- встановіть для нього вид завантаження – **Тривале**;
- виділіть рядок **Завантаження інше**;
- натисніть кнопку  – **Видалити**;
- виділіть завантаження **Постійне навантаження** (зробіть його поточним) (рисунк 4.11.4);
- після цього клацніть кнопку **ОК**;
- навантаження на початку **1.6 тс/м²**;
- навантаження в кінці **1.6 тс/м²**.

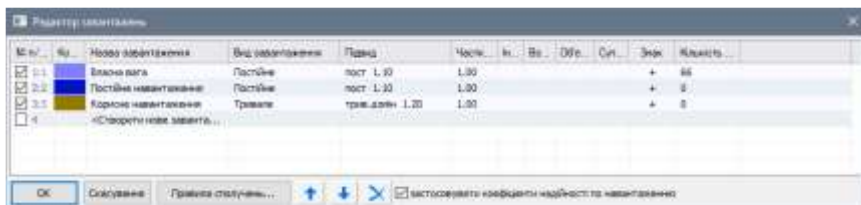


Рисунок 4.11.4 – Діалогове вікно **Редактор завантажень**

Клацніть на грані фундаментної плити, щоб взяти її осьову лінію (по периметру плити з'явиться зелений контур).

Натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження вибраної осьової лінії.

У рядку властивостей інструменту **Навантаження** виберіть спосіб побудови  – **Відрізок**.

Побудуйте лінійне навантаження за такими координатами:

- перша точка ($X = 3000$, $Y = 7500$);
- друга точка ($X = 3000$, $Y = 13500$).

Натисніть кнопку  – **Штамп навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).

У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Осьова**;
- на початку **0.3** тс/м²;
- в кінці **0.3** тс/м².

Клацніть на грані фундаментної плити, щоб взяти її осьову лінію (по периметру плити з'явиться зелений контур) і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову навантаження.

Коригування контуру лінійного навантаження

Виділіть лінійне навантаження.

Відкрийте діалогове вікно **Еквідистанта** (рисунок 4.11.5), натиснувши кнопку  – **Еквідистанта** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**).

У діалоговому вікні задайте значення відступу (**-100**) мм.

Після цього натисніть кнопку **Виконати**.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову навантаження.

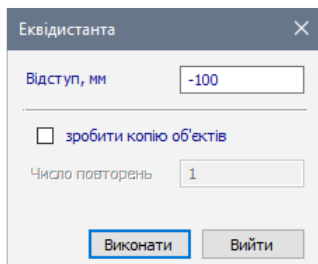


Рисунок 4.11.5 – Діалогове вікно **Еквідистанта**

Завантаження №2 (корисне навантаження)

Натисніть кнопку  – **Штмп навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**). У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:

- завантаження – **Корисне навантаження**;
- на початку – **0.5 тс/м²**;
- в кінці – **0.5 тс/м²**;
- колір – **зелений**.

Клацніть на грані фундаментної плити, щоб взяти її осьову лінію і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження. У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Прямокутник**;
- на початку – **2 тс/м²**;
- в кінці – **2 тс/м²**;
- колір – **червоний**.

Виконайте побудову розподіленого навантаження по площі за такими точкам:

- 1-а точка діагоналі (**X = 13000, Y = 11000**);
- 2-а точка діагоналі (**X = 15500, Y = 15000**).

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з режиму побудови навантаження.

Тиражування навантажень по поверххах

Відкрийте діалогове вікно **Фільтрувати елементи** (рисунок 4.11.6),

натиснувши кнопку  – **Фільтр** на панелі інструментів **Візуалізація**.

У діалоговому вікні встановіть прапорець **Навантаження**.

Натисніть кнопку **Виділити**.

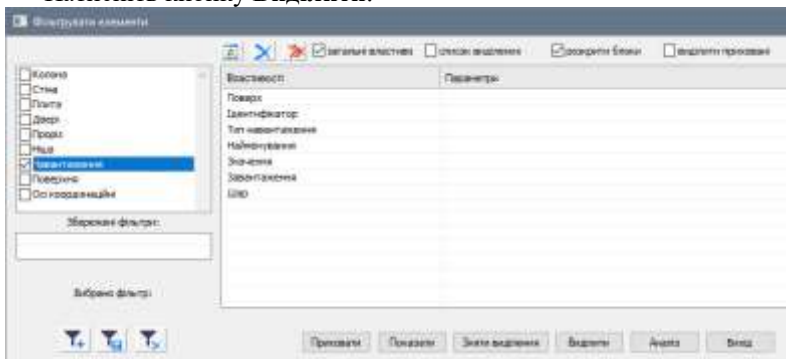


Рисунок 4.11.6 – Діалогове вікно **Фільтрувати елементи**

Закрийте діалогове вікно натиснувши кнопку  – **Закрити**.

Відкрийте діалогове вікно **Вибір поверхів** (рисунк 4.11.7), натиснувши кнопку  – **Вставити на вибранні поверхи** (панель **Корегування** на вкладці **Редагування**).

У діалоговому вікні виділіть усі поверхи крім першого, утримуючи клавішу **Shift**. Встановіть прапорець для всіх виділених поверхів.

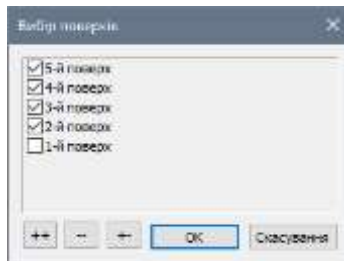


Рисунок 4.11.7 – Діалогове вікно **Вибір поверхів**

Натисніть кнопку **OK** для підтвердження.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з навантаження.

Задання навантаження від покриття

У діалоговому вікні **Структура** двічі клацнути в рядку  **5-й поверх +16.000** щоб призначити поверх поточним.

Натисніть кнопку  – **Штамп навантаження** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення**).

У рядку властивостей інструменту **Навантаження** задайте наступне:

- спосіб побудови  – **Оськова**;
- завантаження – **Постійне навантаження**;
- на початку **0.1 тс/м²**;
- в кінці **0.1 тс/м²**;
- колір – **синій**.

Клацніть на грані плити покриття, щоб взяти її осьову лінію і натисніть клавішу **Enter** на клавіатурі для підтвердження. Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб завершити побудову навантаження.

Щоб візуалізувати навантаження окремо по кожному завантаженню натисніть кнопку  – **Фільтр по завантаженнях** на панелі інструментів **Візуалізація**.

4.11.3. Створення скінченно-елементної моделі будівлі в системі САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ

Створення розрахункової моделі

Відкрийте діалогове вікно **Створити нову розрахункову модель**

(рисунок 4.11.8), натиснувши кнопку  – **Розрахункова модель** (на вкладці **Аналітика**).

Кнопка **Розрахункова модель** перемикає з режиму створення розрахункової схеми до інструментів для роботи з розрахунковою моделлю і назад.

У діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК** (відкриється нова вкладка вікна під назвою **Задача1.spf: Розрахункова модель**).

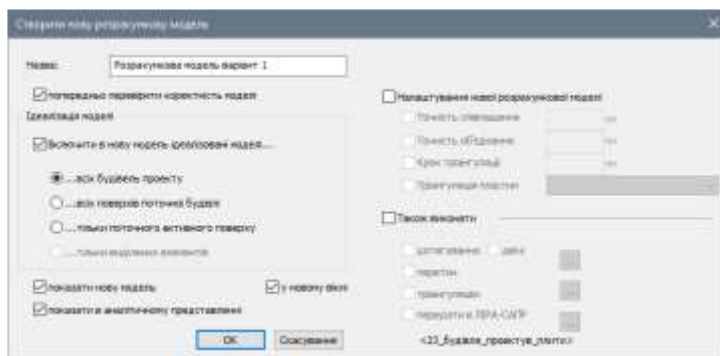


Рисунок 4.11.8 – Діалогове вікно **Створити нову розрахункову модель**

Перед створенням розрахункової моделі автоматично проводиться її перевірка на помилки. Якщо програма знайде помилки, то виведе попередження. Помилкові елементи рекомендується виправити.

Коригування властивостей розрахункової моделі

Відкрийте діалогове вікно **Параметри** (рисунок 4.11.9), натиснувши

кнопку  – **Властивості розрахункової моделі** (панель **Розрахункова модель: створення** на вкладці **Аналітика**).

За замовчуванням, САПФІР приймає аналітику плит по верху плити. У разі, якщо аналітика плит задана **По середині плити**, у **Властивостях розрахункової моделі** потрібно буде змінити параметр **L** пошуку. **L** пошуку, мм – це відстань уздовж або проти вектору навантаження, на яке допускається переносити навантаження для пошуку елементів, до яких вона прикладена. За замовчуванням, **L** пошуку дорівнює 250 мм. Для цього параметру потрібно встановити значення

більше, ніж половина товщини найтовстішої з плит, як правило це більше половини товщини фундаментної плити. Якщо в нашій моделі фундаментна плита товщиною 600 мм, половина її товщини це 300 мм. Потрібно встановити параметр L пошуку для навантаження рівним 320..350 мм.

У діалоговому вікні задайте L пошуку – **350 мм**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

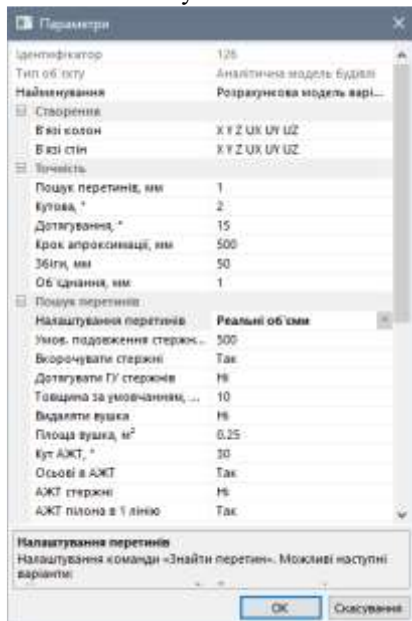


Рисунок 4.11.9 – Діалогове вікно Параметри

Ідеалізація моделі

Для коректності подальшого пошуку перетинів і усунення дрібних

архітектурних неточностей натисніть кнопку  – **Дотягнути двічі** в списку **Дотягнути** (панель **Розрахункова модель: тріангуляція** на вкладці **Аналітика**).

У діалоговому вікні **САПФІР** натисніть кнопку **Так**.

Натисніть кнопку  – **Знайти перетинання** в списку **Перетнути** (панель **Розрахункова модель: тріангуляція** на вкладці **Аналітика**).

У діалоговому вікні **САПФІР** натисніть кнопку **Так**.

Розрахункова модель з виконаними перетинами буде виглядати наступним чином – рисунок 4.11.10.

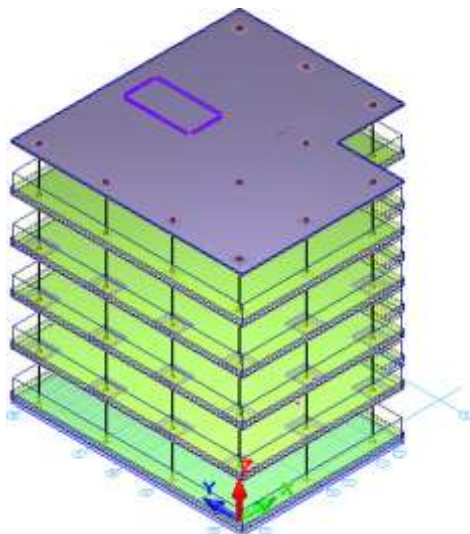


Рисунок 4.11.10 – Розрахункова модель з виконаними перетинами

Тріангуляція моделі

Відкрийте діалогове вікно **Налаштування тріангуляції** (рисунок 4.11.11), натиснувши кнопку  – **Налаштування** (панель **Розрахункова модель: тріангуляція** на вкладці **Аналітика**).

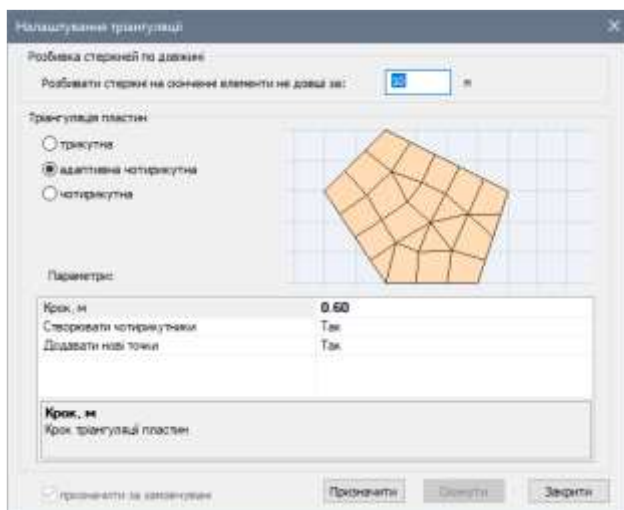


Рисунок 4.11.11 – Діалогове вікно **Налаштування тріангуляції**

У діалоговому вікні задайте наступне:

- триангуляція пластин – **адаптивна чотирикутна**;
- крок, м – **0.6**.

Після цього натисніть кнопку **Призначити**.

Для розбивки моделі на СЕ натисніть кнопку  – **Створити триангуляційну сітку** в списку **Сітка** (панель **Розрахункова модель: триангуляція** на вкладці **Аналітика**).

У діалоговому вікні **САПФІР** натисніть кнопку **Так**.

4.11.4. Створення файлу для розрахунку в ПК ЛІРА-САПР

Щоб відкрити скінченно-елементну схему в ПК ЛІРА-САПР

натисніть кнопку  – **Відкрити** у спадаючому списку **Відкрити** (панель **Розрахунок** у **ЛІРА-САПР** на вкладці **Аналітика**).

Програма створить файл у форматі *.s2l в каталозі C:\Users\ Public\ Documents\ LIRA SAPR\ LIRA SAPR 2022\Data і відкриє цей файл в системі ВІЗОР-САПР.

Після збереження файлу у вікні **Службова інформація** з'явиться повідомлення «Для частини навантаження не знайдені елементи, до яких вона прикладена. Втрачено 4.27%». Втрачена частина навантаження розташовується над отвором сходової клітки.

Тема 4.12. Редагування параметрів матеріалів, монтажної таблиці та розрахунок будівлі в ПК ЛІРА-САПР

Мета та план заняття

Відкрити розрахункову схему в ПК ЛІРА-САПР. Виконати редагування матеріалів залізобетонних конструкцій: тип армування, характеристики бетону та арматури.

Виконати редагування монтажної таблиці в ПК ЛІРА-САПР. Налаштувати параметри розрахунку та виконати повний розрахунок схеми в ПК ЛІРА-САПР.

4.12.1. Відкриття розрахункової схеми в ПК ЛІРА-САПР

Розрахункова схема в ЛІРА-САПР має вигляд представлений на рисунку 4.12.1.

При відкритті розрахункової схеми у ВІЗОР-САПР система виведе повідомлення (рисунки 4.12.2).

Натисніть кнопку **ОК**.

У діалоговому вікні **Розрахункові сполучення зусиль** (рисунки

4.12.3) натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

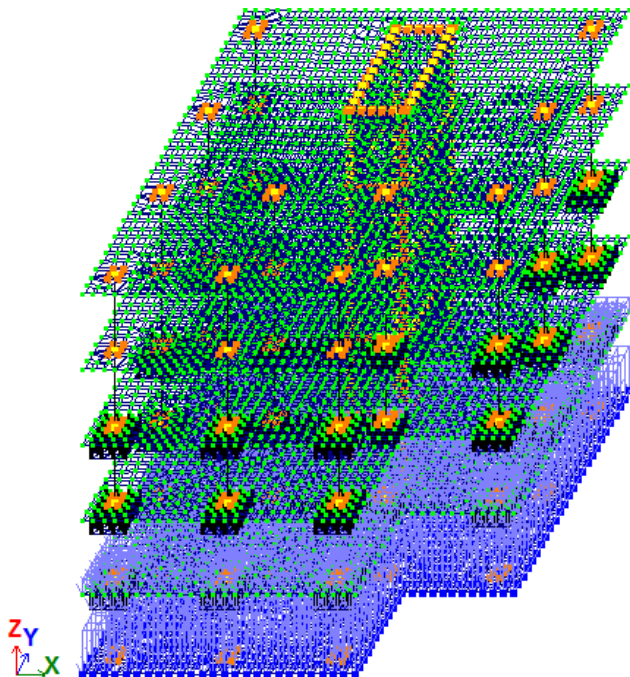


Рисунок 4.12.1 – Розрахункова схема в ЛІРА-САПР

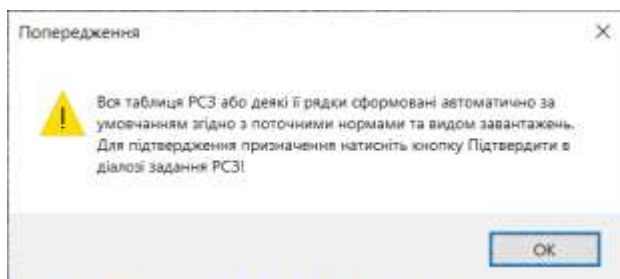


Рисунок 4.12.2 – Діалогове вікно ВІЗОР-САПР

Даний механізм, як правило, використовується при конструюванні арматури по РСЗ. Так як в даному прикладі застосовується моделювання послідовності зведення будівлі, то розрахунок і конструювання буде виконуватись по Зусиллях.

З метою достовірного відображення дійсних умов роботи конструкцій та їх напружено-деформованого стану, розрахункова модель може враховувати нелінійні ефекти: геометричну та фізичну нелінійність елементів і системи вцілому [21, 22].

Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 3

Ім'я таблиці РСЗ: дан_1

Будівельні норми: ДБН В.1.2-2:2006

Номер завантаження: 1 Стадія 1: Перевірка на (2-й поверх)

Вид завантаження: Постійне(0)

Ні пружини об'єкту: ☐ Нормативні завантаження: ☐ Зменшені завантаження: ☐ Нормативні завантаження: 1

Ні пружини завантаження: ☐ Нормативні завантаження: 1

Нормативні коефіцієнти: 1.10

Вирівнювання: Rq / Rst

Не враховувати для П-го типу стовпа: ☐ Обмеження для країв та плін: ☐

Задана таблиця для обчислення РСЗ:

№	Ім'я завант.	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Стадія 1: П.	Постійне(0)	8 0 0 1 8 0 8 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Стадія 2: П.	Постійне(0)	8 0 0 1 8 0 8 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Стадія 3: П.	Постійне(0)	8 0 0 1 8 0 8 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Стадія 4: П.	Постійне(0)	8 0 0 1 8 0 8 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Стадія 5: П.	Постійне(0)	8 0 0 1 8 0 8 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Постійне н.	Постійне(0)	8 0 0 0 8 0 8 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
7	Корисне на.	Тривале	1 0 0 0 8 0 8 1.10 1.00	1.00 0.95 0.80 0.95

Рисунок 4.12.3 – Діалогове вікно **Розрахункові сполучення зусиль**

4.12.2. Задання параметрів матеріалів елементів схеми

Задання матеріалів для залізобетонних конструкцій

Натисніть кнопку  – **Ж/Б** (панель **Конструювання** на вкладці **Створення і редагування**), відкриється діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рисунок 4.12.4).

Після цього виділіть рядок **1. Колона. Колона** і натисніть кнопку **Редагувати**.

На екран виводиться діалогове вікно **Загальні характеристики** (рисунок 4.12.5), в якому задайте наступні параметри для колон:

- у списку **Армування** виберіть рядок **Симетричне**;
- у полі **Розрахунок за граничним станом II-й групи** в списку виберіть рядок з діаметром арматури 25 мм;
- в полі **Довжина елемента, Розрахункові довжини** змініть коефіцієнти розрахункової довжини $L_Y = 0.7$, $L_Z = 0.7$;
- усі інші параметри залишаються заданими за замовчуванням.

Після цього натисніть кнопку  – **Підтвердити**.



У діалоговому вікні **Жорсткості і матеріали** включіть радіо-кнопку **Арматура**.

Натисніть кнопку **Редагувати**.

Відкриється діалогове вікно **Характеристики арматури** (рисунок 4.12.6), в якому з спадаючого списку **Максимальний діаметр арматурних стержнів** виберіть рядок з діаметром арматури 25 мм.

Для введення даних натиснути кнопку  – **Підтвердити**.

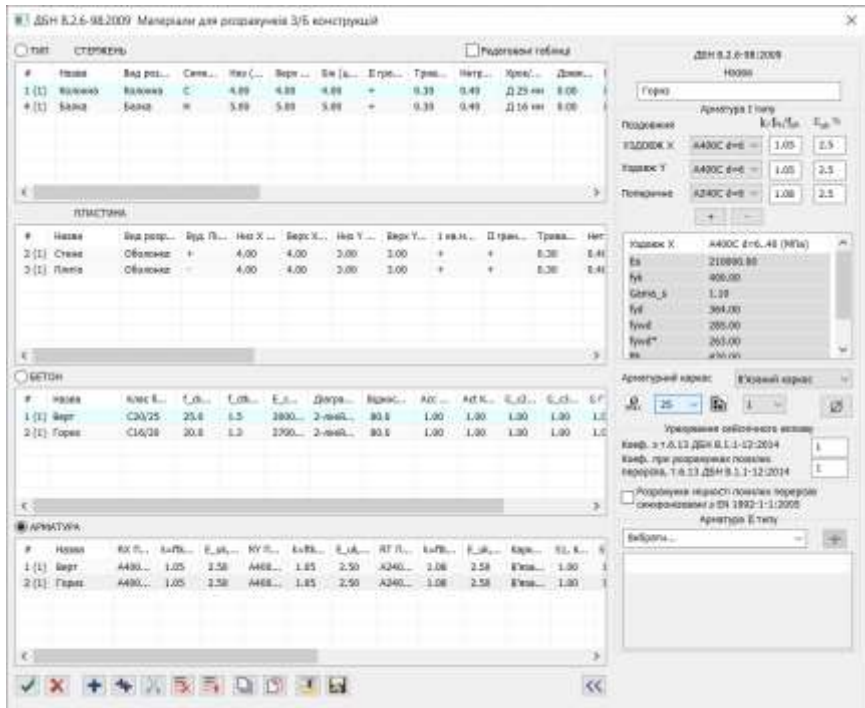


Рисунок 4.12.6 – Діалогове вікно **Характеристики арматури**

Закрийте діалогове вікно **Жорсткості і матеріали** натиснувши кнопку  – **Закрити**.

4.12.3. Редагування монтажно́ї таблиці

Відкрийте діалогове вікно **Моделювання нелінійних навантажень** конструкції (рисунок 4.12.7), натиснувши кнопку  – **Стадії монтажу** (панель **Монтаж** на вкладці **Розрахунок**).

У цьому вікні перейдіть на вкладку **Дод. Завантаження**.

Виділіть рядок, який відповідає п'ятій стадії монтажу в полі **Історія**.

У таблиці **Коефіцієнти врахування додаткових завантажень** задайте коефіцієнт для 6-го і 7-го завантаження рівними 1.

Натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

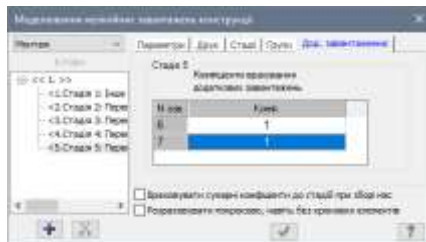


Рисунок 4.12.7 – Діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції**

4.12.4. Повний розрахунок схеми

Запустіть розрахунок завдання, натиснувши кнопку  – **Виконати розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**).

Тема 4.13. Аналіз результатів розрахунку та їх експорт в ПК САПФІР-ЗБК

Мета та план заняття

Проаналізувати результати статичного розрахунку будівлі. Вивести на екран епюри внутрішніх зусиль, ізополя переміщень та мозаїки напружень. Сформувані для перегляду таблиці з результатами розрахунку. Проаналізувати результати конструювання. Виконати аналіз результатів армування. Сформувані для перегляду таблиці з результатами підбору арматури.

Підготувати до експорту з ПК ЛІРА-САПР результати армування плит перекриттів. Імпортувати результати підбору арматури в САПФІР-ЗБК. Відобразити опалубочні креслення з ізополями армування. Виконати налаштування шкали армування.

4.13.1. Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку

Після розрахунку завдання, перегляд і аналіз результатів статичного і динамічного розрахунків здійснюється на вкладці **Аналіз**.

У режимі перегляду результатів розрахунку за замовчуванням розрахункова схема відображається з урахуванням переміщень вузлів для першої стадії монтажу. Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів натисніть кнопку  – Початкова схема (панель Деформації на вкладці Аналіз).

Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

Виведіть на екран епюру M_y натиснувши кнопку M_y – Епюри M_y (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).

Для виведення епюри Q_z натисніть кнопку Q_z – Епюри поперечних сил Q_z (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).

Для виведення епюри N натисніть кнопку N – Епюри поздовжніх сил N (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).

Щоб вивести мозаїку зусилля N , виберіть команду  – Мозаїка зусиль в стержнях в списку Епюри/мозаїка зусиль (панель Зусилля в стержнях на вкладці Аналіз).

Зміна номера поточного завантаження

У рядку стану (знаходиться в нижній частині робочого вікна) в списку Змінити номер завантаження виберіть рядок, який відповідає другій стадії монтажу і натисніть кнопку  – Застосувати.

Виведення на екран ізополів переміщень

Щоб вивести на екран ізополя переміщень у напрямку Z , виберіть команду  – Ізополя переміщень в глобальній системі в списку

Мозаїка/ізополя переміщень і після цього натисніть кнопку Z – Ізополя переміщень по Z (панель Деформації на вкладці Аналіз).

Виведення на екран мозаїки напружень

Щоб вивести на екран мозаїку напружень по M_x , виберіть команду  – Мозаїка напружений в списку Мозаїка/ізополя напружень і після цього натисніть кнопку M_x – Мозаїка напружень по M_x (панель Напруження в пластинах и об'ємних СЕ на вкладці Аналіз).

Для відображення мозаїки напружень по N_x , натисніть кнопку **N_x** – **Мозаїка напружень по N_x** (панель **Напруження в пластинах** и об'ємних СЕ на вкладці **Аналіз**).

Формування та перегляд таблиць результатів розрахунку

Для виведення на екран таблиці зі значеннями розрахункових сполучень зусиль в елементах схеми, виберіть команду  – **Стандартні таблиці** в списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).

Після цього в діалоговому вікні **Стандартні таблиці** (рисунок 4.13.1) виділіть рядок **Зусилля**.

Натисніть кнопку  – **Застосувати** (для створення таблиць в форматі HTML потрібно включити радіо-кнопку HTML. Для створення таблиць в форматі для подальшої роботи в режимі програми «Графічний Макетувальник» потрібно включити радіо-кнопку RPT).

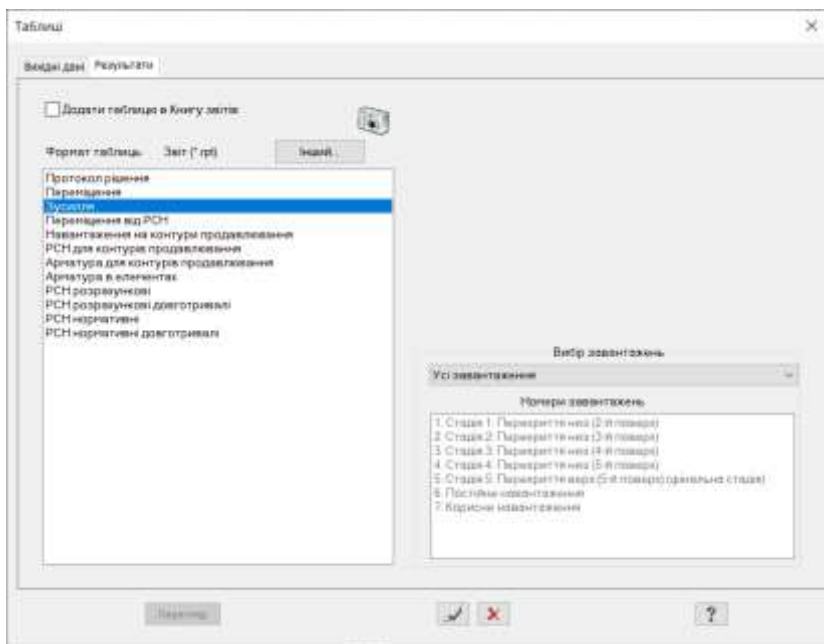


Рисунок 4.13.1 – Діалогове вікно **Стандартні таблиці**

При активному рядку **Усі завантаження**, натисніть кнопку  – **Підтвердити**.

Для того, щоб закрити таблицю, виберіть пункт меню **Файл - Вихід**.

4.13.2. Перегляд і аналіз результатів підбору арматури

Після розрахунку завдання, перегляд і аналіз результатів конструювання здійснюється на вкладці **Конструювання**.

Перегляд результатів армування

Для перегляду інформації про підбрану арматуру в одному зі

скінченних елементів, натисніть кнопку  – **Інформація про вузол або елемент** на панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на будь-який пластинчатий елемент.

У діалоговому вікні перейдіть на закладку **Інформація про підбрану арматуру** (у цьому вікні міститься повна інформація про вибраний елемент, у тому числі і результати підбору арматури).

Закрийте діалогове вікно, натиснувши кнопку  – **Закрити**.

Щоб встановити режим відображення симетричного армування в

перерізах стрижнів, виберіть команду  – **Симетричне армування** в списку **Армування** (панель **Стержні** на вкладці **Конструювання**).

Щоб переглянути мозаїку відображення площі поздовжньої арматури у нижньому лівому куті перерізу стрижня AU1, натисніть кнопку

 – **Кутова арматура AU1** (панель **Стержні** на вкладці **Конструювання**).

Щоб переглянути мозаїку відображення площі поздовжньої арматури в нижньому правому куті перерізу стрижня AU2, натисніть

кнопку  – **Кутова арматура AU2** (панель **Стержні** на вкладці **Конструювання**).

Щоб переглянути мозаїку відображення площі нижньої арматури в

пластинах у напрямку осі X1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі X1** (панель **Пластини** на вкладці **Конструювання**).

Щоб переглянути мозаїку відображення площі нижньої арматури в

пластинах у напрямку осі Y1, натисніть кнопку  – **Нижня арматура в пластинах по осі Y1** (панель **Пластини** на вкладці **Конструювання**).

Формування та перегляд таблиць з результатами підбору арматури

Натисніть кнопку  – **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору** і за допомогою курсору виділіть усі колони.

Відкрийте діалогове вікно **Таблиці** (рисунок 4.13.2), вибравши команду  – **Таблиці результатів для ЖБ** в списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Залізобетон**).

У цьому вікні за умовчанням виділений рядок **Арматура в стержнях**, а в полі **Арматура** включена радіо-кнопка **в стержнях**.

Для створення таблиці результатів підбору арматури в стержневих елементах натисніть кнопку  – **Застосувати**.

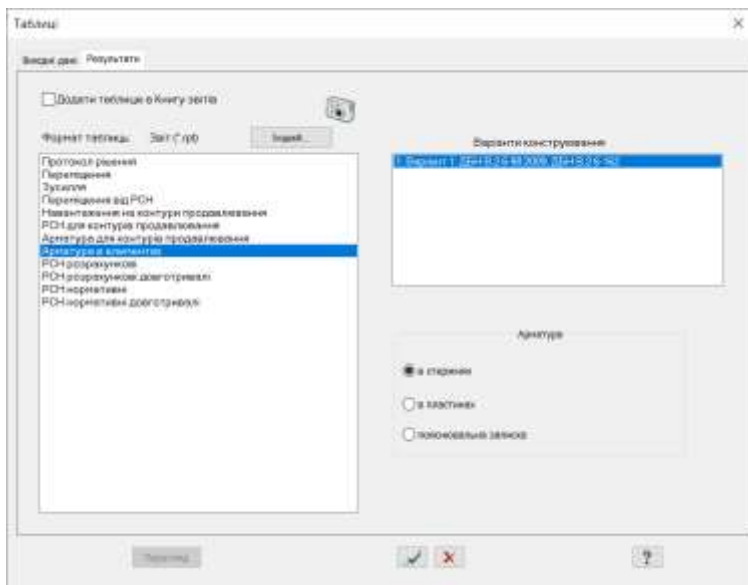


Рисунок 4.13.2 – Діалогове вікно **Таблиці результатів**

4.13.3. Експорт результатів армування плит перекриттів у САПФІР

Для експорту результатів армування плит перекриття в системі ВІЗОР-САПР потрібно відкрити діалогове вікно **Експорт в САПФІР результатів армування**. Для цього відкрийте меню програми і виберіть

пункт  – **Експорт в САПФІР**.

У цьому діалоговому вікні, при обраному типі файлів **Результати армування для САПФІР(*.asp)**, заданому імені файлу **Задача1** і вибраній папці, в яку буде збережений файл, створений в результаті експорту (за замовчуванням папка **Data**), натиснути кнопку **Зберегти**.

Файл результатів (*.asp), сформований ПК ЛПРА-САПР рекомендується зберегти в папку з вихідним файлом моделі (*.spf), з таким самим ім'ям (наприклад, **Задача1**). Тоді в САПФІРі результати

завантажаться автоматично при натисканні на кнопку  – **Показати результати** (прапорець **Автозавантаження результатів** у властивостях проекту – рисунок 4.13.3).

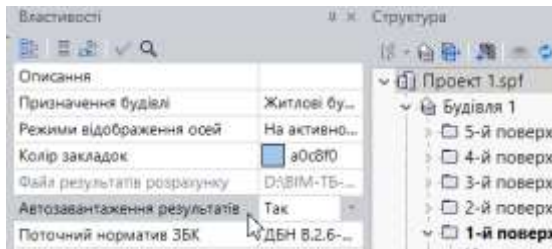


Рисунок 4.13.3 – Вікно **Властивості**

4.13.4. Імпорт результатів підбору арматури в САПФІР-ЗБК

Для того, щоб продовжити роботу над проектом, запустіть програму САПФІР 2022 та відкрийте файл проекту, для цього у діалоговому вікні **Відкрити** виберіть папку, в якій збережене завдання (за замовчуванням використовується папка **Data**). Виділіть рядок з ім'ям завдання (наприклад, **Задача1.spf**) і натисніть кнопку **Відкрити**.

Імпорт результатів СЕ розрахунку

У ПК САПФІР при відкритій моделі **Задача1** в діалоговому вікні **Види** двічі клацніть по рядку  **Загальний вид**.

Відкрийте діалогове вікно **Фільтр видимості об'єктів** (рисунок

4.13.4), натиснувши кнопку  – **Фільтр візуалізації** на панелі інструментів **Візуалізація**.

У діалоговому вікні прогортайте список донизу і зніміть прапорець з об'єкта **Навантаження**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

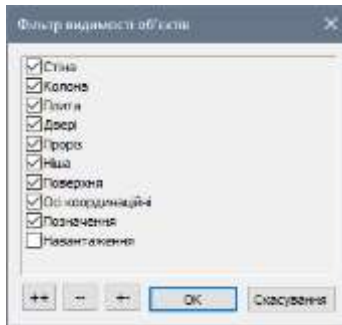


Рисунок 4.13.4 – Діалогове вікно **Фільтр видимості об'єктів**

Для відображення результатів підбору арматури натисніть кнопку



– **Показати** (панель **Результати армування** на вкладці **Армування**).

Під час імпорту результатів розрахунку армування у вікні **Службова інформація** відображаються наступні дані:

- нормативний документ, відповідно до якого було проведено розрахунок – ДБН;
- вид розрахунку перерізів – РСУ;
- номер варіанта конструювання – Варіант 1;
- 1290 СЕ (з 9964) геометрично співвіднесені з армованими діафрагмами;
- 55 стрижневих СЕ (з 55) геометрично співвіднесені з армованими елементами конструкції.

Виділіть плиту перекриття між четвертим і п'ятим поверхами.



Натисніть кнопку – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).

У діалоговому вікні САПФІР (рисунок 4.13.5) натисніть кнопку **Так**.



Рисунок 4.13.5 – Діалогове вікно SAPFIR

У діалоговому вікні **Маркування елементів конструкції** (рисунок 4.13.6) погодитись з запропонованою маркою Пм-1, натиснувши кнопку **ОК**.



Рисунок 4.13.6 – Діалогове вікно **Маркування елементів конструкції**

Якщо результати розрахунку арматури зберігаються не в тій самій папці, що і модель, програма запропонує знайти результати розрахунку армування. Перейдіть до папки, в якій зберігаються результати, виберіть їх і натисніть кнопку **Відкрити**.

Система відкриє нову вкладку вікна під назвою **Задача1.spf: Пм-1** з опалубочне кресленням плити перекриття і переключиться на вигляд зверху.

Налаштування шкали армування

Відкрийте діалогове вікно **Настройка шкали армування** (рисунок

4.13.7), натиснувши кнопку  – **Шкала армування** в списку **Шкала** (панель **Настройки** на вкладці **Армування**).

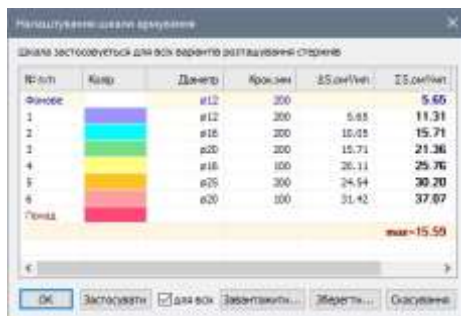


Рисунок 4.13.7 – Діалогове вікно **Налаштування шкали армування**

У діалоговому вікні задайте наступне:

- клацніть правою кнопкою миші в області вікна і виберіть команду **Кольори DT(M) DAKK**;
- встановіть прапорець **Для всіх**;
- натисніть кнопку **ОК**.

У діалоговому вікні **Налаштування шкали армування** складна шкала дозволяє варіювати діаметрами і кроком фонового і додаткового армування, створювати нові комбінації діаметра і кроку арматури і видаляти існуючі. Налаштована шкала може бути збережена в файл і в подальшому завантажена в інші проекти.

Виберіть візуалізацію і розкладку верхнього армування по Y, натиснувши кнопку  – **Верхня арматура вздовж Y** (панель **Плита на вкладці Армування**).

Опалубочне креслення плити перекриття з результатами армування у вигляді мозаїки буде виглядати наступним чином (рисунок 4.13.8).

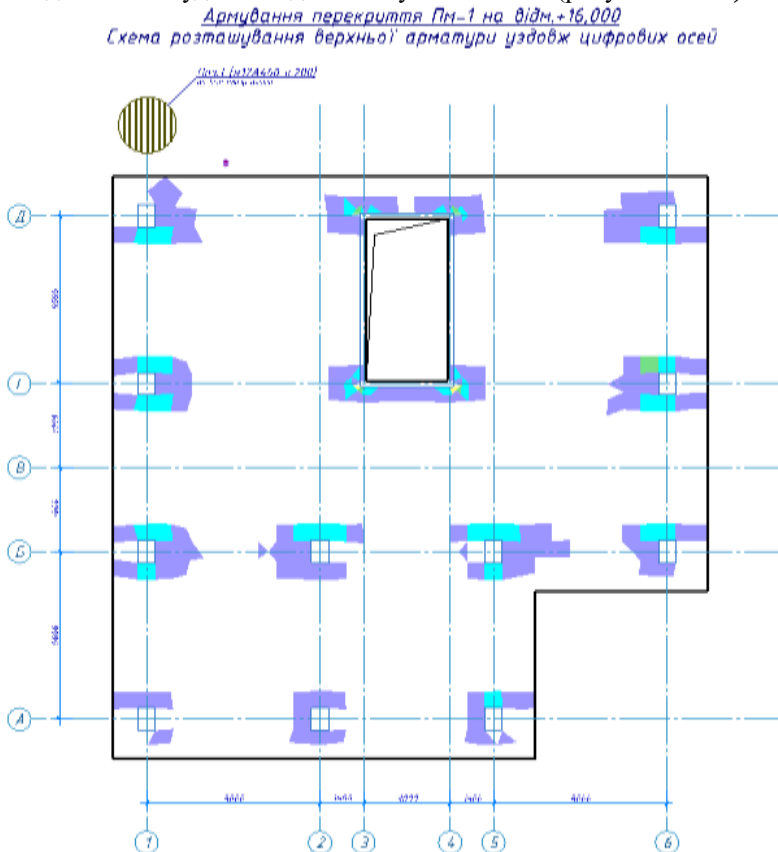


Рисунок 4.13.8 – Мозаїка армування біля верхньої грані плити вздовж ОУ

Тема 4.14. Додаткове армування плити, обрамлення отворів, формування специфікації арматури і підготовка креслень конструювання

Мета та план заняття

Розмістити на схемі ділянки додаткового армування. Виконати розрахунок довжини анкерування. Виконати розкладку прямокутних зон додаткового армування. Виконати обрамлення отворів у плитах перекриття. Створити марки-виноски для арматури обрамлення. Нанести розміри.

Сформувати специфікацію арматури і лист креслення. Виконати уніфікацію зон додаткового армування. Розмістити схему армування на аркуші креслення. Формулювання необхідного мінімуму даних для підбору арматури і конструювання колон і балок.

4.14.1. Розміщення на схемі ділянок додаткового армування

Розрахунок довжини анкеровки

Відкрийте діалогове вікно **Анкеровка та нахлестка ненапруженої арматури** (рисунок 4.14.1) натиснувши кнопку  – **Анкеровка та нахлестка** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).

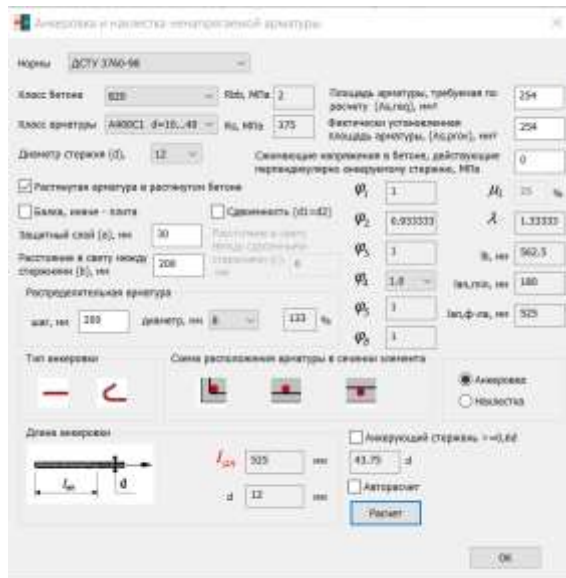


Рисунок 4.14.1 – Діалогове вікно **Анкеровка і нахлестка ненапруженої арматури**

У діалоговому вікні задайте наступні дані:

- виберіть зі списку **клас бетону B20**;
- виберіть зі списку **діаметр арматури 12 мм**;
- натисніть кнопку **Розрахунок**.

Закрийте діалогове вікно, натиснувши кнопку **ОК**.

За замовчуванням, всі зони діафрагм отримують початкове значення довжини анкеровки згідно призначеного діаметру. Значення довжини анкерування береться з таблиці **Набір арматурних стержнів** (меню **Налаштування - Арматура**) (рисунки 4.14.2, 4.14.3). Ви можете створити свій власний набір арматурних стержнів і налаштувань для нього, зберегти його в файл для використання в подальшому в інших проектах.

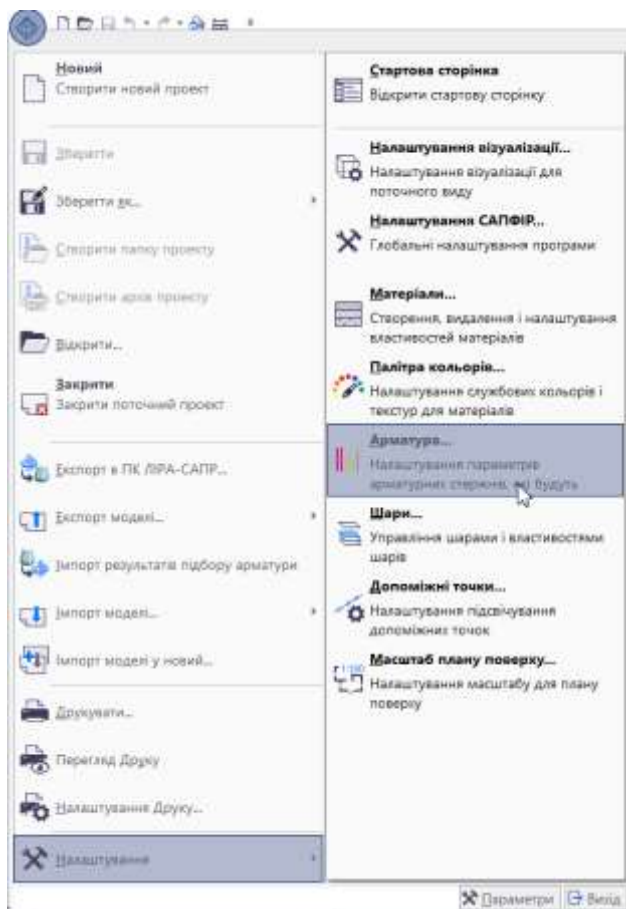


Рисунок 4.14.2 – Меню Налаштування

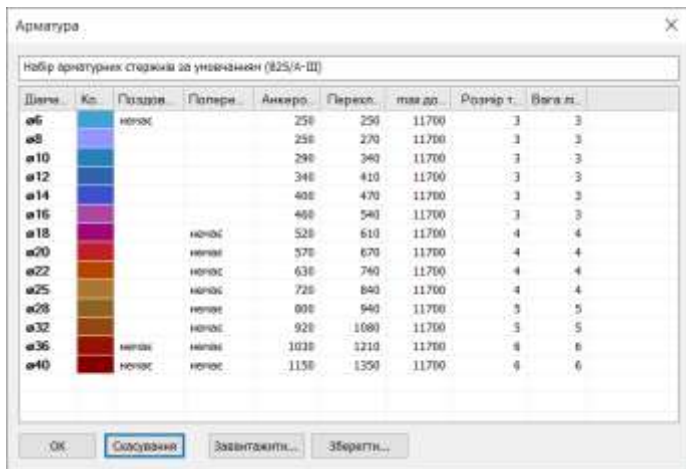


Рисунок 4.14.3 – Діалогове вікно Арматура

Розкладка прямокутних зон додаткового армування

Натисніть кнопку  – Прямокутна ділянка в списку Плита (панель **Основна арматура** на вкладці Армування).

У рядку властивостей інструменту Прямокутна ділянка виберіть зі списку **Ø12 крок 200 мм.**

У діалоговому вікні **Властивості побудови: Ділянка армування плити** введіть **Довжина анкеровки 340 мм.**

Після цього натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту.**

Розтягніть кілька прямокутників армування над опорами таким чином, щоб усі плями накрити додатковим армуванням. Для розташування прямокутної ділянки додаткового армування необхідно вказати дві вершини діагоналі прямокутника (рисунок 4.14.4).

Натисніть кнопку  – Недоармування в списку Мозаїка (панель **Результати армування** на вкладці Армування).

Після увімкнення режиму візуалізації Недоармовані ділянки, як тільки пляма перекривається додатковим армуванням, воно перестає відображатися на опалубочних кресленнях.

У рядку властивостей інструменту Прямокутна ділянка натисніть кнопку  – **Обрізати по місцю**, щоб позначити дану ділянку * (зірочкою) яка означає, що він буде обрізатися на будівництві.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з ділянки армування.

Армування перекриття Пм-1 на відм.+16,000

Схема розташування верхньої арматури уздовж цифрових осей

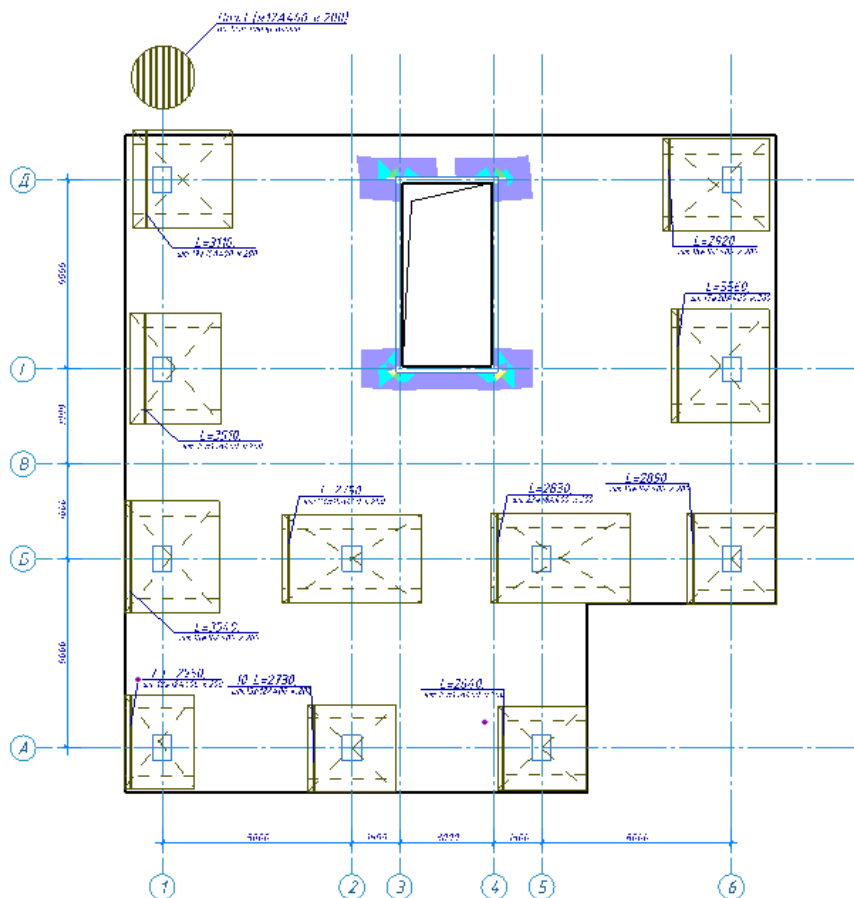


Рисунок 4.14.4 – Схема розташування верхньої арматури у напрямку Y



При включеному режимі  – **Отримати з моделі САПФІР-ЗБК** автоматично отримує з мозаїки або ізополів армування ту інтенсивність арматури (діаметр і крок), які необхідні за результатами розрахунку, щоб покрити дану шляху армування.

4.14.2. Обрамлення отвору в плиті перекриття

Обрамления отвору

Виділіть отвір в плиті перекриття.

Відкрийте діалогове вікно **Обрамлення отвору** (рисунок 4.14.5), натиснувши кнопку  – **Обрамлення отвору** в списку **Обрамлення** (панель **Додаткова арматура** на вкладці **Армування**).

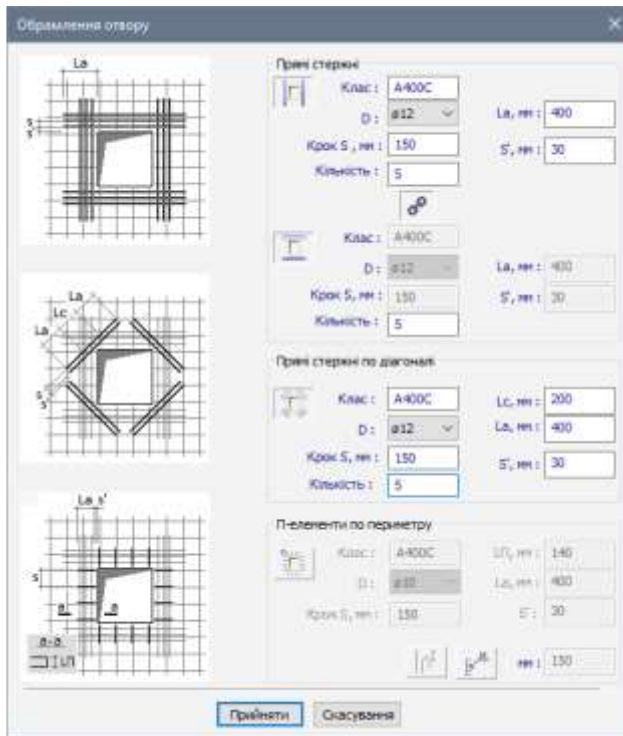


Рисунок 4.14.5 – Діалогове вікно **Обрамлення отвору**

У діалоговому вікні введіть наступні дані:

- **D**, мм – 12;
- в блоці **Прямі стержні** **крок S**, мм – 150;
- **кількість** – 5;
- натисніть кнопку  – **однакові параметри**;
- в блоці **Прямі стержні по діагоналі** **крок S**, мм – 150;
- **кількість** – 5;
- натисніть кнопку  – **П-елементи**, щоб відключити розміщення П-елементів.

Після цього натисніть кнопку **Прийняти**.

При необхідності відредагуйте положення виносок, використовуючи команду  – Перенесення вершини (панель Коригування на вкладці Армування).

Нанесення розмірів

Натисніть кнопку  – Автоматичне створення розмірів (панель Анотації на вкладці Армування).

В автоматичному режимі для всіх зон розкладок додаткового армування в конструйованій плиті створюються розміри, які позначають габарити зон і їх прив'язку до координатних осей (рисунк 14.6).

Відредагуйте положення розмірів використовуючи інструмент  – Перенесення вершини (панель Корегування на вкладці Армування).

4.14.3. Формування специфікації арматури і підготовка креслень конструювання плити

Уніфікація зон додаткового армування

Відкрийте діалогове вікно Специфікація арматури. Пм-1 (рисунк 4.14.7), натиснувши кнопку  – Специфікація (панель Документація на вкладці Армування).

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Унів. діл.г	Примітка
2	ГОСТ 10884-94	ø20A400, L=3560	17 шт.	140.3	-	
3	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=3540	48 шт.	268.2	-	3 ділення
4	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=2920	56 шт.	258.1	54.8	3 ділення
5	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=2790	23 шт.	101.3	4.7	
6	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=3640	15 шт.	62.5	3.6	
7	ГОСТ 10884-94	ø12A400C, L=6600	20 шт.	117.2	-	
8	ГОСТ 10884-94	ø12A400C, L=3600	20 шт.	63.9	53.3	
9	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=2950	12 шт.	31.4	6.9	
10	ГОСТ 10884-94	ø12A400, L=2730	15 шт.	36.4	2.9	
11	ГОСТ 10884-94	ø12A400C, L=3090	40 шт.	35.5	61.4	
ОСН1	ГОСТ 10884-94	ø10A400, L=1230	588 шт.	438.7	-	109мм висота
Пм-1		B20		75.37 м³		

Рисунк 4.14.7 – Діалогове вікно Специфікація арматури

У діалоговому вікні, виділіть позицію, яку необхідно злити з попередньою близькою за значенням і клацніть правою кнопкою миші.

У контекстному меню виберіть пункт Об'єднати з попередньою (після виконання злиття позицій в стовпці Δm, кг вказується значення перевитрати арматури в результаті виконаної уніфікації).

Так як розкладка зон додаткового армування виконувалася неточно за розмірами і залежить від прийнятого кроку довжини стрижнів і кроку арматури (крок довжини стрижнів й інші параметри, виставлені за замовчуванням можна змінити в меню **Налаштування - Налаштування САПФИР - Армуння**), то кількість і довжина стрижнів у таблиці **Специфікація арматури** може відрізнятись від наведеної в прикладі. Злиття позицій необхідно виконувати для ділянок, де це раціонально, залежно від довжини стрижнів.

Для злиття трьох і більше позицій, а також, якщо необхідно задати довжину уніфікованих стрижнів виділіть три позиції в таблиці і натисніть кнопку **Уніфікувати...**

У діалоговому вікні **Уніфікація довжин стержнів** необхідно задати нове значення довжини (за замовчуванням це значення приймається найбільшим з тих позицій, які уніфікуються).

Натисніть кнопку **ОК**, щоб застосувати зроблені зміни і закрити діалогове вікно **Специфікація арматури. Пм-1**.

Формування листа креслення

Відкрийте діалогове вікно **Специфікація арматури. Пм-1** (рисунок 4.14.7), натиснувши кнопку  – **Специфікація** (панель Документація на вкладці **Армуння**).

Відкрийте діалогове вікно **Накреслити таблиці відомостей та специфікацій арматури** (рисунок 4.14.8), натиснувши кнопку **Помістити на креслення...** в діалоговому вікні **Специфікація арматури. Пм-1**.

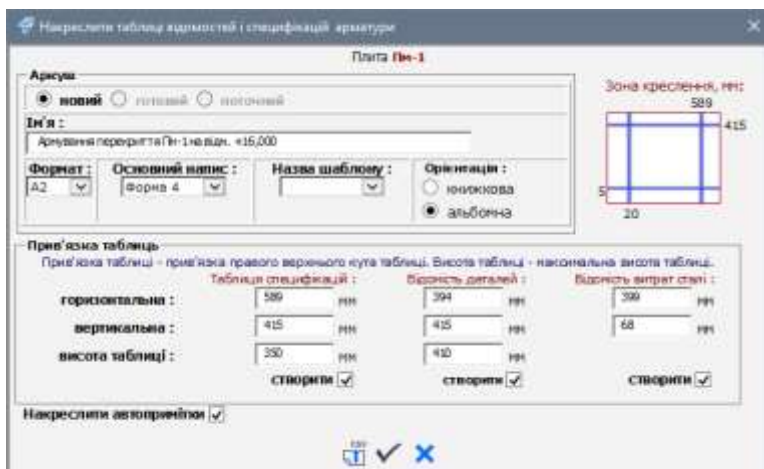


Рисунок 4.14.8 – Діалогове вікно **Накреслити таблиці відомостей та специфікацій арматури**

У діалоговому вікні натиснути кнопку  – **Застосувати**, щоб розмістити сформовані таблицю специфікації і відомості на лист.

Система відкриє нову вкладку вікна під назвою **Завдання 1.spf: Лист 1**, на якому вже будуть розміщені специфікація плити, відомість витрати сталі, відомість деталей і примітки.

Розміщення схеми армування на аркуші креслення

Щоб розмістити на листі схему армування плити перекриття, в діалоговому вікні **Види** розгорніть деревоподібний список **Складальні вузли**.

У списку **Складальні вузли** виділіть рядок **Пм-1** і клацніть правою кнопкою миші.

У контекстному меню виберіть команду **Помістити на креслення**.

На аркуші креслення з'явиться опалубочне креслення плити зі схемою розташування арматури.

Виділіть схему розташування арматури.

Для перенесення схеми натисніть ліву кнопку миші і утримуючи її почніть переміщати схему.

Зафіксуйте положення схеми у вільному просторі листа, клацнувши лівою кнопкою миші (рисунок 4.14.9).

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення зі схеми.

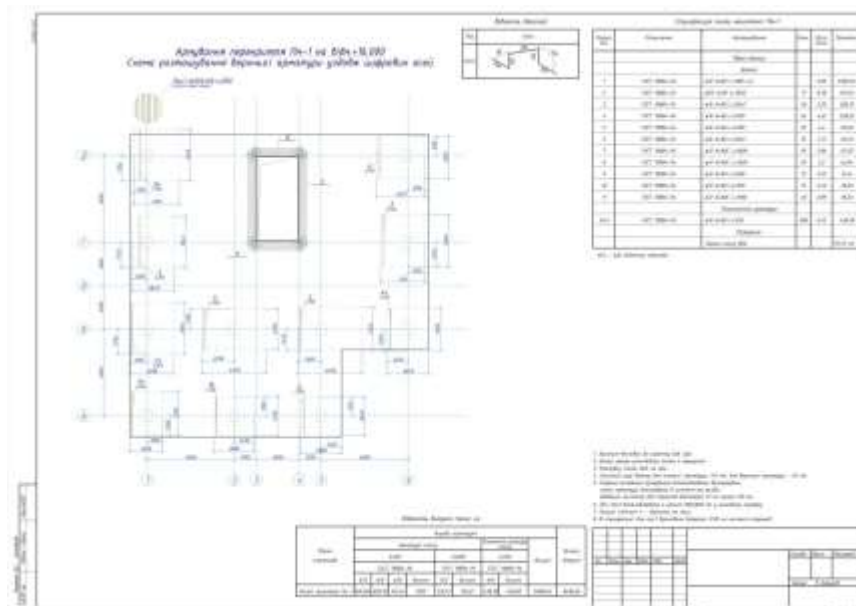


Рисунок 4.14.9 – Креслення розміщення арматури в плиті на відм. +16,000

4.14.4. Необхідний мінімум даних для підбору арматури і конструювання колон і балок

Для продовження роботи в даному прикладі необхідно відкрити файл **27_колони_балки.spf** з готовою геометрією моделі. При установці за замовчуванням, усі файли прикладів встановлюються на жорсткий диск комп'ютера в C:\ProgramData\SAPFIR\Sapfir 2022\Samples (файл прикладу можна також знайти в папці **Файли прикладів САПФІР**).

Даний приклад вже має створену розрахункову модель. При бажанні проаналізувати результати розрахунку в системі ВИЗОР-САПР

потрібно натиснути кнопку  – **Відкрити** (панель **Розрахунок в ЛІРА-САПР** на вкладці **Аналітика**) – відкриється система ВИЗОР-САПР з розрахунковою схемою. Для виконання скінченно-елементного

розрахунку схеми натисніть кнопку  – **Виконати розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**). Для перегляду результатів використовуйте команди на вкладці **Аналіз** (статичний розрахунок) і **Конструювання** (підбір арматури).

Для конструювання колон необхідно, щоб модель відповідала наступним вимогам:

У моделі ПК САПФІР повинні бути присутні колонни і балки;

Для колон і балок повинна бути задана інтерпретація **Несучий конструктив**;

У ПК ЛІРА-САПР для стержнів колон і балок повинні бути призначені матеріали і повинна бути підібрана арматура;

Категорія матеріалу для колон і балок повинна бути відповідно **залізобетон колон** і **залізобетон балок** (настроюється у діалоговому вікні **Матеріали**) (рисунок 4.14.10).

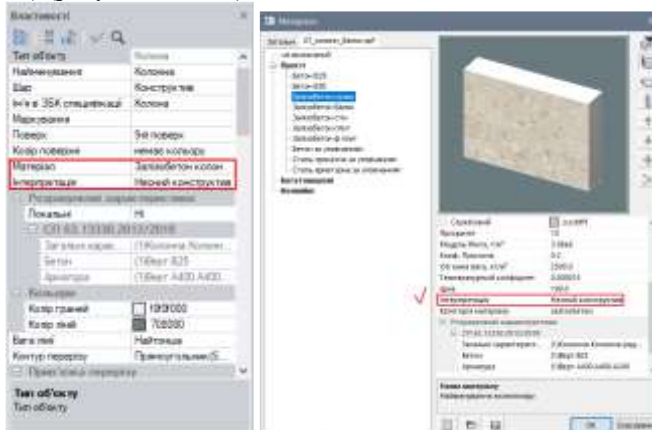


Рисунок 4.14.10 – Мінімально необхідні дані для армування колон і балок

Тема 4.15. Імпорт результатів розрахунку, конструювання та підготовка креслень колони в ПК САПФІР

Мета та план заняття

Імпортувати результати армування. Виконати уніфікацію колон. Створити типи армування (шаблонів положення стрижнів) для колон. Призначити марки для колон. Створити маркувальний план вертикальних елементів. Нанести розміри і виноски з маркуванням колон. Відобразити інформацію про армування колон.

Створити маркувальний розріз вертикальних елементів будівлі. Створити лист креслення з маркувальним планом і розрізом. Створити лист креслення зі специфікацією залізобетонних виробів. Створити модель армування колони. Розмістити модель армування колони на кресленні.

4.15.1. Імпорт результатів армування колони

На вкладці **Армування** натиснути кнопку  – **Показати** у пеналі **Результати армування**.

Якщо з файлом попередньо не було пов'язано ніяких результатів, тоді відкриється діалогове вікно **Вибір файлу** (рисунок 4.15.1), в якому необхідно вибрати файл з результатами розрахунку і натиснути кнопку **Відкрити**. Після установки програми файл результатів для цього прикладу лежить в папці C:\ProgramData\SAPFIR\Sapfir 2022\Samples. Файл результатів (*.asp), сформований ПК ЛІРА-САПР рекомендується зберігати в папці, де лежить вихідний файл моделі (*.spf), з тим же ім'ям. Тоді в САПФІРі результати будуть завантажені автоматично при

натисканні кнопки  – **Показати** ( – **Властивості проекту**, встановити значення **Так** для параметра **Автозавантаження результатів**).

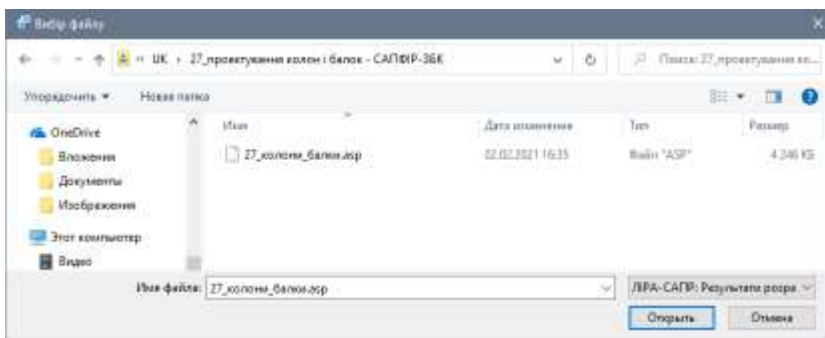


Рисунок 4.15.1 – Імпорт файлу з результатами армування

виводяться: відсоток армування, необхідний за розрахунком, розрахункова площа армування, значення кутової арматури (AU1), розподіленої вздовж граней (AS1, AS3) і поперечної арматури в двох напрямках (ASW1, ASW2). У правій частині діалогового вікна розташована діаграма: по осі абсцис відкладена розрахункова площа арматури, по осі ординат – кількість колон.

Щоб приховати частину стовпців з повторюваними даними у діалоговому вікні **Уніфікація колон** (рисунок 4.15.2) клацніть правою кнопкою миші по списку колон і виберіть з контекстного меню команду **Симетричне армування**.

Для колон перерізом 70×40 виділіть колону з відсотком армування 1,48 (перша у списку).

Натисніть кнопку  () – **Створити новий тип армування**.

Щоб відредагувати підібраний тип армування виділіть його в списку праворуч і натисніть кнопку  () – **Редагувати тип армування** (двічі клацнути по типу армування).

У діалоговому вікні **Тип армування AT-001** (рисунок 4.15.3) у списку **Вздовж Y** виберіть **Ø16**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

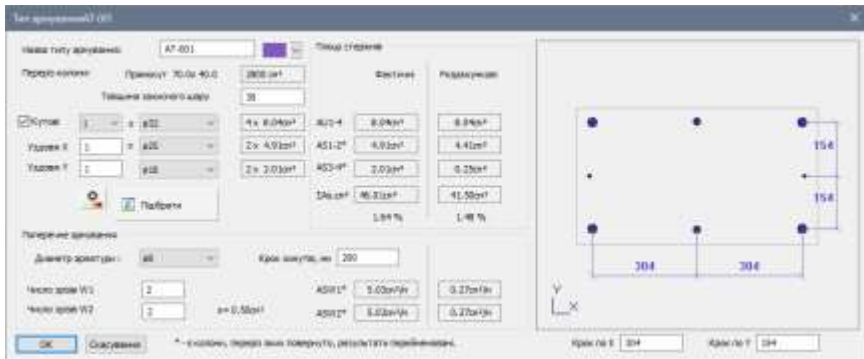


Рисунок 4.15.3 – Діалогове вікно **Тип армування**

У діалоговому вікні **Тип армування AT-001** можна порівняти площі стрижнів: за результатами розрахунку і підібрані програмою (фактичні), проконтролювати й відредагувати, при необхідності, кількість стрижнів уздовж X, уздовж Y і кутові. При відсутності в ЛПРА-САПР прапорця **Виділяти кутові арматурні стержні** (рисунок 4.15.4), в загальних характеристиках, які використовуються при конструюванні, у

Відкрийте діалогове вікно **Кольори** (рисунок 4.15.5), клацнувши по списку кольорів, і вказавши команду **Вибір кольору**.

У діалоговому вікні виберіть червоний колір для перерізу 70×40 і натисніть кнопку **ОК**.

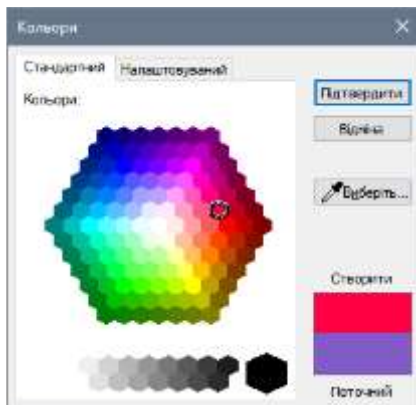


Рисунок 4.15.5 – Призначення кольору для перерізу

Усі типи армування набудуть різного відтінку відповідного кольору, залежно від інтенсивності сумарної площі робочої арматури в перерізі. Колони з великим відсотком армування отримують більш насичене забарвлення, а колони з меншим відсотком армування - світліше.

Розкрийте список перерізів колон і виберіть зі списку переріз **Прямокугн. 60.0×40.0**. Способом, описаним вище, створіть для нього кілька типів армування.

Для перерізу **Прямокугн 60.0×40.0** призначте синій колір в діалоговому вікні **Кольори**.

Для оновлення нумерації колон клацніть правою кнопкою миші по списку колон і виберіть з контекстного меню команду **Перенумерувати типи армування**.

Призначення марок для колон

Щоб присвоїти колонам марки клацніть правою кнопкою миші по списку колон і виберіть з контекстного меню команду **Призначити марки...**

У діалоговому вікні **Маркування елементів конструкції** (рисунок 4.15.6) задайте наступні параметри:

- принцип маркування: тип перерізу; тип армування; висота колони;
- встановіть прапорець **перемаркувати всі колони**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

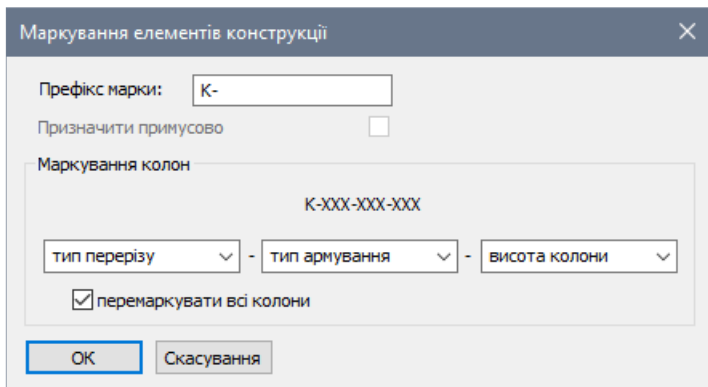


Рисунок 4.15.6 – Діалогове вікно **Маркування елементів конструкції**

У діалоговому вікні **SAPFIR** (рисунок 4.15.7), погодьтеся з пропозицією перемаркувати усі колони усіх перерізів, натиснувши кнопку **Так**. У результаті для всіх колон заповниться стовпець **Марка**.

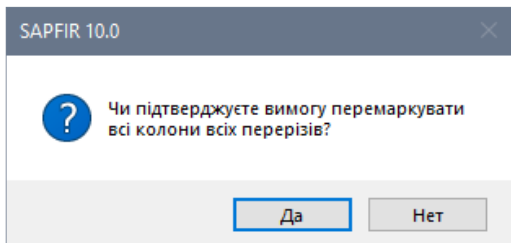


Рисунок 4.15.7 – Діалогове вікно САПФІР

Відповідно до прийнятого принципу маркування, усі колони однакового перерізу, однієї висоти і, які мають однаковий тип армування, отримають одну марку. Для кожної колони буде створена своя модель армування. Один тип армування може використовуватися декількома марками. Наприклад, якщо у колон однакове розташування стрижнів, але при цьому різна висота. Для кожної марки створюється тільки одна модель армування.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

Щоб відобразити колони в кольорі відповідно до підібраних типів армування, натисніть кнопку  – **Колір по типу армування** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).

4.15.3. Створення маркувального плану вертикальних елементів

Створення розмірів і виносок для марок колон

У діалоговому вікні **Структура** виділіть рядок  **1-й поверх** і клацніть правою кнопкою миші.

Виберіть з контекстного меню команду **Показати план поверху**. Відкриється нова вкладка вікна **27_колони_балки.spf:План 1-й поверх** з видом плану.

Виділіть сітку координаційних осей.

Для автоматичного нанесення розмірів між осями натисніть кнопку



– **Позначити розміри** в рядку властивостей інструменту **Осі**.

У діалоговому вікні **Структура** розгорніть групу  **1-й поверх**, виділіть групу **Колона** і клацніть правою кнопкою миші.

Виберіть команду **Виділити** з контекстного меню (рисунок 4.15.8).

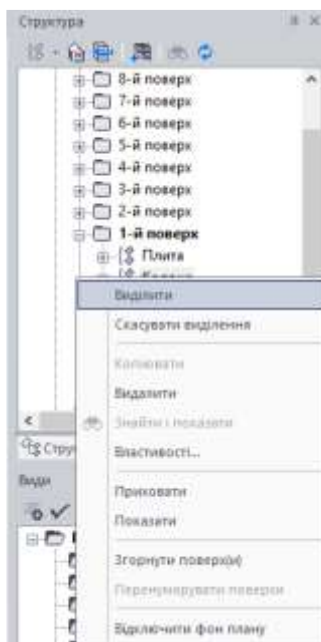


Рисунок 4.15.8 – Виділення колон за допомогою дерева проекту

Натисніть кнопку  – **Автоматичне створення розмірів** (панель **Розміри** на вкладці **Анотації**) для нанесення розмірів колон і прив'язки їх до осей.

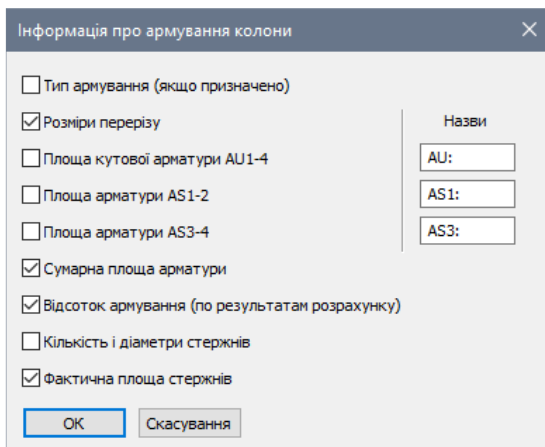
Щоб відобразити марки елементів на плані натисніть кнопку  – **Створити марки-виноски** (панель **Марки** на вкладці **Анотації**).

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колон.

При необхідності відредагуйте положення розмірів і марок, використовуючи команду  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Анотації**).

Відображення інформації про армування колон

Відкрийте діалогове вікно **Інформація про армування колони** (рисунок 4.15.9), натиснувши кнопку  – **Налаштувати інформацію про армування колон** в списку **Інформація про армування колони** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).



Інформація про армування колони	
☐ Тип армування (якщо призначено)	
☒ Розміри перерізу	
☐ Площа кутової арматури AU 1-4	Назви
☐ Площа арматури AS1-2	AU:
☐ Площа арматури AS3-4	AS1:
☒ Сумарна площа арматури	AS3:
☒ Відсоток армування (по результатам розрахунку)	
☐ Кількість і діаметри стержнів	
☒ Фактична площа стержнів	
OK Скасування	

Рисунок 4.15.9 – Діалогове вікно **Інформація про армування колон**

У діалоговому вікні встановіть прапорці **Розміри перерізу**; **Сумарна площа арматури**; **Відсоток армування (по результатах розрахунку)**; **Фактична площа стержнів**.

Після цього натисніть кнопку **OK**.

Натисніть кнопку  – **Інформація про армування колон** в однойменному списку (панель **Основна арматура** на вкладці

Армування). План 1-го поверху з марками колон, розмірами колон, прив'язкою колон до осей та інформацією про армування колон відображений на рисунку 4.15.10.

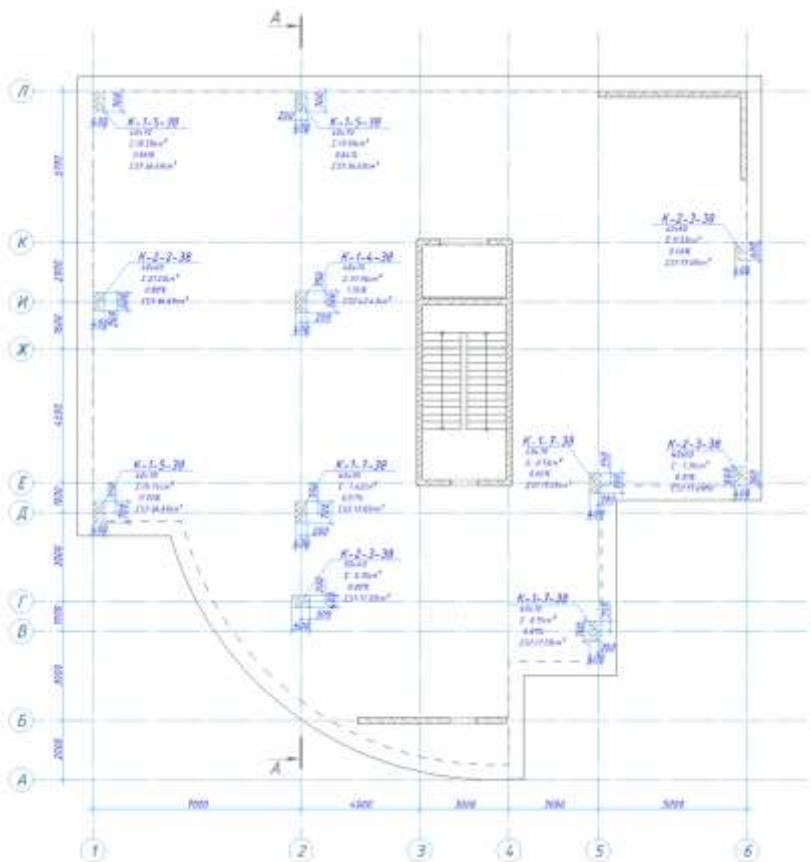


Рисунок 4.15.10 – План 1-го поверху з марками колон, розмірами колон і прив'язкою колон до осей

4.15.4. Створення маркувального розрізу вертикальних елементів

Створення розрізу

Натисніть кнопку   – Створити розріз (панель Види на вкладці Види).

У рядку властивостей інструменту **Розріз** натисніть кнопку  – **Переріз/Розріз**.

Задайте переріз А-А по осі 2. Напрямок погляду зліва-направо.

У діалоговому вікні **Види** (рисунок 4.15.11) двічі клацніть по рядку **1-й поверх: Розріз А-А**.

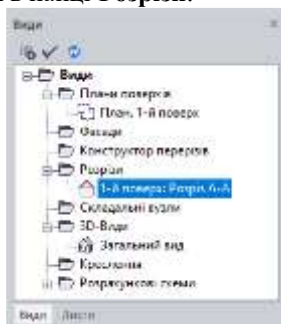


Рисунок 4.15.11 – Відображення розрізу А-А

Відображення марок елементів на розрізі

Відкрийте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** (рисунок 4.15.12), натиснувши кнопку  – **Фільтр указування об'єктів** на панелі інструментів **Візуалізація**.



Рисунок 4.15.12 – Діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів**

У діалоговому вікні виконайте наступне:

- натисніть кнопку  – **Відключити все**;
- встановіть прапорець **Колони**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

Виділіть рамкою усі колони будівлі.

Натисніть кнопку  – **Створити марки-виноски** (панель **Марки** на вкладці **Анотації**).

Натисніть клавішу **Esc**, щоб зняти виділення з колон.

Якщо натиснута кнопка  **І** – **Інформація про армування колон**, то під кожною маркою колони буде відображатися інформація про армування. Щоб відключити відображення додаткової інформації, повторно натисніть кнопку **Інформація про армування колон**. За допомогою рамки відсікання видимого зображення і командою  **П** – **Перенесення вершини** можна управляти границями розрізу.

Натисніть кнопку **A** – Автоматичне створення відміток (панель Розміри на вкладці Анотації).

При необхідності відкоригуйте положення марок і відміток за допомогою команд  – Перенесення і  – Перенесення вершини (панель **Коригування** на вкладці **Анотації**) (рисунк 4.15.13).



Рисунок 4.15.13 – Розріз з марками колон та інформацією про їх армування

Відкрийте діалогове вікно **Фільтр указування об'єктів** й увімкніть можливість виділення об'єктів, натиснувши кнопку  – **Включити все**. Підтвердіть зміни, натиснувши кнопку **ОК**.

4.15.5. Створення листа креслення з маркувальним планом і розрізом будівлі

Створення листа креслення

У діалоговому вікні **Види** двічі клацніть по рядку **План. 1-й поверх**.

Відкрийте діалогове вікно **Створити новий лист креслення** (рисунок 4.15.14), натиснувши кнопку  – **Креслення** (панель **Листи** на вкладці **Види**).

У діалоговому вікні задайте наступні параметри:

- назва креслення – **Маркувальний план**;
- формат листа – **A1**;
- встановіть прапорець **помістити на лист вид «План. 1-й поверх»**.

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

Виділіть зображення плану на аркуші та відредагуйте його положення, використовуючи команду  – **Перенесення** (панель **Корегування** на вкладці **Анотації**).

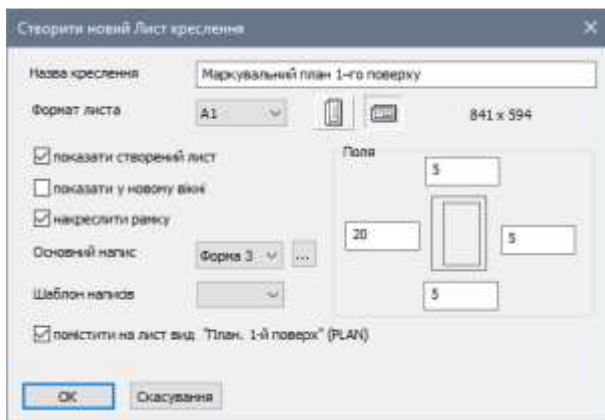


Рисунок 4.15.14 – Діалогове вікно **Створити новий лист креслення**

Натисніть клавішу **Esc**, щоб зняти виділення з зображення плану.

У діалоговому вікні **Види**, в групі **Розрізи**, клацніть по рядку **1-й поверх: Розріз А–А** і, утримуючи кнопку миші, перетягніть розріз на лист.

Додавання специфікації на лист креслення

Відкрийте діалогове вікно **Специфікації** (рисунок 4.15.15) натиснувши кнопку  – **Специфікації** в однойменному списку (панель **Налаштування** на вкладці **Види**).

У діалоговому вікні задайте наступне:

- виберіть **Специфікацію до схеми розміщення ЗБК**;
- відкрийте діалогове вікно **Вибрати лист** (рисунок 4.15.16), натиснувши кнопку  – **Помістити таблицю на лист**;
- в діалоговому вікні задайте прив'язку таблиці специфікації: по горизонталі - **50 мм**, по вертикалі - **200 мм**;
- натисніть кнопку  – **Вибрати**.

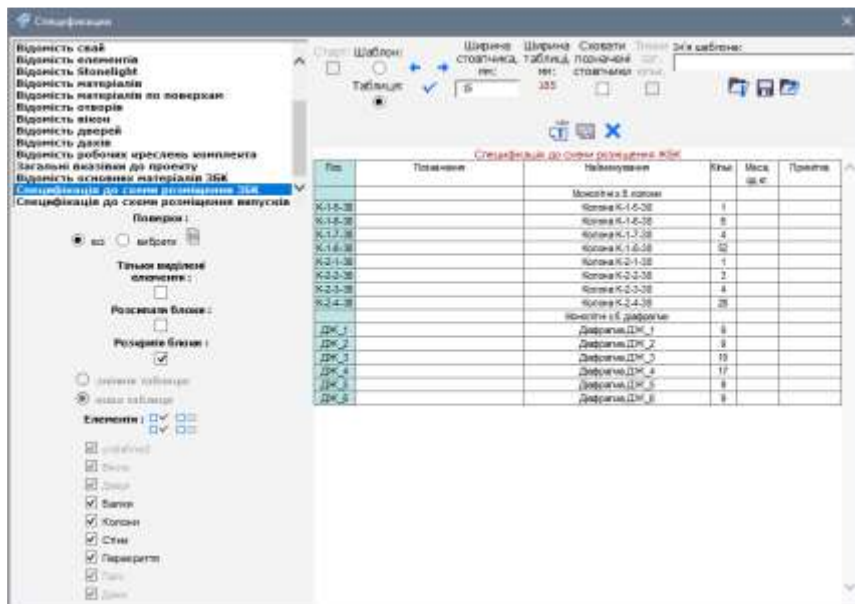


Рисунок 4.15.15 – Діалогове вікно **Специфікації**

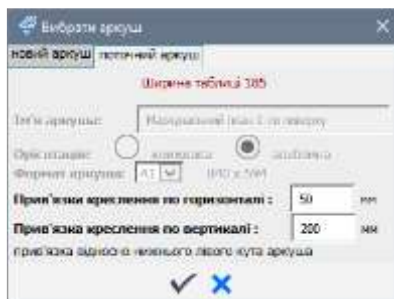


Рисунок 4.15.16 – Діалогове вікно **Вибрати лист**

Після цього натисніть кнопку **✗** – Вихід, щоб закрити діалогове вікно Специфікації. Специфікація відобразиться на аркуші креслення разом з планом і розрізом (рисунок 4.15.17).

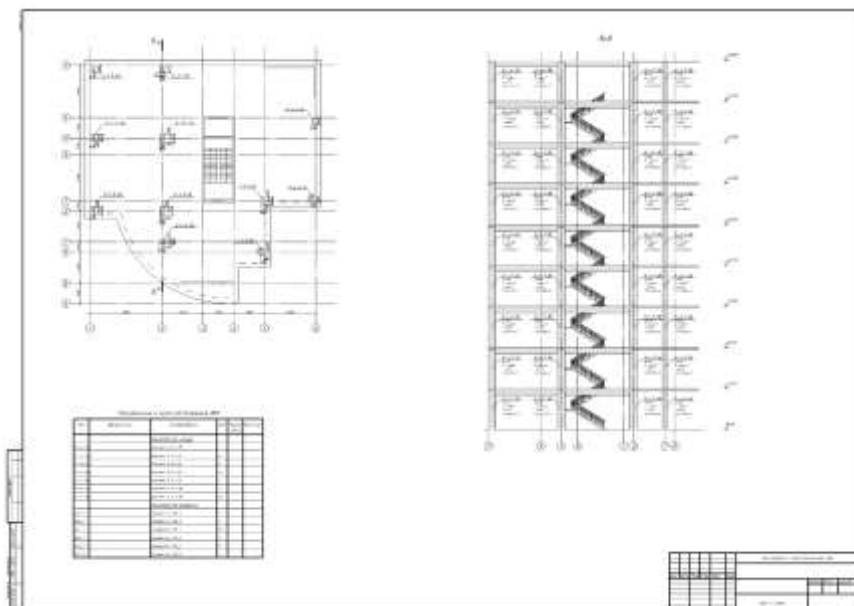


Рисунок 4.15.17 – Лист креслення з маркувальним планом, розрізом і специфікацією

4.15.6. Конструювання уніфікованої монолітної з/б колони

Створення моделі армування колони

У діалоговому вікні **Види** двічі клацніть по рядку **Загальний вид**.

У діалоговому вікні **Структура** проконтролюйте, щоб **1-й поверх** був обраний в якості поточного (назва поточного поверху відображається жирним шрифтом).

Для фрагментації першого поверху натисніть на кнопку  – **Показати активний поверх** на панелі **Візуалізація**.

Виділіть плиту перекриття першого поверху.

Натисніть кнопку  – **Приховати виділені** на панелі інструментів **Візуалізація**.

Виділіть колону на перетині осей И-2.

Відкрийте діалогове вікно **Армування колони** (рисунок 4.15.18)

натиснувши кнопку  – **Заармувати** (панель **Основна арматура** на вкладці **Армування**).

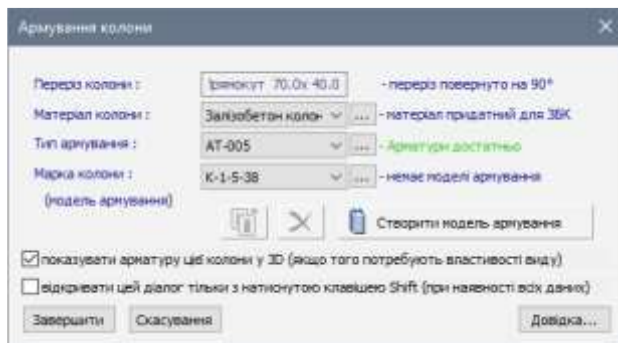


Рисунок 4.15.18 – Діалогове вікно **Армування колони**

Натисніть кнопку  **Створити модель армування**.

У діалоговому вікні САПФІР натисніть кнопку **Так**. Відкриється нова закладка вікна з моделлю армування колони (поздовжнім і двома поперечними розрізами), законструйованою згідно підбраного типу армування (рисунок 4.15.19).

На панелі властивостей інструменту **Армування колони** відображається марка даної колони, тип армування, кількість марок створених на основі даного типу армування, а також кількість колон даної марки.

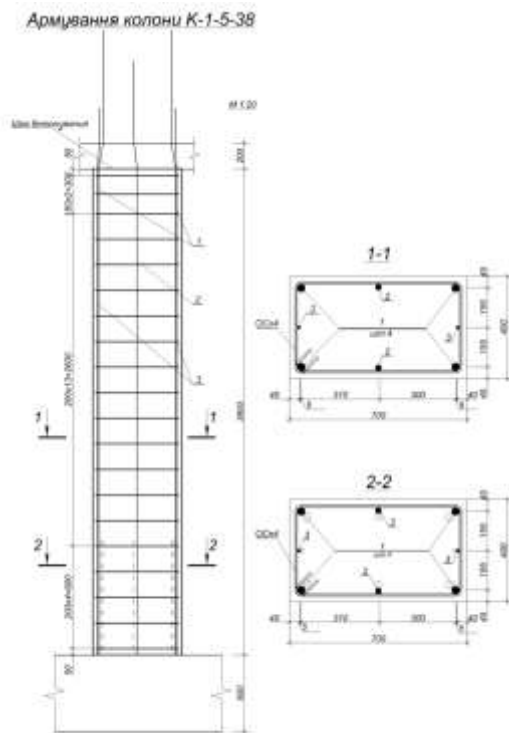


Рисунок 4.15.19 – Модель армування колони

Для створення відгинів натисніть кнопку  – **Відігнути випуски стержнів** на панелі властивостей інструмента **Армування колони**.

Внизу колони умовно намальовані випуски. Діаметр випусків співпадає з діаметром робочої арматури армованої колони. Їх відображенням можна керувати за допомогою прапорця **Стик**, розташованого на панелі властивостей інструмента **Армування колони**. Крок хомутів в зоні стику, крок хомутів у середній частині колони і крок хомутів у верхній частині колони можна змінювати в полях редагування **Розміщення хомутів**.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб вийти з режиму армування колони.

Відкрийте діалогове вікно **Специфікація арматури. К-1-1-38** (рисунок 4.15.20) натиснувши кнопку  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Маса	Примітка
OSn1	ГОСТ 10884-94	ø32A400, L=5090	4 шт.	128.5	відгнуті на 30мм
OSn2	ГОСТ 10884-94	ø25A400, L=4850	2 шт.	37.4	відгнуті на 30мм
OSn3	ГОСТ 10884-94	ø16A400, L=4550	2 шт.	14.4	відгнуті на 30мм
OSn4	ГОСТ 10884-94	ø8, L=2170	21 шт.	18.0	Холіт
K-1-1-38		825	1.06 т ^а		
Розмір				195.3	в середньому 188.3 кг/м ^а

Рисунок 4.15.20 –Діалогове вікно **Специфікація арматури. К-1-1-38**

Після цього натисніть кнопку **ОК**.

При необхідності відредагуйте положення розмірів і марок-виносок

на вигляді армування, використовуючи команду  – **Перенесення вершини** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**).

Якщо необхідно відредагувати положення стрижнів в перерізі, відкрийте його, двічі клацнувши по відповідних розрізах у діалоговому вікні **Види**:  **K-1-5-38: Розріз 1-1** і  **K-1-5-38: Розріз 2-2**. Скористайтесь

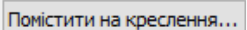
командою  – **Перенесення** (панель **Коригування** на вкладці **Армування**) для зміни положення стрижнів в перерізі. Щоб повернутися до початкового розташування стрижнів відкрийте діалогове вікно **Тип**

армування, натиснувши кнопку  – **Редагувати тип армування колони** в рядку властивостей інструменту **Колона**. У діалоговому вікні натисніть кнопку **ОК**.

Розміщення моделі армування колони на кресленні

Відкрийте діалогове вікно **Специфікація арматури** (рисунок 4.15.20), натиснувши кнопку  – **Специфікація** (панель **Документація** на вкладці **Армування**).

Відкрийте діалогове вікно **Накреслити таблиці відомостей і специфікацій арматури** (рисунок 4.15.21), натиснувши кнопку



У діалоговому вікні задайте наступні параметри:

- ім'я листа – **Армування колони К-1-1-38** (в якості імені задайте марку тієї колони, для якої виконане конструювання);
- формат аркуша – **A3**;

- введіть необхідні значення прив'язки для правого верхнього кута таблиці.



Рисунок 4.15.21 – Діалогове вікно **Накреслити таблиці відомостей і специфікацій арматури**

Натисніть кнопку  – **Накреслити** **вибрані** **таблиці** **та** **автопримітки**.

У діалоговому вікні **Види** клацніть по рядку  **K-1-1-38** в папці **Складальні вузли** і, утримуючи ліву кнопку миші, перетягніть модель армування колони на лист (рисунок 4.15.22).

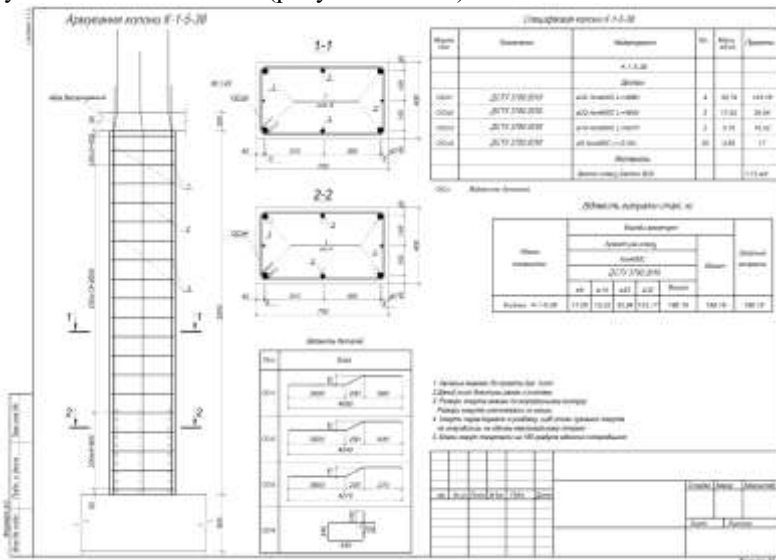


Рисунок 4.15.22 – Креслення армування колони

Положення моделі армування колони на аркуші зручно редагувати, якщо відкрити модель армування колони і її креслення в паралельних видах. Зробити це можна, клацнувши правою кнопкою миші по назві закладки і вибравши з контекстного меню команду **Вертикальна група** (рисунок 4.15.23). Усі операції корегування повинні здійснюватися в моделі армування колони. На кресленні відображається лише результат для виведення на друк.

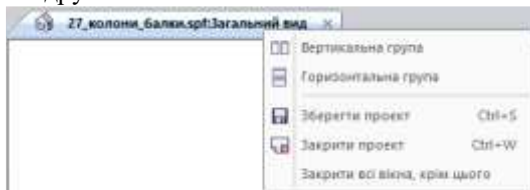


Рисунок 4.15.23 – Вертикальне групування закладок

Щоб відобразити армування колон у 3D вигляді натисніть кнопку  – **Арматура** на панелі інструментів **Візуалізація**.

Натисніть клавішу **Esc** на клавіатурі, щоб зняти виділення з колон.

Натисніть кнопку  – **Каркас** на панелі інструментів **Візуалізація**, щоб прибрати заливку елементів і побачити арматуру в тілі колон.

У діалоговому вікні **Властивості** встановіть значення параметра **Спрощені моделі** – **Ні**.

Натисніть кнопку  – **Застосувати до об'єкту** (клавіша **Enter** на клавіатурі).

Щоб відобразити арматуру в кольорі відповідно діаметру (рисунок 15.24) натисніть кнопку  – **Колір по Ø** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).



Рисунок 4.15.24 – Арматура колон в кольорі згідно діаметру

Змінити колір для кожного діаметру можна в діалоговому вікні  – **Арматура** (панель **Налаштування** на вкладці **Армування**).

Література

1. ДБН В.1.2-5:2007. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ. Мінрегіонбуд України. 2007. Чинний від 2008-01-01.
2. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни та визначення.
3. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Number of pages : 34
4. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Зі змінами № 1 та № 2 Київ. Мінрегіон України. 2014. Чинний від 2014-10-01.
5. PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. Withdrawn. Published on: 28 Feb 2013
6. BIM Dictionary - BIM Manager. Режим доступу: <https://bimdictionary.com/>
7. NBS – What is a BIM Execution Plan (BEP)? Режим доступу: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-a-bim-execution-plan-bep>
8. NBS – BIM Levels explained. Режим доступу: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>
9. NBS – BIM Dimensions. Режим доступу: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>
10. BuildingSMART – IFC Introduction. Режим доступу: <https://www.buildingsmart.org/>
11. ДСТУ EN ISO 29481-1:2022 Інформаційні моделі будівель. Настанова з доставляння інформації. Частина 1. Методологія та формат (EN ISO 29481-1:2017, IDT; ISO 29481-1:2016, IDT). Дата початку дії: 01.10.2022.
12. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#n9>
13. Концепція впровадження BIM в Україні. За підтримки проекту ЄС «Допомога органам влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проекту». 2019. – 116 с.
14. Самчук В.П. Комп'ютерні технології інформаційного моделювання будівель і споруд / В.П. Самчук, В.Я. Троць // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. м. Луцьк: Луцький НТУ. – 2017. Вип. 8. – с. 221 - 226.

15. Барабаш М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства. Монография. – Киев, Издательство Сталь. 2014. – 301 с.

16. ISO 16739:2013. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. Publication date: 2013-04. Number of pages: 23.

17. ДСТУ EN ISO 12006-3:2020 Зведення будівель. Структура інформації про об'єкти будівництва. Частина 3. Структура об'єктно-орієнтованої інформації (EN ISO 12006-3:2016, IDT; ISO 12006-3:2007, IDT). З наданням чинності від 2020–04–01

18. Программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР – основа отечественных BIM-технологий.: Монография / М.С. Барабаш, Д.В. Медведев, О.И. Палиенко. – 2-е изд. – Издательство Юрайт, 2013. – 366 с.

19. Барабаш М.С. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР / М.С. Барабаш, В.В. Бойченко, О.И. Палиенко, – Киев: издательство "Сталь", 2012. – 485 с.

20. САПФИР 2018. Учебное пособие. Бойченко В.В., Медведев Д.В., Палиенко О.И., Шут А.А. – К.: Издательство ООО «СОФОС», 2018.– 130 с.

21. Вінцюк М.В., Самчук В.П. Огляд особливостей врахування нелінійності при проектуванні будівельних конструкцій у ПК «ЛІРА-САПР» та «SCAD» / М.В. Вінцюк, В.П. Самчук // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. м. Луцьк: Луцький НТУ. – 2018. Вип. 9. – с. 18-26.

22. Вінцюк М.В., Самчук В.П., Кислюк Д.Я. Розрахунок багатопролітної монолітної залізобетонної плити перекриття у фізично нелінійній постановці за допомогою ПК ЛІРА-САПР / М.В. Вінцюк, В.П. Самчук, Д.Я. Кислюк // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. м. Луцьк: Луцький НТУ. – 2018. Вип. 10. – с. 35-43.

Розділ 5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ

Тема 5.1. Влаштування монолітних каркасів

У будівництві багатоповерхових житлових будівель в минулі роки склалися свої стереотипи – це переважно використання збірного залізобетону і дуже рідко – монолітне будівництво.

Очевидно, що тепер альтернативи "моноліту" (Рис. 5.1.1) немає, принаймні, з точки зору вартості. Фактично кожна збірна залізобетонна будівля має вартість квадратного метра житлової площі вищу, ніж "моноліт".



Рис. 5.1.1. Монолітне будівництво

У руках архітекторів з'являються практично необмежені можливості для творчості. У нових економічних умовах велику роль відіграє також собівартість зведення об'єкта, де моноліту поки немає рівних. Все це замовники та проектувальники, які вміють рахувати гроші, зрозуміли давно.

Нові будівельні технології допомагають економити. З початком активного інвестування в українську нерухомість неминуче почнеться і масове впровадження нових будівельних технологій. Деякі в Україні вже прижилися, інші тільки-тільки завойовують ринок. Серед нових технологій безумовним і найвідомішим лідером є моноліт. Вартість монолітного будинку знаходиться десь посередині між панельним і цегляним. Це дозволяє моноліту стати дуже перспективним, особливо якщо врахувати, що, з одного боку, найбільший попит зараз на недороге житло, а з іншого, вимоги до нього у покупців все вищі.

Однак, велике майбутнє зараз пророкують вільному плануванню при найвищій надійності. Щоб забезпечити це використовується така технологія як перекриття на несучих колонах. У будинках, побудованих за таким принципом, може взагалі не бути однакових квартир і у них простіше створювати магазини, ресторани та інші комерційні приміщення на нижніх поверхах. Крім того, такий будинок буде безпечнішим і в районі з частими землетрусами.

У квартирах, що розташовуються в будинках з моноліту, тепліше взимку та прохолодніше влітку. Такий баланс досягається не тільки завдяки вдалій сучасній технології будівництва, але і за допомогою останніх технічних досягнень: центральне кондиціонування, індивідуальний тепловий пункт та інше, що є невід'ємною частиною сучасних будинків. Житло середнього класу (підвищеної комфортності) буде утворюватися без додаткових дорогих зручностей і на перший погляд відрізняється від квартири в панельній багатоповерхівці тільки більш вдалим плануванням житла. Але в монолітному будинку можливо перепланування, і ще на стадії будівництва можна запропонувати інвестору власний проєкт приміщення.

Монолітні будівлі легші від цегельних на 15-20%, адже стіни, як правило, влаштовуються з піно чи газоблоків, які значно легші та мають низьку теплопровідність. За рахунок полегшення ваги конструкцій зменшується матеріалоемність фундаментів, відповідно, можна зекономити на фундаментах.

Монолітне будівництво забезпечує практично "безшовні" конструкції. Завдяки цьому підвищуються показники тепло- і звуконепроникності та й конструкції є більш довговічними.

Процес монолітного будівництва складається з декількох основних етапів: підготовки опалубки, влаштування металевого каркасу, приготування і доставки бетону і, власне, укладання бетону. Процес цей особливо спрощується, якщо є можливість створення свого бетонного вузла безпосередньо на будмайданчику.

Застосування сучасних опалубних систем при монолітному будівництві значно спрощує його технологічність. Терміни і якості

зведення конструкцій багато в чому визначає застосована опалубка. Сучасні опалубні системи можна класифікувати за різними критеріями:

За сферою застосування і конкретними завданнями:

- для стін;
- для перекриттів;
- для колон;
- для кільцевих стін із змінним радіусом;
- тунельна;
- одностороння.

За конструктивними особливостями:

- рамні;
- балкові.

За способом установки:

- стаціонарна;
- самопідйомна;
- підйомно-переставна;
- підйомна.

Для виготовлення елементів опалубок застосовують різні матеріали: сталь, алюміній, деревину, пластик.

Зараз застосовується дві монолітних технології: з тунельною опалубкою і щитовою. Тунельна опалубка дає можливість отримувати цілі блоки квартир і зводити одночасно внутрішні стіни і перекриття: по висоті, довжині і ширині. Пізніше залишається тільки побудувати зовнішні стіни. Такі будинки навряд чи можна назвати елітними, але, тим не менш, квартири в них можуть бути прекрасної якості. Площа однокімнатних може досягати п'ятдесяти і більше квадратних метрів.

Щитова опалубка менш швидкісна, але більш мобільна. З її допомогою можна зводити будівлі каркасного типу без балок. Це відкриває масу можливостей: реально побудувати будівлю-етажерку з будь-яким фасадом, за бажанням замовника, і розпланувати квартири так, як треба – будь-яка площа, будь-яка кількість кімнат. Простір для діяльності величезний, а обмежень практично немає! Так само більше не виникає проблем із швидкістю будівництва монолітних будинків.

Опалубка (від «палуба», «опалубк» – покрити настилом з дощок і т. п.) – сукупність елементів і деталей, призначених для надання необхідної форми монолітним бетонним або залізобетонним конструкціям, що зводяться на будівельному майданчику.

Вибір типу опалубки визначається характером бетонуваних конструкцій або споруд, співвідношенням їх геометричних розмірів, прийнятою технологією виробництва робіт, кліматичними умовами.

Ринок України рясніє торговими марками різних виробників опалубки. Є серед них і іноземні виробники, і вітчизняні. Найвідоміші з зарубіжних компаній: PERI, Hunnebeck, НОЕ-Шальтехнік, ДОКА,

PILOSIO SpA, Aluma Systems, SGB, BAUMANN-Mostrat. І число «іноземців» зростає постійно. На території України існує також спільні підприємства, і компанія СП «AB PASCHAL» одна з них.

Список вітчизняних виробників не настільки численний. З найбільш широко відомих компаній можна назвати компанію «ГППРО», пропонує продукція якої розробляється фахівцями київського інституту «Діпроцивільпромбуд», а також завод «Павлоградспецмаш», який широко відомий в регіоні та за його межами як власник торговельної марки «Будмайстер».

Придбання набору опалубки у власне користування – задоволення дороге, тому має сенс тільки у разі спорудження будівлі вище чотирьох поверхів. Якщо ж передбачувана поверховість будівлі нижче, оператори ринку рекомендують брати опалубку в оренду. Це дозволить скоротити витрати, якщо подібний спосіб зведення споруди найближчим часом не планується.

Ринок опалубних систем можна з повною впевненістю назвати барометром стану будівельної галузі України не тільки в кількісному, але і якісному відношенні. І, якщо збільшення обсягу закупівель даного обладнання є показником просто активного будівництва, то підвищення попиту на дорогі імпортні системи говорить про появу «знакових» об'єктів і вливання в галузь значних інвестицій.

Серед чинників, що формують вартість опалубки, можна виділити наступні: вартість матеріалу, з якого виробляється конструкція (дерево, фанера, метал і його покриття); наявність додаткових елементів, що спрощують монтаж і демонтаж, що забезпечують безпеку під час експлуатації; країна-виробник (імпортна продукція, як правило, дорожча від вітчизняної); а також конструктивні особливості системи. За даними компанії «АвіаБудСервіс», вартість вертикальної опалубки німецького виробництва може становити близько € 150-400, ціна конструкції для формування горизонтальних поверхонь – € 50-120, ламіновану вологостійку фанеру виробництва України та Китаю можна придбати за € 650-700, дерев'яна балка для створення опалубних форм може коштувати € 7-10. Алюмінієва крупнощитова система може складати від € 1400 і вище, повний комплект опалубки для бетонування колон на шкворнях – від € 16000, алюмінієві рами та алюмінієві балки – близько € 1000.

Для того, щоб правильно розрахувати вартість квадратного метра опалубки, необхідно попередньо ознайомитися з проектом майбутньої будови. Це дозволить сформулювати уявлення про те, які саме елементи і системи слід застосовувати при зведенні даного об'єкта.

Матеріали для виготовлення опалубки можна перерахувати і виїде такий перелік опалубок:

- дерев'яна/деревометалева опалубка;
- металева опалубка;

- залізобетонна опалубка;
- гумова/тканинна (надувна) опалубка;
- пластмасова опалубка;
- армоцементна опалубка.

У переліку представлені опалубки з матеріалами, з яких виконують самі щити, всі інші ж елементи, у тому числі кріпильні деталі, замки, ребра жорсткості, різного роду з'єднувачі та інші добірні елементи, як правило, виконуються з металу, в деяких випадках з високоміцного пластика.

Дерев'яна опалубка. Дерев'яна/деревометалева опалубка виготовляється з деревини з вологістю, що не перевищує 25%. Палубу щитів можна виконати з дощок, але практичніше виконувати з водостійкої фанери або фанери, обробленої відповідними просоченнями або смолами для одержання властивості не намокати Рис. 5.1.2).



Рис. 5.1.2. Дерев'яна опалубка

Металева опалубка. Металева опалубка – це різновид опалубки, найчастіше який використовується в монолітному будівництві, так як металеві матеріали – відмінні матеріали для опалубки фундаменту, стін і інших відповідальних частин будівлі Рис. 5.1.3).

Плюси у використанні опалубок з металевими пластинами – це довговічність, простота в процесі її монтажу/демонтажу, а також універсальність і висока якість поверхні після виконання робіт.



Рис. 5.1.3. Металева опалубка

Залізобетонна опалубка. Залізобетонна опалубка застосовується в гідротехнічному будівництві, та інших трудомістких видах будівництва (елементи опор для мостів, підпірні і набережні стіни, фундаменти великих інженерних споруд). Для того, щоб запобігти зчепленню опалубки з бетоном, поверхню її покривають мастилом (втім, як і у випадку з багатьма іншими опалубками). Обшивку опалубки змащують до установки арматури.

Надувна опалубка. Гумова/тканинна (надувна), вона ж пневматична опалубка, що застосовується в основному для бетонування елементів складних геометричних форм (куполів, склепінь прольотів). Вона виконується зі щільної повітронепроникної тканини у вигляді оболонки. При нагнітанні повітря в оболонку, вона набуває форму запроєктованої конструкції (Рис. 5.1.4).

По надутій повітрям оболонці одягають спеціальну джутову тканину, яка є арматурою для першого шару із звичайного розчину. Шар розчину наносять невеликої товщини, і після його затвердіння виходить тверда оболонка. По ній укладають арматуру і бетонну суміш необхідної товщини.



Рис. 5.1.4. Надувна опалубка

Пластмасова опалубка. Пластмасова опалубка знайшла своє застосування для виготовлення бетонних/пінобетонних блоків, а також використовується для зведення монолітних конструктивних елементів споруд різного призначення і конфігурації (Рис. 5.1.5).



Рис. 5.1.5. Пластмасова опалубка

Опалубні щити з пластмаси (60×30см) застосовуються як матеріали для опалубки стін і з'єднуються в блоки за допомогою сполучних ключів, добірних елементів – металевих ребер жорсткості (куточків, швелерів), зовнішніх і внутрішніх добірних кутових елементів.

Елементи ребер жорсткості кріпляться гвинтовими стяжками і талрепами. Даний матеріал для опалубки дає можливість легко та швидко спорудити конструкцію різноманітної форми, а поверхня готового виробу виходить гладкою і не вимагає особливо складної обробки.

Конструкції опалубки

Дуже важливо розуміти різницю між тією чи іншою конструкцією опалубки, так як опалубка конструкція має різні продуктивності і потребує різної кількості працівників, наявності спеціальної техніки і часу на установку опалубки/демонтаж її. Конструкційно можна виділити такі види опалубки:

- підйомно-пересувна опалубка;
- розбірно-пересувна опалубка;
- опалубка, що ковзає;
- блок-форма опалубка;
- опалубка, що котиться;
- незнімна (опалубка-оболонка).

У переліку присутні всі опалубки, крім надувної, яка була раніше описана, як опалубка, що складається з тканинного гумового матеріалу.

Підйомно-пересувна опалубка. Підйомно-пересувна опалубка (Рис. 5.1.6) складається з двох конічних оболонок (внутрішньої і зовнішньої), підвішених до напрямних. Оболонки виконують з панелей, оббиті листовою сталлю (2 мм), а з'єднання між собою відбувається за допомогою болтових елементів.



Рис. 5.1.6. Підйомно-пересувна опалубка

Суть бетонування такою опалубкою полягає в тому, що виріб бетонують поярусно, пересуваючи панелі опалубки вище після затвердіння суміші. Незамінна в мостовому будівництві, особливо в зведенні елементів, які мають проєктну висоту десятки метрів. Так, на малюнку показана опалубка на опори мосту.

Розбірно-пересувна опалубка. Розбірно-пересувна опалубка має конструкцію зі щитів, які зроблені з дощок товщиною 25-30 мм, оббитих вологостійкою фанерою, пластиком, листовою сталлю тощо. Бічні щитові конструкції опалубки можна знімати ще до набору повної проєктної міцності бетону. Дуже популярна в сучасному міському і заміському будівництві невеликих обсягів, особливо зручна в зведенні монолітних стін, колон (Рис. 5.1.7).



Рис. 5.1.7. Розбірно-пересувна опалубка

Опалубка, що ковзає. Опалубка, що ковзає є такою, що бетонування також виконується поярусно за допомогою спеціально призначеної конструкції. Конструкція її вміщує в собі опалубні щити, які фіксовані П-подібною домкратною рамою таким чином, що мають можливість рухатися вгору за допомогою домкратів.

На Рис. 5.1.8 можна побачити П-подібну раму, яка фіксує опалубні щити в горизонтальному положенні на різній висоті.



Рис. 5.1.8. Опалубка, що ковзає

Контрольні питання:

1. Які переваги монолітної технології будівництва порівняно з іншими?
2. Які основні етапи процесу монолітного будівництва?
3. Які є види опалубних систем по області застосування?
4. Які є види опалубних систем за конструктивними особливостями?
5. Які є види опалубних систем за способом установки?
6. Яка конструкція і область застосування підйомно-пересувної опалубки?
7. Яка конструкція і область застосування розбірно-пересувної опалубки?
8. Яка конструкція і область застосування ковзаючої опалубки?
9. Назвати і коротко описати замки опалубних систем

Тема 5.2. Будівництво термобудинків з використанням незнімної опалубки

Будівництво за технологією «Термодім» або «Ізодім»



Рис. 5.2.1. Елементи опалубки Термодім

Термодім – це будинок, стіни якого зведені з порожнистих пінополістирольних блоків (Рис. 5.2.1), відомих як незнімна опалубка і залитих важким бетоном. Пінополістирольні блоки називаються термоблоками і є незнімною опалубкою. Залитий бетон, набираючи міцність, утворює монолітну конструкцію будинку.

Основа технології термодім – термоблок, що складається з двох пінополістирольних плит, з'єднаних один з одним пластикою або такою ж пінополістирольною перемичкою.

Полістирол, матеріал з якого зроблені термоблоки, дуже хороший утеплювач: 10 сантиметрів пінополістиролу по теплоізоляційних властивостях рівнозначно двом метрам бетону або 1,5 метра стандартної цегляної стіни. Більш тонкі, але теплі стіни дозволяють збільшувати площу житла – стандартні 36 квадратних метрів в цегляному будинку перетворюються в пінополістирольному, при тих же зовнішніх розмірах, в 42 квадратних метри! Для будинків з пінополістиролу годиться будь-яка система опалення, і кожна з них дозволить заощадити значні кошти.

Пластичність полістиролу дозволяє реалізовувати практично будь-яку, саму неймовірну фантазію. І замість великовагових громіздких конструкцій з'явилися легкі витончені деталі прикраси будівель. Термодім

з незнімної опалубки може мати стіни і отвори будь-якої конфігурації. Якщо поворот стіни потрібно зробити не під кутом 90 градусів, термоблок легко відрізати під потрібним кутом за допомогою звичайної пилки прямо на будмайданчику.

Гранично просто вирішується питання обробки – пінополістирольна стіна особливої підготовки не вимагає. Для внутрішніх робіт найчастіше використовують штукатурку, деревностружкові плити, вагонку, гіпсокартон, або декоративну плитку. Зовні – цементну шубу, штукатурку, облицювальну плитку, вініловий сайдинг тощо.

Укладання пінополістирольних блоків починають на ретельно вирівняному по горизонталі фундаменті з облаштування гідроізоляції. Ізолюючий шар можна виконати євроруберойду на мастиці або поліетиленовій плівці. Перший ряд пінополістирольних блоків укладають безпосередньо на шар гідроізоляції по всьому периметру майбутньої будівлі, пропускаючи через порожнини блоків скріплену з фундаментом вертикальну арматуру. Потім, відповідно до проекту будинку, у пази блоків закладають прутки горизонтальної арматури. Під час кладки першого ряду формується архітектура цілого поверху, тому важливо відразу оформити в потрібних місцях укоси дверних прорізів і відводи внутрішніх стін. Наступний шар блоків повинен перекривати вертикальні шви першого шару за принципом цегляної кладки із зсувом, кратним 250 мм (для серії 25МСО), що дозволяє жорстко фіксувати форму будови. З'єднання блоків з пінополістиролу здійснюється легким натиском на їх кромки, щоб замки, які перебувають у верхній і нижній частині крайок замкнулися щільно без зазорів (Рис.5.2.2). Третій ряд – контрольний для вирівнювання шарів блоків по вертикальних швах кладки.

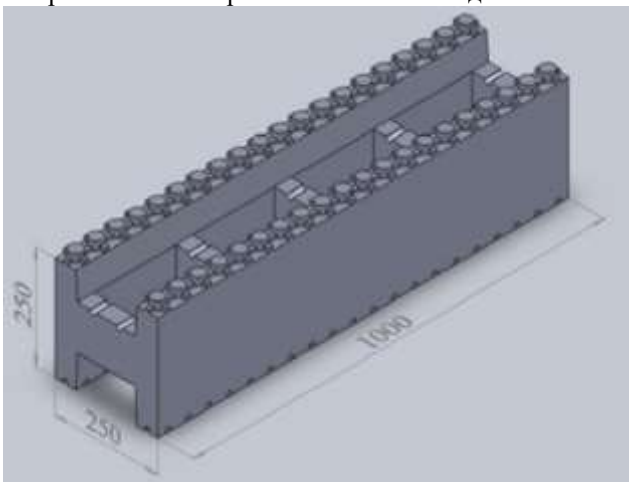


Рис. 5.2.2. Конструкція готового термоблоку

Після звірки з проектом розмірів стін і їх осевої точності, слід заглушити за допомогою елементів ОВ і ОН всі бічні отвори в блоках, що утворилися в місцях їх з'єднання на кутових стінах і в прорізах дверей і вікон. Дуже важливо також встановити в цьому ряді тимчасові, стягуючі перемички із блоків МП для фіксації розмірів прорізів. Крім того, перемичку прорізу необхідно захистити від просідання і можливого руйнування під вагою рідкого бетону за допомогою вертикальних підпірок, які видаляються після твердіння бетону.

Для оформлення стиків зовнішніх і внутрішніх несучих стін, а також кутів будівлі необхідно вирізати фрагменти в бічних стінках одних блоків МСО і в торцевій частині інших так, щоб в утворені отвори можна було пропустити арматуру, а бетонна маса в розгалуженні або на кутах утворила б міцне з'єднання.

Арочні отвори складаються з блоків "на сухо". Потім вирізується контур бажаної арки, нижня її частина оперізується металевими листами або іншим матеріалом, виконуючим роль знімної опалубки аркового прорізу. Армвання і бетонування арочних перемичок здійснюється так само, як і плоских перемичок вікон і дверей. При необхідності нижня частина арки може бути утеплена листовим пінополістиролом.

Оскільки герметична опалубка обмежує відвід зайвої води, потрібно контролювати її вміст у бетонній суміші. При необхідності пластичну консистенцію бетону можна забезпечити, додаючи до нього пластифікатори. Якщо будувати за цією технологією стіни підвалу або льоху, необхідно захистити зовнішній шар пінополістиролу від бічного тиску ґрунту. Зовнішню гідроізоляцію стін льохів звичайно здійснюють традиційним способом, як і при виконанні кладки стін з цегли.

Після виконання описаних вище операцій можна приступати до заповнення порожнин блоків бетоном. При індивідуальному будівництві краще здійснювати бетонування по два-три ряди бетонною сумішшю, приготовленою безпосередньо на будмайданчику. Клас і марка бетону повинні відповідати проекту. У процесі бетонування кожних двох рядів верхній край стіни повинен складатися з ряду не заповнюваних у цьому циклі блоків, які виконують роль стяжки. Додатково верхню крайку цього ряду блоків варто захистити коректорами МН, щоб у замки не потрапила бетонна маса. Ці коректори можна використовувати багаторазово.

Після перших двох рядів блоків укладаються й бетонуються наступні ряди і т.д., по спіралі ростуть стіни нового будинку. При будівництві багатоповерхового будинку порожнини блоків зручно заповнювати за допомогою бетононасоса, регулюючи витрату бетону так, щоб не перевищувати обсяг 10-15 м³/год (якщо консистенція маси пластична!).

Струмінь бетону спочатку треба направляти на кути будівлі, розгалуження стіни, укоси і краї отворів, а вже потім на середню частину порожнини стіни. Ущільнення бетону здійснюється штикуванням.

При укладанні свіжого бетону з перервою понад 6 годин після закладки попереднього шару необхідно очистити поверхню затверділого бетону від склоподібного цементного молочка й зволожити її. Для кращого зчеплення шарів поверхню покладеного бетону не потрібно розгладжувати.

Технологія Термодім дозволяє використовувати різні варіанти перекриттів. Перекриття можуть бути дерев'яними, з монолітного або збірного залізобетону. Вибір виду перекриття визначається проєктом будівлі. Якщо в проєкті будови відсутня несуче перекриття, завершення будови можна оформити за допомогою блоків, використовуваних для монтажу прорізів, вирізавши отвори в їх дні з тим, щоб монолітно з'єднати з розташованою нижче стіною. Іншим часто використовуваним варіантом перекриття може служити перекриття з монолітного залізобетону, виконане по листу профнастилу. Цей вид перекриття просто монтується на будмайданчику без застосування складної будівельної техніки і може бути легко пристосований до вимог проєкту по міцності, тепло-і звукоізоляції шляхом додаткового армування та укладання шарів утеплювача. Вибір типу і форми даху і покриття залежить від проєкту будови.

Товщина стіни - 25 см з них: 10 см – пінополістирол, 15 см – бетон (у серіях ЗОМСО і 35МСО стіна –30 і 35 см з них: 15 і 20 см пінополістирол (Рис. 5.2.3) і 15 см бетон, відповідно). Товщина бетону в серіях МСР залежить від розміру знімних перемичок (за бажанням замовника перемички виготовляються будь-якого розміру). Вага стін без обробки зовнішньої і внутрішньої – 280-300 кг/м². Витрата бетону – близько 125 л/м² стіни. Коефіцієнт теплопровідності блоків: 0,036 Вт/мК для зони А і 0,044 Вт/мК для зони В. Межа вогнестійкості стіни –1 ступінь. Водопоглинання за 24 години, % по об'єму – 0,1. Акустична ізоляція – 46 дБ. Допуск для об'єктів висотою до 25 м. Можливе застосування в сейсмічно небезпечних районах.

У будівельній системі Термодім використовується спеціальний будівельний пінополістирол (імпортного виробництва). Щільність пінополістиролу в будівельних елементах складає від 25 до 27 кг/м³. Пінополістирол є екологічно чистим матеріалом (97% повітря й 3% матеріал) і використовується навіть для упаковки харчових продуктів. Пінополістирол практично не вбирає вологу (вологопоглинання 0,1%) і інтенсивно пропускає водяну пару, що є в повітрі. Низькі температури не роблять ніякого впливу на хімічні і фізичні властивості пінополістиролу. При позитивних температурах до 90°C пінополістирол не змінює своїх параметрів навіть при тривалому впливі.

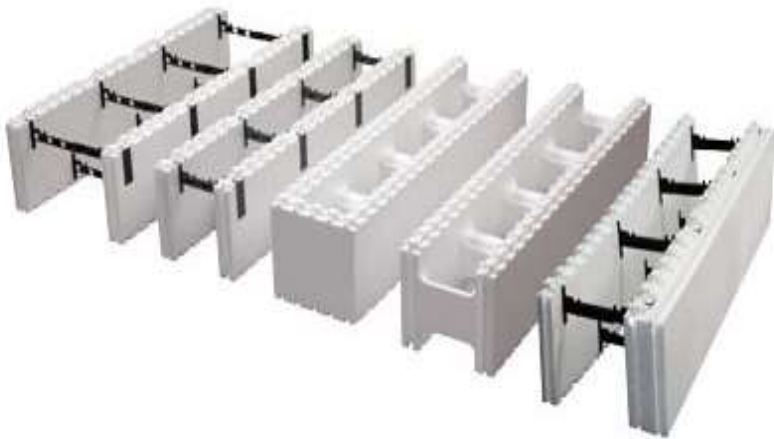


Рис. 5.2.3. Варіанти термоблоків

На відміну від інших будівельних матеріалів, пінополістирол не радіоактивний. Пінополістирол не містить речовин, що харчують мікроорганізми. З багаторічного досвіду зведення будівель за цією технологією в Європі, пінополістирол не схильний до деструктивного впливу гризунів, цвілі, грибків і бактерій.

При використанні традиційних матеріалів зведення будинку розтягується на роки. Відомо, що трудовитрати на зведення одного квадратного метра стіни з цегли дорівнюють в середньому 4,33 робочих годин. Якщо ж будувати за технологією "Ізодім", та ж площа стіни зводиться менш ніж за 0,43 робочого години, тобто в 10 разів швидше! Крім того, витрати на оплату праці будівельників приблизно на 60% менше, ніж при зведенні стін із традиційної цегли. Зниження транспортних витрат. У порівнянні з традиційною цеглою витрати на транспортування пінополістирольних пустотілих блоків в 3-4 рази нижче. За одну поїздку можна привезти комплект блоків на цілий будинок.

Будівництво фундаменту виконують традиційними методами. Для одно- чи двоповерхових будинків цілком підходить звичайний стрічковий монолітний фундамент. За рахунок того, що вага 1 кв.м стіни «Термодому» становить 360кг, а не 960кг, як у цегляного будинку, навантаження на фундамент значно менше. Відповідно товщину фундаменту можна зменшити до 30-40см. Для того, щоб збірка опалубки стіни проходила легко і швидко, необхідно більш ретельно витримувати геометричні розміри верхньої поверхні фундаменту. Бажано, щоб

відхилення розмірів фундаменту по висоті не перевищувало 6мм. Решту операцій виконання фундаменту здійснюють за традиційною технологією.

Проводити збірку опалубки стіни набагато легше зсередини, ніж зовні. Тому рекомендується розміщувати всі матеріали та інструмент всередині периметра стіни. У перший день можна скласти один ряд термоблоків по всьому периметру фундаменту. Потім треба ретельно перевірити геометричні розміри встановленого ряду (довжину стіни, кути), і контролювати встановлення блоків по вертикалі і горизонталі. При правильній установці першого ряду подальша збірка всієї стіни автоматично відбувається з потрібною точністю. Перед заливкою бетоном першого ряду необхідно встановити по всьому периметру будівлі арматурний каркас. Зазвичай він складається з пов'язаних між собою двох прутів арматури з відстанню між прутами 10см. Також слід встановити необхідну арматуру в кутах будинку і навколо дверних прорізів. При необхідності встановлюються каналізаційні труби. Потім треба зробити заливку бетону до верхнього краю перемички термоблоку. У наступні дні можна встановлювати і заливати бетоном по чотири ряди термоблоків (висота 1м). Установку термоблоків другого і наступних рядів починають з кута. При цьому забезпечується необхідна перев'язка термоблоків. Перед установкою залізобетонного перекриття стіни повинні вистоятися протягом 12-ти діб для досягнення необхідної міцності. При установці дерев'яних перекриттів цей термін можна скоротити.

При формуванні кутів використовуються торцеві термоблоки. Для забезпечення монолітності стін в термоблоках вирізаються частини, що заважають. Можна також використовувати рядові термоблоки. При цьому вирізані частини використовуються як заглушки з зовнішньої сторони стіни. Армвання кута проводиться арматурним каркасом з чотирьох стержнів. Бажано також армувати кут горизонтально розташованим стержнем. При формуванні кута певного градусу відрізає термоблок під потрібним кутом звичайною пилою.

Після того як всі фундаментні роботи закінчені, можна приступати до зведення стін. Важливим моментом є те, що в перший день по всьому периметру фундаменту встановлюється тільки один ряд термоблоків, тобто 25 см висоти. Потім слід ретельно проміряти відстані (довжину стін, діагоналі, кути) виставленого ряду. За допомогою рівня необхідно переконатися, що всі блоки виставлені рівно, як по вертикалі, так і по горизонталі. Це потрібно для того, що б при подальшому будівництві стіни не вело убік і не було ніяких відхилень від проєкту.

По периметру всього будинку в перший ряд блоків закладається арматурний каркас. Він складається з 4-х стержнів арматури, зв'язаних між собою (відстань між стержнями складає 10 см). Такий же каркас повинен закладатися в кожен кут будівлі, в місцях віконних і дверних прорізів і в останньому ряді блоків перед панеллю перекриття (іноді і в двох останніх

рядах). Армування внутрішніх порожнин термоблоків повинно бути як вертикальне, так і горизонтальне, залежно від поверховості будівлі. Горизонтальне армування проводиться з верхньої частини першого ряду блоків по всьому периметру зовнішніх стін. Вертикальну арматуру в порожнинах блоків встановлюють у вигляді окремих стрижнів, плоских або об'ємних каркасів.

Частина внутрішньої перегородки зрізається до перемички і підставляється знімна опалубка таким чином, щоб монолітний пояс під перекриття був ширшим; в період заливки бетоном під перекриттям встановлюються тимчасові стовпи-підпори, які знімаються після затвердіння бетону.

Після заливання бетону стіна повинна простояти 12 днів, перш ніж на неї кладеться панель перекриття.

Після того як була покладена панель перекриття, потрібно відрізати від блоку одну стінку і поставити її із зовнішнього боку стіни. Стандартна панель перекриття має висоту 22 см, а стінка блоку 25 см, решта 3 см зазвичай використовується під стяжку.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Коротко описати технологію Термодім/Ізодім.
2. До скількох поверхів дозволено будівництво будинків в Україні за технологією Термодім?
3. Які переваги і недоліки пінополістирольних блоків?
4. Як влаштовуються комунікації при будівництві за технологією Термодім?
5. Як влаштовується перший ряд блоків Термодім?
6. Які особливості технології зведення стін Термодому?
7. Які правила встановлення арматури і бетонування стін Термодому?

Тема 5.3. Будівництво з блоків

При зведенні будинків можуть використовуватись різні види блоків: чарункові (піно- та газобетонні), легкі (пемзо- та керамзитобетонні), бетонні і тирсоблоки. Найбільшого розповсюдження набули саме піно- та газоблоки (Рис. 5.3.1).



Рис. 5.3.1. Вироби з газобетону

Пінобетонні блоки (піноблоки) - легкий ніздрюватий бетон, що отримується в результаті твердіння розчину, що складається з цементу, піску, води, а також піни. Ця піна забезпечує необхідний вміст повітря в бетоні і його рівномірний розподіл у всій масі у вигляді замкнених бульбашок. Піну отримують з піноконцентрата. Готова однорідна пінобетонна маса розливається в підготовлені форми або безпосередньо в опалубку будівельної конструкції. Для твердіння (набору міцності) пінобетону досить пропарювання виробів у камерах при атмосферному тиску (на відміну від газобетону, де пропарювання проходить в дорогих і енергоємних автоклавних камерах під високим тиском і високою температурою). Також не виключається варіант природного твердіння, але при цьому зменшується оборотність форм на добу, зазвичай у два рази!

Пінобетон має такі властивості:

- хороша тепло - і звукоізоляція;
- низьке водопоглинання;
- малий коефіцієнт усадки;
- стійкість до змінного заморожування/відтавання;
- висока пожежостійкість;
- легкоукладальність;

Піноблоки легко можна пиляти і комбінувати в різних поєднаннях. З пористого бетону, який складає основу піноблоків, виготовляють масу різних виробів для будівництва котеджів – плити перекриттів, сходові марші, блоки, перемички і інше. Ще однією перевагою будинків з піноблоків є їх здатність «дихати», тому жити там набагато комфортніше.

До недоліків слід віднести, крім малої міцності, високу питому витрату портландцементу; значну усадку виробів, що викликає утворення тріщин; значний час визрівання (твердіння) виробів і, відповідно, тривалість процесу виробництва.

Газобетон має схожі властивості. Газоблоки мають малу об'ємну вагу ($350\text{--}600\text{ кг/м}^3$), і відносно високу міцність ($10\text{--}50\text{ кг/см}^2$), а також невеликий показник теплопровідності ($0,09\text{--}0,14\text{ Вт}\cdot\text{м/К}$).

Оптимальні геометричні параметри вимагають особливу технологію при роботі з цим матеріалом, але виробник передбачив всі складнощі. При будівництві будинків з газоблоку дозволяється кладка тільки з використанням спеціалізованого клею. Оптимальні геометричні параметри газоблоків дозволяють робити шов не більше 2 - 4мм!

Газоблоки ідеально прилягають один до одного, і для такої рівної кладки не потрібно перевитрати кладочних сумішей. Використання цих сумішей істотно підвищить міцність шва на відміну від цементних сумішей, за рахунок більш високої адгезії (після висихання неможливо буде «розібрати» кладку по шву, так як це призведе до руйнування блоків). Також великий вплив робить те, що мала товщина шва при використанні спеціальної суміші призводить до мінімальних «містків холоду» і, збереження високих теплотехнічних показників стіни в цілому.

Газоблоки виготовляють з попередньо підготовлених матеріалів:

- в'язкі: суміші портландцементу і вапна;
- наповнювача: кварцового піску;
- пороутворювача: алюмінієвої пудри;
- води;
- добавок, які поліпшують властивості суміші для газоблоку.

Збільшений розмір і невелика вага таких блоків серйозно скорочують трудовитрати і час виконання робіт. Каменяр виконує менше дій під час укладання газоблоків, а щоб піднести і підняти матеріали, не потрібно залучати додаткову техніку. Наприклад, блок розміром $20\times 25\times 60\text{ см}$ важить близько 18 кг і замінює собою 15-20 цеглин вагою до 80 кг. Використання піно- та газобетону дозволяє спростити і прискорити виконання робіт приблизно в 4 рази в порівнянні з цеглою. Одній людині, щоб звести 1 м^2 такої стіни, достатньо витратити всього 15-20 хвилин. При цьому окремі блоки можна розрізати за допомогою звичайної пилки.

Наявність в газоблоках системи «паз-гребінь» і тонкошаровий розчин дозволяють мінімізувати витрати і кількість нанесень клейової суміші. Точність геометричних розмірів газоблоків дає можливість зводити практично монолітні стіни, які не треба вирівнювати за допомогою шпаклівки. А для перемичок зручно використовувати спеціальні U-подібні газоблоки. Однак при використанні газобетонних блоків є і деякі специфічні тонкощі, які потрібно враховувати під час укладання.



Рис. 5.3.2. Вкладання першого ряду блоків

Під час виконання робіт з газобетоном потрібно розуміти, що газоблоки мають високе водопоглинання, і в результаті регулярного зволоження втрачають свої теплоізоляційні якості. Тому матеріал під час укладання і зберігання потрібно захищати від атмосферних впливів. Крім того, критично необхідно виконати роботи з гідроізоляції нижнього ряду кладки. Перший ряд слід виконувати на цементний, а не на клейовий розчин (Рис. 5.3.2). А фундамент – краще вивести на висоту 50 см і укласти на нього горизонтальну гідроізоляцію. Товщина цементного розчину, на який укладається нижній ряд газобетону, повинна бути не менше 2 см, що дозволить нівелювати нерівності фундаменту.

Інша особливість газобетону – невисока міцність на вигин, яка може призвести до тріщин в результаті нерівномірної осадки фундаменту. Для будівництва споруд з газобетону найкраще підходить фундамент у вигляді армованої залізобетонної плити. На стрічковий фундамент і ростверк (пальову конструкцію) по периметру укладають монолітний залізобетонний обв'язувальний пояс.

Міжповерхові перекриття теж краще спирати на обв'язувальний армований пояс по периметру будівлі. Для цього використовують арматуру діаметром 8 мм, покладену в штроби. Також обов'язковому армуванню підлягають підвіконні зони, дверні отвори і інші критичні місця. Армування збільшує міцність кладки на вигин і оберігає від виникнення тріщин. Містки холоду, які з'являються в результаті армування, слід утеплювати.

Укладання блоків з чарункових бетонів краще робити при температурі +5...+25 °С. Взимку потрібно застосовувати клейову суміш з протиморозними домішками. Використання при кладці звичайного цементного розчину, шар якого перевищує рекомендовану для газобетону товщину 2-3 мм, призводить до утворення в стіні суцільної сітки містків

холоду, які нівелюють теплоізоляційні переваги матеріалу. Забезпечити одночасну надійність кладки і теплоізоляцію можуть тонкошарові клейові розчини, які мінімальним шаром наносять на майже ідеально рівну поверхню газоблоків.

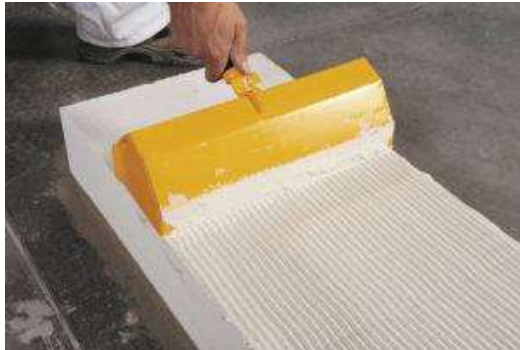


Рис. 5.3.3. Нанесення клею на піно- чи газоблоки

Для 1 м³ кладки потрібно всього 25 кг клею, тоді як компонентів для цементно-піщаного розчину потрібно близько 150 кг. При цьому в разі використання газоблоків, які з'єднуються за системою «паз-гребінь», на вертикальні шви клей взагалі не наноситься. При використанні ж непрофільованих газоблоків клейовою сумішшю заповнюють і горизонтальні, і вертикальні шви.

Під час кладки положення газоблоків контролюють за допомогою рівня, а рихтування виконують гумовим молотком. Газоблоки потрібно укладати з перев'язкою: стиковий шов повинен бути не менше, ніж на 10 см від стикового шва нижнього ряду. Нерівності затирають за допомогою терки (Рис.5.3.4).



Рис.5.3.4. Затирання нерівностей

При облицюванні бажано використовувати матеріали, які не перешкоджають випаровуванню вологи з поверхні газобетону, інакше матеріал втратить теплоізоляційні властивості. Крім того слід забезпечити захист стін від потрапляння води за допомогою звисів покрівлі і карнизів. При облицюванні цеглою залишають вентиляований прошарок 30-40 мм. Також добре використовувати навісні вентилявані фасади (сайдинг, вагонку). Внутрішні стіни з газобетону (на кухні та у ванній) теж вимагають захисту від вологи.

Вартість газоблоків від 3000 до 7000 грн/м³ залежно від розмірів і наявності системи паз-гребінь

Отже, піно- і газоблоки дуже схожі за своїми характеристиками, але все ж мають ряд відмінностей.

Характеристики піноблогів (візьмемо за основу розмір піноблока - 200×300×600 мм):

- маса одного блока – 22,6 кг;
- щільність – від 300 до 1200 кг/м³;
- вологопоглинання – 14%;
- коефіцієнт теплопровідності – від 0,1 до 0,4 Вт/мК;
- ступінь морозостійкості – до 35 циклів;
- міцність на стиск – від 0,25 до 12,5 МПа;
- витрати – приблизно 22-26 шт/м³.

В газоблоці для отримання повітряних бульбашок застосовується алюмінієва крихта, яка вступає в реакцію з киснем при нагріванні та виділяє газ. В результаті виходить газобетон. За структурою в газобетоні утворюються бульбашки відкритого типу, тобто бульбашки повітря поєднуються одна з одною. Ще потрібно відзначити, що газоблоки, як правило, виробляють промисловим способом, вони піддаються сушці та для формування блока застосовується струнна порізка, яка забезпечує максимально правильну геометрію, що робить укладання блоків більш якісним і прискорює цей процес.

Характеристики газоблока (розмір блока – 200×300×600 мм):

- маса одного блока – 19,26 кг;
- щільність – від 300 до 1200 кг/м³;
- показник поглинання вологи – 20%;
- коефіцієнт теплопровідності – від 0,1 до 0,4 Вт/мК;
- ступінь морозостійкості – до 35 циклів;
- міцність на стиск – від 0,5 до 25 МПа;
- витрати – приблизно 22-26 шт/м³.

Залежно від умов твердіння бетони діляться на:

- автоклавні (затвердіння яких відбувається в насиченому паром середовищі, тиск в автоклаві при цьому вищий, ніж атмосферний);

- неавтоклавні (затвердіння яких відбувається при природних умовах, в середовищі насиченої пари або при електропідігріві, в умовах атмосферного тиску).

Газобетон дорожчий від пінобетону на 15-20% через високу собівартість виготовлення. Однак на етапі будівництва його може знадобитися менше. Крім того, вага піноблоків більше, що збільшує транспортні витрати. Не варто забувати про армування і утеплення фасаду. Тому перед закупівлею матеріалу необхідно виконати оцінку проєкту.

На підсумкову вартість також впливає сполучний розчин. Газоблоки укладають на клей, в той час як для піноблока підійде недорогий цемент. Але в другому випадку буде потрібно більше часу і сировини на його приготування. Виходить, що будівництво з газобетону (разом з усіма матеріалами) вигідніше. Крім цього, тонкий клейовий шар скорочує ризик проникнення холодного повітря в житлове приміщення.

На ринку України ціна газоблока починається від 3000 грн./м³, кількість штук на палеті:

- $300 \times 200 \times 600 = 50/60$ шт.
- $400 \times 250 \times 600 = 32$ шт.

Ціна піноблока починається від 2000 грн./м³ (1 м³ = 27 стандартних блоків).

Висновки кожен зробить для себе самостійно. Проте очевидним є те, що будівництво будинків з пінобетону хоча й здається дешевшим на перший погляд, в підсумку все ж є менш вигідним варіантом. Більше того, якщо врахувати, що геометрія піноблока може бути порушена, а його теплоізоляція менша, ніж у газоблока, то вам знадобиться більше вирівнюючих і кладочних матеріалів, що буде коштувати дорожче.

Контрольні питання:

1. Які види блоків використовуються для зведення стін?
2. Описати технологію виготовлення газоблоків.
3. Описати технологію виготовлення піноблоків.
4. Які властивості та характеристики піно- та газоблоків?
5. Яка різниця між піно- та газоблоками?
6. Які правила влаштування першого ряду з піно- та газоблоків?
7. Які правила влаштування наступних рядів з піно- та газоблоків?

Тема 5.4. Часторебристі збірно-монолітні перекриття

Одним із прикладів застосування сучасних інноваційних технологій є часторебристі збірно-монолітні перекриття. В Україну технологія влаштування збірно-монолітних перекриттів прийшла з Європи, де масове будівництво індивідуальних будинків за цією технологією ведеться вже понад 30 років. Найбільш відомі технології будівництва із застосуванням часторебристого збірно-монолітного перекриття це, перш за все, великопролітні перекриття німецької системи "ALBERT" та польські перекриття "TERIVA".

Часторебристі збірно-монолітні перекриття складаються з легких залізобетонних балок, виконаних у вигляді просторового сталевго арматурного каркаса і залізобетонної основи (балки) прямокутного поперечного перерізу, пустотних блоків і залитим на об'єкті монолітним бетоном (Рис. 5.4.1).



Рис. 5.4.1. Конструкція часторебристого збірно-монолітного перекриття

Пустотні блоки (вкладиші), що укладаються на залізобетонні балки, можуть бути керамічними, газосилікатними, полістиролбетонними або бетонними. Такі перекриття мають прекрасні звукоізоляційні й теплотехнічні якості, а в наявних в блоках каналах без проблем розміщуються комунікації, в тому числі електропроводка. Важливо і те, що розглянуті перекриття можуть успішно застосовуватися при будівництві малоповерхових будинків способом "Будую сам". Практика свідчить – на стіни, зведені за будь-якої технології, всього дві-три людини здатні укласти залізобетонні балки, на них - вкладиші, а потім отриману основу (незнімну опалубку) залити бетоном.

Системи випускаються з двома типами балок перекриттів: з арматурним каркасом висотою 150 мм і балки з арматурним каркасом висотою 200 мм. Розміри бетонного бруска балок 40х120 мм, клас бетону не нижче С16/20.

Для забезпечення необхідної несучої здатності балкового перекриття, нижній арматурний пояс балки може бути посилений

додатковою поздовжньою арматурою, яка встановлюється при виготовленні балки. Діаметр додаткової арматури від 6 до 16 мм. Клас додаткової арматури А500С.

Системою передбачено два варіанти армування балок у зоні несучих стін. У першому варіанті верхня і нижня поздовжня арматура балок не виходить за межі бетонного елемента. Такий варіант перекриття по аналогії з плитами перекриття призначений для вільного спирання балок на несучі стіни.

У другому варіанті в балках передбачені арматурні випуски, довжина яких задається проектною документацією. Такий варіант призначений для затискання балок в монолітному поясі несучої стіни, що рекомендується робити при зведенні будинків каркасної конструкції, а також з газобетонних і пінобетонних блоків. Проведений розрахунок несучої здатності перекриттів свідчить, що міжповерхове перекриття в цьому випадку може нести велике корисне навантаження, але конструкція вузлів перекриттів при цьому істотно ускладнюються. Залізобетонна плита перекриття, отримана після заливки бетону, пов'язує стіни і підвищує сейсмостійкість і надійність будівлі.

Виробництво арматурних каркасів і балок перекриттів

Трикутні арматурні каркаси балок (Трігон) виробляються на високопродуктивному зварювальному обладнанні відомої австрійської фірми Filzmoser (Фільцмозер) з високоміцної арматури класу А500С. Устаткування повністю автоматизоване і забезпечує високу якість підготовки арматури і зварювання каркасів.

Лінія з виготовлення трикутних арматурних каркасів виробляє до 1000 погонних метрів каркасів на годину

Для виготовлення балок перекриттів застосовують спеціальний вібростенд. Металоформи стенду складаються з 12 окремих елементів. Час виготовлення балки – 10-12 годин. Стенд дозволяє виготовляти балки довжиною до 12 метрів. Продуктивність одного стенду 280 погонних метрів балок перекриттів на добу. Балки-ферми виготовляються різної довжини (Рис. 5.4.2), вартістю від 450 грн за 2,5 м і до 2500 грн за 8м.



Рис. 5.4.2. Загальний вигляд балки-ферми

Радіальні та трапецієподібні блоки призначені для використання в якості елементів стелі. Таке стельове перекриття по несучій здатності не поступається звичайному. Блоки й балки часторебристого перекриття виконують функції незнімної опалубки для перекриття і приймають на себе навантаження, що виникають при заливці бетону.

Для виробництва блоків використовується високопродуктивний вібростенд. Продуктивність вібростенда - 3000 блоків у зміну. Це дозволяє укомплектувати блоками 350 м² перекриттів. Блоки бувають трьох видів: економ, стандарт і максі (Рис. 5.4.3).



ЕКОНОМ (45 грн/шт, 2023р.)



СТАНДАРТ (51 грн/шт, 2023р.)



МАКСІ (57 грн/шт, 2023р.)

Рис. 5.4.3. Види порожнистих блоків для часторебристих збірно-монолітних перекриттів

У практиці будівництва для збільшення несучої здатності збірно-монолітного перекриття застосовують два варіанти вирішення цієї проблеми. Перший варіант – коли для збільшення несучої здатності перекриття використовують більш високі блоки вагою до 18 кг. На жаль таке рішення має істотний недолік, саме при такому варіанті власна вага перекриття досягає 450кг/м^2 , що цілком порівнянно з вагою монолітної залізобетонної плити.

Є ще альтернативний варіант збільшення несучої здатності перекриття. Для вирішення цього завдання використовують добірні плити перекриттів з пінопласту товщиною 50 або 100 мм.

На рисунку 5.4.4 добре видно добірні плити з пінопласту, які приклеєні до блоків збірно-монолітного перекриття.



Рис. 5.4.4. Приклеювання пінополістирольних плит для збільшення несучої здатності перекриття

Плити приклеюються до верхньої поверхні блоків будь-яким плитковим клеєм. Застосування добірних плит дозволяє використовувати для всіх видів перекриттів єдину номенклатуру блоків.

Використання збірно-монолітних перекриттів дозволяє відмовитися від обов'язкового влаштування окремого монолітного поясу (сейсмopояса) на стінах з слабконесучих матеріалів (газобетон, пінобетон, керамзитобетон, полістирол бетон тощо). За рахунок простих технологічних прийомів монолітний пояс формується одночасно з бетонуванням плити перекриття. Для цього балки перекриття вивішуються над стіною на інвентарних стояках з зазором 40-50 мм. Після заливки зазору бетоном на стіні сформується повноцінний монолітний пояс. Такий прийом пристрою незнімної опалубки для перекриття і сейсмopояса значно знижує вартість будівництва і скорочує терміни. Отримана в результаті монолітна залізобетонна мембрана скріплює стіни і значно підвищує міцність будівель. Правильно виконаний монолітний пояс рівномірно розподіляє навантаження по всьому периметру стін і перешкоджає утворенню тріщин в разі нерівномірної усадки фундаменту.

При монтажі перекриття будинків на стіни з матеріалів з високою несучою здатністю (цегла, бетон) слід звернути увагу на можливість зменшення числа балок за рахунок монтажу блоків безпосередньо на стіну. Такий прийом скорочує витрату скріпного бетону і знижує вартість перекриття.

Конструктивно часторебристе монолітно-збірне перекриття після заливки бетоном стає аналогом ребристої залізобетонної плити перекриття. До складу кожного ребра входить балка і бетонне ядро, сформоване при заливці бетону. Важливо відзначити, що між балкою і бетонним ядром повинно бути забезпечене якісне зчеплення. Тільки в цьому випадку елемент буде працювати як монолітний залізобетон. Площа перерізу бетонних елементів являє собою двотаврові балки перекриття і істотно залежить від товщини перекриття.

Особливо цікавий досвід монтажу збірно-монолітних перекриттів при заміні перекриттів по дерев'яних балках. При цьому часто ставиться завдання посилення перекриттів (підвищення несучої здатності). Як правило, товщина отриманих в результаті реконструкції монолітних перекриттів навіть менша від товщини вихідного дерев'яного перекриття. Монолітне перекриття (залізобетонна плита перекриття) зв'язується з несучими стінами і зміцнює їх. До появи часторебристого збірно-монолітних перекриттів в таких випадках, як правило, використовували перекриття по металевих балках, загальна товщина яких на 30-40% вища від товщини збірно-монолітних перекриттів. Вага погонного метра двотаврової металевої балки висотою 220 мм дорівнює 33,1 кг. Це в 2,5 рази важче від балки збірно-монолітного перекриття. Крім того теплоізоляція перекриття по металевих балках значно менша від теплоізоляції збірно-монолітних перекриттів.

Застосування збірно-монолітних перекриттів дозволяє влаштовувати перекриття з сильно порізаним контуром (криволінійне перекриття) і великим числом отворів, що має високі показниками по тепло- і звукоізоляції.



Рис. 5.4.5. Влаштування криволінійного перекриття

Для обробки стель із збірно-монолітних перекриттів можна використовувати гіпсокартон на металевому або дерев'яному каркасі, пластикові панелі, штукатурку, підвісні стелі типу Армстронг, дерев'яну вагонку і інші обробні матеріали.

Застосування часторебристого збірно-монолітних перекриттів дозволяє:

- знизити вагу міжповерхових перекриттів в порівнянні з пустотними плитами на 30% і у два рази в порівнянні з залізобетонними монолітними перекриттями;
- вести монтаж перекриттів без використання крану;
- замінити дерев'яні й ослаблені перекриття на бетонні;
- перекривати приміщення складної форми з еркерами і виступами;
- вести монтаж в важкодоступних місцях, в тому числі в існуючих приміщеннях;
- знизити на 20-30% вартість перекриття;
- підвищити несучу здатність перекриття до 1000 кг/м²;
- забезпечити високі показники монолітних перекриттів будівель по теплозахисту і звукоізоляції;
- доопрацювати елементи перекриття на будівельному майданчику: підрізати, вкоротити, надати необхідну форму;
- використовувати порожнини в перекриттях для прокладання комунікацій;
- доставити на будівельний майданчик 250 м² збірних перекриттів однією машиною;
- балкові перекриття системи добре поєднуються зі стінами з будь-яких будівельних матеріалів.

Контрольні питання:

1. Яка конструкція часторебристого збірно-монолітного перекриття?
2. Які є види пустотних блоків-вкладишів по матеріалах і конструкціях?
3. Яка конструкція балки-ферми?
4. Як можна збільшити несучу здатність часторебристого збірно-монолітного перекриття?
5. Яка технологія влаштування часторебристого збірно-монолітного перекриття?
6. Які переваги та недоліки часторебристого збірно-монолітного перекриття?

Тема 5.5. Сендвіч-панелі

У сучасному аспекті будівництва, коли важлива якість і швидкість, замість старих консервативних матеріалів, доцільно використовувати новітні матеріали, такі як сендвіч-панелі. Це особливо доречно, коли мова йде про комерційні будівлі. Більшість професійних будівельних компаній обирають саме цей матеріал за рахунок його балансу ціни та якості, можливостей та технічних характеристик.

Сендвіч-панель (англ. sandwich - багатoshаровий бутерброд) – будівельний матеріал, що має тришарову структуру, яка складається з двох листів жорсткого матеріалу (метал, ПВХ, ДВП, магнезитова плита) і шару утеплювача між ними. Всі деталі сендвіч-панелей склеюються між собою за допомогою гарячого або холодного пресування. У залежності від призначення виділяються на стінові та покрівельні панелі (Рис.5.5.1).

Сендвіч-панелі відрізняються видом утеплювача, додатковим профілем оцинкованої холоднокатаної сталі із стійким до опадів, вологи, вітру полімерним покриттям. При їх виробництві може бути надано гідрозахист та вітрозахист, що робить покрівельні сендвіч-панелі стійкими до високих та низьких температур, екстремальних умов.

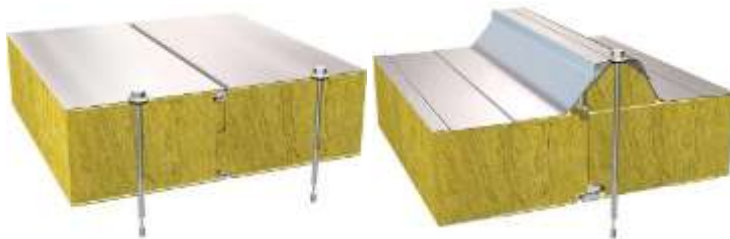


Рис. 5.5.1. Види сендвіч-панелей (стіновий і покрівельний)

Панелі виготовляються з різними видами наповнювачів, кожен з яких має різні технічні характеристики, призначення, вагу, щільність та вартість. Сьогодні на вибір представлені наповнювачі з мінеральної та скловати, пінополіізоціанурату (оновлений пінополіуретан), пінополіуретану, пінополістиролу, змішаних наповнювачів.

Існує кілька типів профілювання металевих обшивок сендвіч-панелей: гладкий, мікрохвиля, з симетричним профілем, з традиційною типовою канавкою, покрівельний (Рис.5.5.2). В силу технологічних особливостей виготовлення, гладка поверхня можлива лише для виробів з наповнювачем з пінополіуретану. Для приміщень, в яких необхідно виключити накопичення пилу або тих, що зазнають частого миття, для зручності слід застосовувати панелі з гладкою поверхнею або мікропрофілюванням.

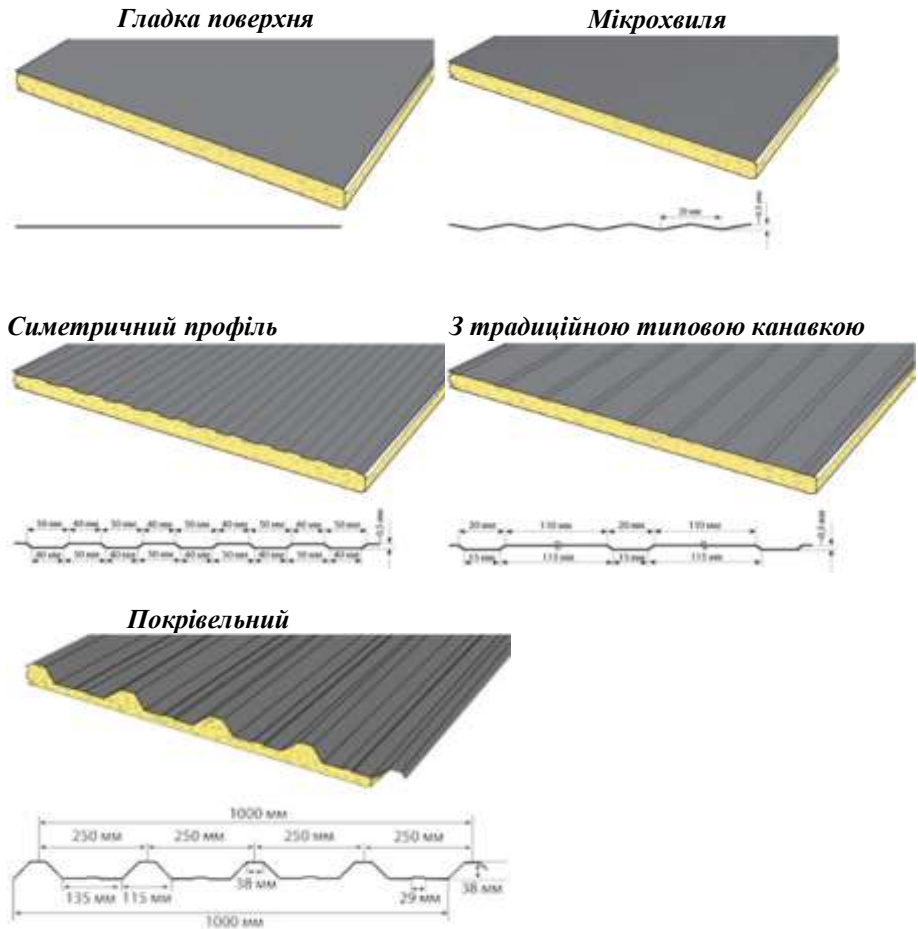


Рис.5.5.2. Види обшивок сендвіч-панелей

Сендвіч-панелі з гладкою обшивкою слід встановлювати лише у вигляді однопролітних конструкцій після статичних розрахунків з використанням програмного забезпечення TrauPan. Застосування сендвіч-панелей з гладкими обшивками в інших конструкціях може призвести до появи хвилястості на лицьовій поверхні. Це може бути ледь помітний ефект, видимий тільки за певних умов, наприклад, при дуже високій інсоляції стіни або конструкції даху.

Поява хвилястості на гладкій обшивці не погіршує несучу здатність сендвіч-панелей, але може призвести до погіршення естетики фасаду.

Товщина сендвіч-панелі підбирається відповідно до теплотехнічного розрахунку і може бути в межах від 40 до 300 мм, а її ширина становить від 1,0 до 1,2 м. Довжина панелей буває від 2 до 13,5 м і обмежується розміром транспортних засобів. Виходячи зі зручності монтажу, найбільш широке застосування знаходять сендвіч-панелі довжиною від 6 до 8 м.

Залежно від сфери застосування і умов експлуатації, використовуються різні типи покриття облицювання. Завдяки цьому вдається виготовляти спеціальні протипожежні термостійкі сендвіч панелі, а також ТСП з підвищеною стійкістю до хімічних реагентів, механічних впливів і т.д.

Замок – один з багатьох переваг повністю готових до монтажу тришарових металевих сендвіч-панелей. Замкове з'єднання забезпечує надійне стикування конструктивних елементів між собою. Якісний замок гарантує надійну герметизацію стиків, підвищує вогнестійкість і зовнішню привабливість споруди. Не можна недооцінювати роль замків у боротьбі за зниження тепловтрат.

Розрізняють декілька типів замкових з'єднань. Сказати, що якийсь з них кращий або ефективніший однозначно не можна, тому що в кожного типу своє призначення.

Замок **класичний** є найбільш поширеним варіантом, оскільки полегшує процес монтажу, забезпечує герметичність стиків (Рис.5.5.3). Це з'єднання властиве для стінових панелей з будь-яким видом наповнення: мінеральна вата, пінополістирол, пінополіуретан тощо.

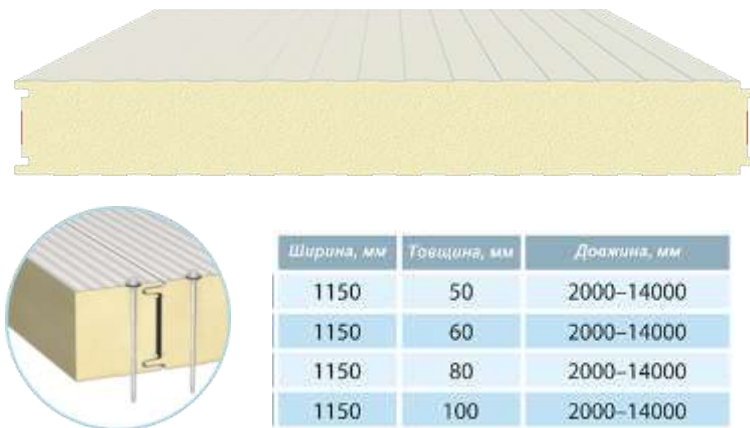


Рис.5.5.3. Класичний замок сендвіч-панелі

До переваг класичного замка відносять:

- велику глибину з'єднання, що дозволяє гарантувати міцність стику;
- можливість використовувати матеріали ущільнювачів в умовах підвищеної вологості;
- конструктивну завершеність, яка дозволяє запобігти утворенню «містків холоду»;
- можливість монтувати як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямку.

Наявність *енергозберігаючого* замка характерне для панелей з наповнювачем з пінополістиролу, які широко застосовуються для будівництва морозильних камер (Рис.5.5.4). Наявність додаткового «шипа» з одного боку і «паза» з іншого по центру стику дозволяє забезпечити високий рівень герметичності і мінімізувати втрати тепла. Монтувати панелі такого типу трохи складніше, ніж класичний Z-Lock варіант.

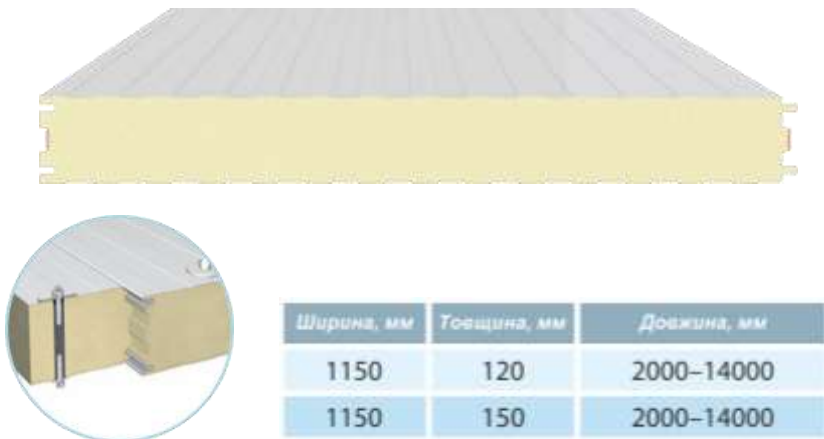


Рис.5.5.4. Енергоефективний замок сендвіч-панелі

Прихований замок дозволяє зробити конструкцію безшовною, підвищуючи естетичну привабливість (Рис.5.5.5). Одночасно з цим застосування таких панелей виправдано тільки в процесі горизонтального монтажу. Монтаж відрізняється підвищеною складністю: кріпильний елемент ховається в міжпанельний стик.

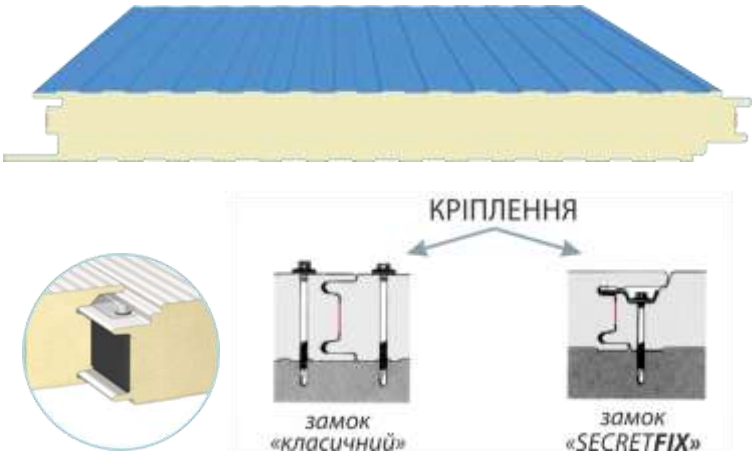


Рис.5.5.5. Прихований замок сендвіч-панелі

Єдине і безперечно виправдане конструктивне рішення для забезпечення герметичності **покрівельного** замка покриття, це щоб виступаюча з одного боку покрівельного сендвіча частина накривала собою гофру на сусідній панелі. Самонарізний гвинт вкручується у верхню частину гофри.

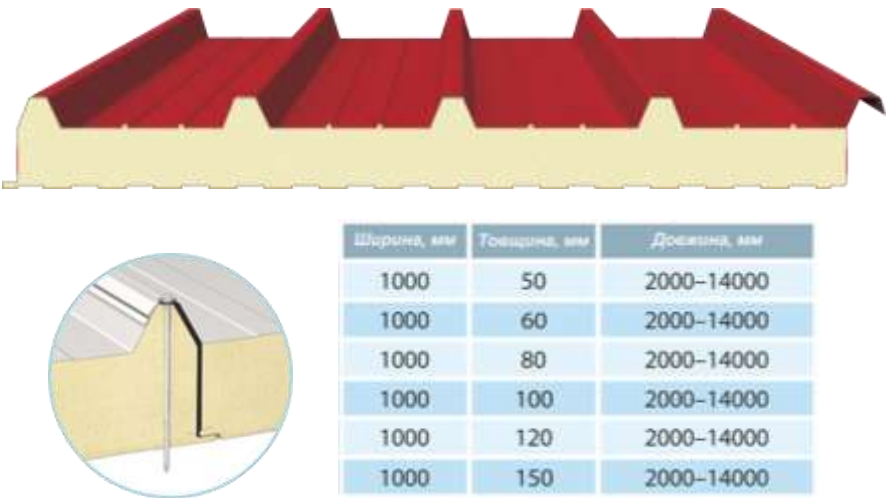


Рис.5.5.6. Покрівельний замок сендвіч-панелі

Інструкція з монтажу

Підйом панелей здійснюється вантажопідіймальними механізмами із застосуванням:

- механічного захоплення, який просвердлює панель наскрізь (в цьому випадку зверніть увагу на свердління панелі під штифт. Отвір повинен розташовуватися строго перпендикулярно до поверхні облицювання панелі);
- спеціальних механічних захоплень, які закріплюються в «замок» панелі;
- вакуумних присосок.

Якщо монтаж сендвіч панелей відбуватиметься горизонтально, то спочатку треба вручну встановити панель у вертикальне положення. Панель варто ставити на прокладки, які не допускають деформації замків і розподіляються по довжині панелі.

Піднімати панель безпосередньо з палети не можна, так як замки можуть деформуватися.

Стикувати панелі потрібно строго вертикально і уникати стиковки під кутом, щоб не деформувати замки.

Якщо монтаж буде горизонтальним, то треба використовувати метод з двома механічними захватами. Вони одночасно встановлюються в поздовжню крайку панелі і допомагають уникнути будь-яких пошкоджень.

Вертикальний монтаж здійснюється використовуючи механічний захват для сендвіч панелей, який буде кріпитися до панелей наскрізним свердлінням (Рис.5.5.7). Отвори, які залишаються після видалення захоплення, закриваються кріпильними елементами або фасонними оздоблювальними елементами.

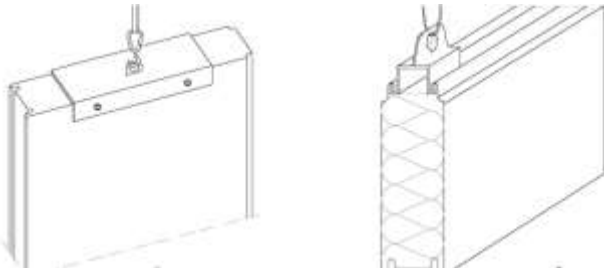


Рис.5.5.7. Схема механічного захоплення з наскрізним свердлінням панелі (при вертикальному монтажі) і Схема механічного захоплення, встановлюваного в замок панелі (при горизонтальному монтажі)

Для того щоб запобігти падінню панелі при підйомі під час використання механічних захоплень, необхідно використовувати страхувальні ремені (стропи), які будуть охоплювати панель, що

піднімається. Знімати ж їх потрібно прямо перед установкою панелі в проєктне положення. У цей момент панель буде утримуватися тільки механічними захватами.

Найкращий спосіб у всіх випадках – застосування траверси з вакуумними присосками (Рис.5.5.8). У тих місцях, де буде кріпитися вакуумний захват до металевої поверхні, потрібно видалити захисну плівку.



Рис.5.5.8. Застосування траверси з вакуумними присосками для підняття сендвіч-панелей

Монтажна різка і сверлінняня

Монтажне різання відбувається за допомогою ножиць і пил, що дозволяють виключно холодну різку (електролобзик або ручна циркулярна пила). У тому випадку, якщо відбувається перегрів металевого покриття панелі, може порушитися протикорозійний шар.

Заборонено використовувати шліфувальні машини, пристрої плазмової різки, які призводять до значного виділення тепла і іскроутворення!

Якщо обсяг різання не дуже великий, то можна використовувати ручні або електричні ножиці по металу. При такому варіанті обидві металеві обшивки панелей потрібно розпилювати окремо.

Необхідно очищати поверхню панелей від металевої стружки після кожного різання або сверління і не забувати очищати замки панелей.

Не можна наносити маркування гострими предметами на поверхню панелей!

Кріплення сендвіч-панелей

Сендвіч-панелі потрібно кріпити до опорних конструкцій, тому що вони є несучими елементами огороження. Сама ж опорна конструкція може бути з різного матеріалу: сталь, дерево, бетон.

Якщо кріпити панель до сталевих або дерев'яних конструкцій то використовуються самонарізні шурупи. Також можна використовувати саморізи із загартованої вуглецевої сталі з прокладкою шайби з ущільнювального матеріалу.

Тип кріпильних елементів потрібно вибирати залежно від товщини і типу підконструкції. Також важливо враховувати товщину панелі, коли здійснюється монтаж металоконструкцій.

Несуча здатність різьбових з'єднань залежить від типу саморізів, самонарізних шурупів і діаметра отвору під них. Тому варто приділити цьому вибору особливу увагу.

Відстань від краю панелі до саморіза повинна бути не менша 50 мм.

Попередньо треба видаляти захисну плівку в місцях, де знаходяться замки і шурупи. Повністю ж плівка видаляється тільки перед повним закінченням монтажних робіт.

Монтаж стінових панелей

Стінові сендвіч-панелі можна встановити горизонтально і вертикально.

Якщо робити горизонтальний монтаж сендвіч панелей, то починати треба знизу (від цоколя) вгору. Вертикальний же монтаж починати від кута і саме з тієї панелі, яка буде впирається в стик. При такому монтажі відхилень в розмірах практично не буде.

Укладати панелі треба горизонтально тільки пазом вниз! Це необхідно для вільного стікання води.

Спочатку піднімається перша панель за допомогою вантажопідйомних пристосувань і встановлюється на опорну цокольну підконструкцію саме в те місце, яке передбачено проєктом. Потім перевіряється вертикальність панелі й те, як дотримується площинність стіни. Якщо це необхідно, то вирівнюється положення першої панелі. Саме від цього першого кроку і буде залежати, наскільки правильно буде виконано весь подальший монтаж.

Фіксується панель до опорної конструкції за допомогою саморізів. Після цього робиться розстроповка сендвіч-панелі. В процесі всіх дій треба стежити, щоб панель не пошкодилася.

Поперечний стик стінових панелей

Варто ущільнювати шви мінеральною ватою, коли здійснюється монтаж сендвіч-панелей сусідніх секцій в тому випадку, якщо панелі з мінераловатним або пінополістирольним утеплювачем, або з монтажною піною, якщо панелі з пінополістирольним чи поліуретановим утеплювачем (Рис.5.5.9).

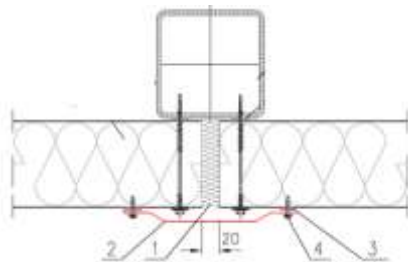


Рис.5.5.9. Поперечний стик стінових сендвіч-панелей

Технологічний шов повинен бути не меншим за 15 мм, якщо довжина панелі до 4 м. І шов не менше 20 мм, якщо довжина більше 4 м.

Шви мають закриватися спеціальними або фасонними елементами (поз.2). Вони повинні бути виготовлені за кресленнями у відповідності з проектом.

Прикріплювати фасонні елементи потрібно самосвердлувальними шурупами (поз.4) або заклепками з кроком 300 мм. Зазвичай крім цього використовуються кольорові ковпачки для того, щоб декорувати елементи кріплення.

Встановлення покрівельних панелей

Монтаж покрівельних панелей повинен проводитися з ухилом не менше 5%. Попередньо варто спорудити на несучих покрівельних конструкціях допоміжну площадку для роботи.

Підйом першої сендвіч-панелі виконується за допомогою вантажопідйомних пристосувань, потім встановлюють її на несучі покрівельні конструкції. Необхідно прослідкувати за правильним розташуванням і ухилом панелі – це важливо для якості подальшого монтажу (Рис.5.5.10).

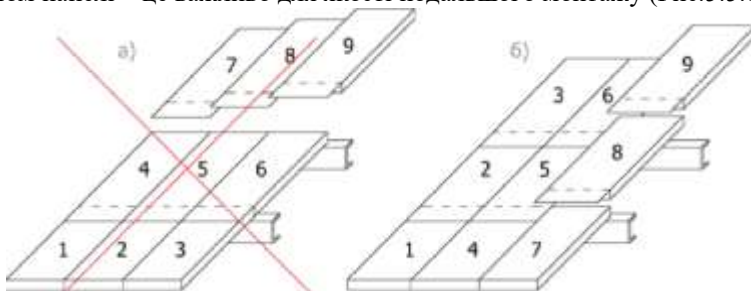


Рис.5.5.10. Послідовність монтажу сендвіч-панелей

До опорної конструкції панель кріпиться саморізами, далі робиться розструповування панелей.

У випадку, якщо довжина покрівельного ската перевищує 12 м, треба приділити увагу нахлесту між панелями і здійснювати монтаж від звісу до верху. Варто дотримуватись наведеної схеми:

Наноситься герметик на місце нахлесту першої панелі. У наступній робиться підрізування торця. Далі панель кріпиться аналогічним чином і прикріплюється до несучих покрівельних конструкцій і вже в кінці її потрібно розстропувати. Після цього прикріплюється верхня панель до нижньої в поперечному стику. Після того, як закінчено монтаж сандвіч-панелей у першому і другому ряду (панелі 1, 2, 3, 4, 5 і 6, відповідно) можна приступати до організації поздовжніх міжпанельних з'єднань. Під час перерв у роботі необхідно заздалегідь закріплювати кожен панель на несучих конструкціях гвинтами.

Після закінчення монтажу панелей по ним можна пересуватись тільки у спеціальному взутті, а також використовуючи додаткові настили з опорою на несучі конструкції.

Не можна встановлювати технологічне або вантажопідйомне обладнання на панелі! Можна тільки прикріплювати його до несучих покрівельних конструкцій.

Поздовжній стик покрівельних панелей

Після того, як було прикріплено панелі до каркасу і зроблено нахлест, робиться міцне механічне з'єднання поздовжніх стиків у замках.

Тільки перед самим монтажем покрівельних панелей закладається в паз замка силіконовий герметик з внутрішньої сторони покрівельної панелі.

Бюджетні сандвіч-панелі з найменшими вимогами до якості та довговічності представлені в Україні широким списком брендів, серед яких можна виділити АлюТерм, Арсенал, Астен, Пантек, Промстан, Cualimetal, Gor Stal, Izovol, Paneltech (середня ціна близько 1300 грн/м²).

Середній ціновий сегмент заповнений продукцією виробництва компаній Adamietz, Arcelor, Balex, Isopan, Joris, Metecno, Pruszyński, USP, Ізоспан, Інтеко, Системінвест, Термо-буд, ТПК (середня ціна близько 2000 грн/м²).

І найбільш високоякісні сандвіч-панелі в Україні, що відповідають європейському стандарту якості ДСТУ Б EN 14509:2014, представлені лише двома брендами – Kingspan і Ruukki (середня ціна біля 2800 грн/м²).

Контрольні питання:

1. Що таке сандвіч-панель і її види?
2. Які види наповнювачів і обшивок сандвіч-панелей?
3. Які види профілювання обшивок та їх призначення?
4. Які види замків сандвіч-панелей?
5. Описати технологію монтажу сандвіч-панелей.

Тема 5.6. Вентильовані фасади

Вентфасад – це сучасний вид зовнішнього облицювання будівель. Багатошарова конструкція надійно захищає поверхню від зовнішніх факторів, і надає екстер'єру презентабельний вигляд. Комплексний монтаж вентильованих навісних фасадів проводиться з фіксацією на зовнішній стіні будівлі (Рис.5.6.1).



Рис. 5.6.1. Конструкція вентфасаду

Будова та конструктивні особливості

Стандартний вентильований фасад – досить складна система, що включає такі елементи:

- **каркас** – включає кронштейни, стійки, поперечини, анкерні болти і заклепки;
- **Ширина вентиляційного зазору** становить 40-100 мм. Такий прошарок вентильованих фасадів забезпечує хорошу циркуляцію повітря між стіною і конструкцією фасаду.
- Застосовується потрібний захист **ізоляції**: гідро-, тепло- і пароізоляція. Використовуються екологічні і негорючі матеріали. Такий навісний фасад безпечний, і стійкий до спалаху та тління;
- **вітрозахисна мембрана** підвищує стійкість конструкції до поривів вітру, і покращує показники з енергоефективності.
- **облицювання** вентильованого фасаду – виконують з різних матеріалів: керамограніт, фіброцементні плити, композитні панелі, листи алюмінію.

Енергоефективність. Сучасні вентильовані фасади приваблюють високим рівнем теплоізоляції. Це допомагає знизити витрати на опалення і кондиціонування.

Довговічність. Термін служби конструкції становить 30-50 років.

Шумоізоляція. Вентильовані фасадні панелі поглинають звуки вулиці, створюючи комфортну атмосферу в приміщеннях.

Захист стін будівлі. Кожна система вентиляованого фасаду убезпечить поверхню від впливу опадів і перепадів температур. Це підвищує довговічність споруди.

Простий монтаж вентиляованого фасаду. Устаткування збирається, як конструктор. Всі елементи стійкі до перепадів температур, а «мокрі» процеси відсутні. Тому установка вентиляованого фасаду може виконуватися в будь-яку погоду.

Контроль вологості стін. Стандартні і касетні панелі для фасаду захищають від опадів, а спеціальні зазори запобігають появі конденсату.

Пожежна безпека. Фасад вентиляований не горить, не тліє і не плавиться.

Привабливість і універсальність обладнання. Можна вибрати вентиляований фасад для приватного будинку, торгового-комплексу, багатоповерхового будинку або бізнес-центру. Спорудження може встановлюватися з фіксацією на стінах з деревини, бетону, цегли, каменю та інших матеріалів.

Природна вентиляція

Коли здійснюється монтаж вентиляованих фасадів, з гігromетричної і теплоізоляційної точки зору величезною перевагою такого фасаду є повітряний коридор між теплоізоляцією і зовнішнім облицюванням. Він створює так званий ліфтовий ефект, тобто безперервну циркуляцію повітряних потоків в стіні знизу нагору, яка забезпечується надлишковим або недостатнім розрідженням повітря в повітряному коридорі по відношенню до атмосферного тиску. Може бути з відкритими або закритими стиками.

Вентиляований фасад з закритим стиком – це ліфтовий ефект, а з відкритим стиком – суцільна вентиляція (Рис.5.6.2).

У цьому випадку можливість мати правильну циркуляцію повітря між облицюванням і основою будівлі пов'язана з необхідністю забезпечити потрібний і постійний повітряний коридор, що запобігає утворенню всередині вентиляційної камери конвекційних потоків, що заважають циркуляції повітря.

Присутність виступів і вікон може призвести до обриву повітряного коридору, що дуже негативно відіб'ється на характеристиках конструкції. Крім того, модель даного типу, навіть якщо вона грамотно виконана, часто утворює дуже сильний потік повітря, який, особливо в зимовий час, не сприяє правильній термоізоляції стіни. Навіть якщо в цьому випадку було б більш доречним говорити про «суцільну вентиляцію», ніж про справжній «ліфтовий ефект», присутність відкритих стиків забезпечує більш рівномірну і постійну вентиляцію в повітряному коридорі. Цей варіант цілком вирішує проблему вікон, виступів та інших перешкод, які ніяк не впливають на вентиляцію камери, тому покращують загальні характеристики конструкції.

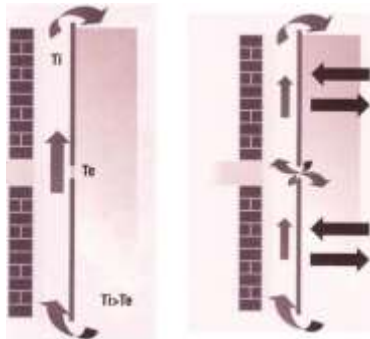


Рис.5.6.2. Природна і суцільна вентиляція вентфасаду

При монтажі вентиляованих фасадів з плитки природна вентиляція між лицьовим шаром і зовнішньою стіною будівлі оцінюється найбільше влітку, оскільки безперервні потоки повітря дозволяють відводити величезну частину тепла, яке не екранується облицюванням. Тепло під облицюванням стіни, набагато менше, а це позитивно впливає на комфорт перебування у приміщенні. У зимову пору року все відбувається навпаки, так як циркуляція повітря в зазорі зменшує температуру повітря на поверхні теплоізоляції по відношенню до того, коли циркуляція відсутня, що погано відбивається на характеристиках ізоляції. В холодну пору ліфтовий ефект обмежений незначною різницею температури атмосферного повітря та повітря в коридорі, тому вищевказаний негативний ефект дуже малий і нейтралізується іншими перевагами, які пропонує система, наприклад, проникність для випаровувань стіни. До всього іншого можливості фасаду можна збільшити навіть взимку, застосовуючи необхідну кількість термоізоляції. Чим товстіший шар ізоляційного матеріалу, тим температура на поверхні буде ближче до температури навколишнього середовища, і потік повітря в повітряному коридорі, забезпечуваний присутністю зовнішнього облицювання, буде незначним.

Вентиляційні властивості методу

У порівнянні зі звичайними системами фасадів, вентиляований фасад з природного чи штучного каменю дає можливість значно поліпшити розсіювання випарів, що містяться всередині кам'яної стіни, що впливає на збільшення її довговічності. Присутність вентиляційного коридору дозволяє волозі, наявної всередині будівлі і внесеної в стіну в період будівництва, безперешкодно покидати будівлю, значно сприяючи підтримці сухості і найкращому збереженню як зовнішньої стіни будівлі, так і термоізолюючого шару.

Вентфасад складається з функціональних шарів (Рис.5.6.3), якими є:

1. Зовнішня стіна або зовнішнє заповнення стін будівлі;

2. Вирівнюючий шар;
3. Ізольований шар;
4. Вентиляційний прошарок (повітряний прошарок);
5. Кріпильна система;
6. Кріпильні пристрої;
7. Зовнішнє облицювання;
8. Система стиків



Рис.5.6.3. Функціональні шари вентфасаду

Ізоляційний шар

Цей шар виготовлений з панелей, прикріплених на стіну, для забезпечення ідеальної теплоізоляції всього будинку. Найчастіше, товщина шару підбирається залежно від застосованого матеріалу, зазвичай 10 см, і зобов'язана враховуватися при розрахунку зовнішнього облицювання стіни, так як він сумується з обраною товщиною повітряного прошарку, що забезпечує "ліфтовий ефект".

Зокрема, для оптимізації "ліфтового ефекту", що забезпечує більшу частину переваг в галузі енергозбереження, потрібно застосовувати оптимальну товщину повітряного прошарку, тобто 6 - 8 см.

Система кріплення (підконструкція) складається з металевої конструкції на основі алюмінієвого сплаву або оцинкованого прокату і монтується безпосередньо до стіни за допомогою дюбелів. У разі використання керамограніта в якості зовнішнього облицювального матеріалу, дана система кріплення складається з:

- вертикальних профілів ("стійок"), закріплених на стіні відповідними кронштейнами;
- горизонтальних профілів ("поперечок"), закріплених на стійках (використовуються тільки у випадку з закритими кріпленнями). Основним її призначенням є втримання ваги зовнішнього облицювання.

Варіанти кріпильних пристроїв

Для виготовлення вентиляційних фасадів застосовуються дві різних типи систем кріплення: відкрите і закрите кріплення (Рис.5.6.5). Відкрите кріплення комплектується із затискачів, виготовлених з нержавіючої сталі, які кріпляться до несучої конструкції, що складається з вертикальних профілів. Після монтажу кріпильні затиски частково видно зовні. Щоб зробити їх менш помітними, їх фарбують в колір матеріалу, який використовується для облицювання.

Закрите кріплення комплектується сталевими вставками, закріпленими на плити за допомогою отворів на тильній стороні, які монтуються до несучої конструкції в місцях перетину стійок і поперечини. Воно називається "закрита система кріплення" тому, що після завершення монтажу, механізм кріплення не видно з лицьового боку фасаду.

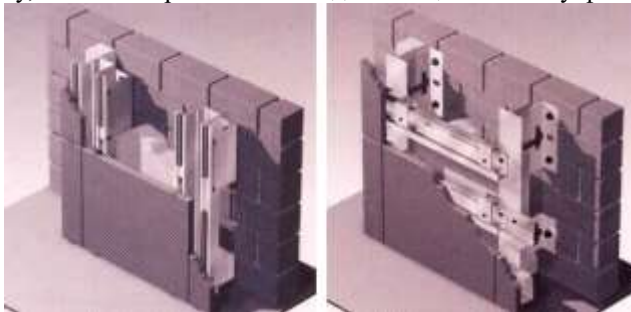


Рис.5.6.4. Варіанти кріпильних систем

Монтаж вентфасада, як правило, включає в себе такі етапи:

- підготовка будівлі до утеплення;
- розмітка фасаду;
- монтаж кронштейнів, теплоізоляції і вітрозахисту;
- монтаж вертикальних напрямних і клямерів;
- монтаж фасадних плит чи касет.

Контрольні питання:

1. Яка будова та конструкційні особливості вентфасаду?
2. Які є види вентиляції в конструкції вентфасаду?
3. Які переваги вентфасадів?
4. Які види фасадних систем вентфасадів?
5. Яка технологія влаштування вентфасадів?

Тема 5.7. Будівництво з дерева

Люди, що живуть у дерев'яних будинках говорять, що навіть зрубане дерево продовжує дихати, випромінювати енергію тепла, створюючи неповторну атмосферу єднання з природою. Дерев'яний будинок – це справжній природний кондиціонер. Його стіни «дихають»: через колоду або брус у закритому приміщенні може оновлюватися до 30% повітря. А завдяки унікальним вологорегулюючими властивостям в дерев'яному будинку прохолодніше влітку і тепліше взимку. Стіни в таких будинках досить міцні. Міцністю називається властивість деревини чинити опір руйнуванню під дією механічних навантажень (розтяг, стиск, згин, сколювання). Твердість деревини, насамперед, залежить від породи дерева, а також умов його росту, вологості тощо. Зазвичай вказують середні відносні показники твердості у відсотках відносно дуба. Відносна твердість дуба приймається за 100%. У будівництві використовують хвойні та листяні породи дерева. Хвойні: сосна, ялина, модрина, кедр. Листяні: дуб, ясен, бук, клен, береза, осика.

Цілі колоди називаються кругляком. Рівно витесана з двох боків колода, діаметром не менше 300-500 мм, з якої виготовляють стіни та всі внутрішні перегородки, називається лафет (напівбрус), поряд з яким утворюється обапіл та необрізна дошка. Якщо пропилюють усі чотири боки колоди, отримують обрізний матеріал, який поділяється на брус, обрізну дошку і дрібний брус. Дошки підлоги, обшивальна дошка (вагонка), фальцовальна дошка, дрібні погонажні вироби (плінтус, наличник, штапик та ін.) – це струганий погонаж, а меблеві щити, клеєний брус тощо – клеєні вироби. Основні розміри бруса: 100×100 мм, 100×150 мм, 150×150 мм. Довжина – 6 м (брус більшої довжини виготовляють за спеціальним замовленнями, він коштує на 10-15% дорожче).

Відносно новий для ринку різновид цих пиломатеріалів – профільований брус.

Основні розміри обрізної дошки: товщина - 25, 40, 50 мм; ширина – 100 та 150 мм; довжина - 6 м, що завжди є у продажу. Дрібний брус зазвичай виготовляють двох розмірів - 40×50 мм, 50×50 мм. Довжина - 3 або 6 м. Залежно від розмірів поперечного перерізу пиломатеріали поділяють на бруси (шириною і товщиною понад 100 мм), дошки – ширина більше подвійної товщини, дрібні бруси – ширина не більше подвійної товщини.

Дерев'яна стіна товщиною 35 см еквівалентна по теплозбереженню півтораметровій цегляній кладці.

По конструкції дерев'яні будинки бувають декількох типів: зруби будинку з рубаної і оциліндрованої колоди, дерев'яні будинки з пиляного, струганого або клеєного бруса, і каркасно-щитові будинки.

Зруб ручної рубки – дикий зруб будинку

Зруб будинку здавна вважається символом надійності та твердості, а використання зрубних конструкцій є найдавнішим способом будівництва дерев'яних будинків. Рубана колода – очищений від кори стовбур, якому сокирою надають округлу форму, вирубують пази й елементи замків для з'єднання з іншими колодами. У будинках, побудованих за такою технологією, несучою конструкцією є дерев'яна стіна, що складається з подовжньо- покладених один на одного колод або брусів. Кожен ряд такої конструкції носить назву «вінець». При будівництві будинку між колодами обов'язково прокладають натуральний ущільнювач від задування (мохи, клоччя, джутове волокно та ін.) Будівельникам такого будинку слід враховувати можливу усадку стіни на кілька сантиметрів (звичайно стіни «усихають», знижуючись на 150 мм від рівня підлоги після першого сезону, спад може становити до 5% від висоти будинку). Будинок, зрубаний вручну, повинен постояти не менше року. Після усадки будинку виконують додаткове ущільнення щілин, обшивку дверних і віконних коробок (Рис.5.7.1).



Рис.5.7.1. Будинок з дикого зрубу

Будинки з дикого зрубу будують з використанням свіжозрубаної деревини лісу хвойних порід, бажано зимового зрізу (рубки). Сушка колод може відбуватися безпосередньо в зрубі. Для того щоб у колодах не виникали поверхневі тріщини (або їх було значно менше) в процесі зниження внутрішньої вологості колод, варто робити вздовж всієї довжини компенсаційні пропили в кілька сантиметрів.

Найпоширенішими видам рубки є «російська чаша» та «канадська чаша» (Рис. 5.7.2). Канадська є складнішою у виконанні але після всихання деревини не будуть утворюватись значні щілини що позитивно відобразиться в подальшій експлуатації.



Рис.5.7.2. “Російська” та “канадська” чаші

Даний тип будівництва дуже тривалий і трудомісткий. Відповідно, він буде коштувати дорожче, ніж будинок з оциліндрованої колоди. Це пов'язано зі складністю складання зрубу і неможливістю проводити обробку вже після закінчення будівництва.

Для будівництва такого виду дерев'яного будинку в кліматичних умовах України застосовуються колоди природної вологості, що мають діаметр від 260 мм до 320 мм. Колоди зарубуються, шліфуються вручну і обробляються за допомогою рубанка, завдяки чому зберігається висока міцність і структура деревини, а також її низька теплопровідність. Обробка дозволяє захистити деревину від тріщин або інших дефектів деревини, які можуть з'являтися при експлуатації.

Потім колоди маркують, перевозять і ставлять на ділянку з готовим фундаментом. Стругану колоду не потрібно додатково обробляти, однак іноді її шліфують. Рідше зістругані колоди покриваються лаком і оштукатурюються. Зруб збирається на клоччя або мох або льнополотно. Коли колоди висохли, їх потрібно обов'язково проконопатити і пофарбувати за допомогою сумішей з високою повітропроникністю.

Основною перевагою будинку зі зрубу є той факт, що якщо зруб зроблений правильно, його легко можна зібрати своїми руками. Однак недоліків тут є декілька:

- можливість утворення синяви;
- усадка, яка становить від 12 до 15 см;
- на колодах природної вологості можуть з'являтися тріщини.

Зруб з оциліндрованої колоди

Кращим варіантом є будівництво зрубів з оциліндрованої колоди. Складність монтажу й трудомісткі обробні процеси переводяться в етап виробництва і закладаються ще на стадії проектування. В результаті на будівельний майданчик надходять не заготовки, а вже готові деталі. Перевага такої колоди – рівна, округла її форма, що дозволяє досягти

максимально щільного з'єднання колод (Рис.5.7.3). Сучасні технології дозволяють виготовляти колоди досить великих діаметрів (до 32 см і більше).

Використання оциліндрованої колоди дозволяє створити жорсткішу і щільнішу конструкцію, поліпшивши при цьому теплоізоляційні властивості стін. Дерев'яні будинки з таких колод мають дуже привабливий і стильний вигляд. А завдяки якісній обробці поверхонь не вимагають обробки.



Рис.5.7.3. Колоди для зрубу

Незважаючи на простоту колод, з них можна придумати і зробити неймовірно красивий і незвичайний проект. За рахунок вирізання косих чашок, можна побудувати з колод цікаві багатогранні конструкції. Тож універсальність і піддатливість круглого бруса дозволяють втілити з дереві цікаві та сміливі ідеї. У процесі зведення стін зрубу, колоди з'єднуються в замок (Рис.5.7.4). Для щільних з'єднань використовуються дерев'яні штирі – нагелі. Терміни зведення зрубу – близько року. Гарантія – понад 150 років. Будинки, побудовані цим методом, відносяться до класу індивідуального елітного житла, їх вартість часто перевищує 500 у.о./м².



Рис.5.7.4. Вид замків колод для зруба

При розгляді будівництва з найбільш популярного сьогодні матеріалу (оциліндрована колода) є деякі складності. Так як в Україні не вирощують дерева для виробництва «оциліндровки», в ході обробки весь захисний шар смоли буде знято. Тому кінцевий матеріал втрачає свою гладкість, на ньому можливе множинне утворення тріщин.

Дерев'яні будинки з бруса

Брус – це теж колода, але прямокутної форми. У будівництві будинків застосовується профільований брус заданої форми і перерізу (профілю), забезпечений рядом допоміжних елементів, що оптимізують збірку. Основна ідея технології – додати елементам стінової конструкції таку форму, щоб вони максимально щільно з'єднувалися між собою, роблячи стіну міцною, теплою і невразливою для атмосферних впливів. Цільний профільований брус надходить до замовника повністю готовим для будівництва, що не вимагає підгонки на місці. Серед переваг такого матеріалу потрібно відзначити те, що будинки з нього швидко і легко збираються, тому що всі вироби виготовляються на високоточних верстатах.

Пилений брус в заводських умовах піддається мінімальній обробці. З круглих колод природної вологості (50-70%) на пилорамах випилюють прямокутний брус різного перетину (100×100, 100×150, 150×150, 150×200, 200×200 тощо). У такому вигляді брус надходить на будівельний майданчик, де з нього збирають стіни будинку. Основні недоліки: ймовірність появи тріщин в процесі висихання і значна усадка (7-10 см) в перші 5-6 місяців після зведення будинку.

Струганий брус має такі ж типорозміри, як і пилений. Але його сушать в заводських умовах до вологості 20-25%, а потім стругають на спеціальному обладнанні. Щоб усадка стін була незначною, в брусі робиться горизонтальний внутрішній пропи́л. При цьому сам брус зовні залишається гладким. При збірці будинку за рахунок пропи́лів утворюються повітряні порожнини, які дозволяють стінам з профільованого бруса зберігати тепло в півтора рази краще, ніж стіни із звичайного гладкого бруса. Такі будинки на 15-30% дорожче аналогів з оциліндрованої колоди за більшої витрати дерева і трудомісткою технології виробництва.

Щоб зовсім уникнути проблем з усадкою і деформацією, при будівництві дерев'яних будинків використовується клеєний брус, який виробляють з висушених і склеєних між собою, а потім підкаліброваних заготовок (Рис.5.7.5). Деформація такого бруса практично нульова, він не розтріскується, не дає усадки і має високу якість лицевої поверхні. Це забезпечується тим, що при склеюванні ламелей напрям дерев'яних волокон в них задається в протилежні сторони. Клеєний брус дозволяє архітекторам використовувати додаткові можливості при проектуванні і будівництві будинку. Так, наприклад, немає обмежень по ширині прольоту, пов'язаних з довжиною колоди. Це дозволяє будувати великопролітні будівлі площею до 1000 м². Відсутність усадки дає можливість встановлювати вікна і двері в отвори одразу ж після монтажу коробки. Терміни зведення будинку скорочуються до 4 місяців при гарантії до 80 років. Вартість 1м² будинку з клеєного бруса в стандартній

комплектації з фундаментом, внутрішньою й зовнішньою обробкою, інженерними комунікаціями становить від 550 до 1250 у.о.

Дерев'яний будинок в Україні – не рідкість, та і в інших країнах здавна це користувалося заслуженою любов'ю. Давні традиції народної архітектури наших предків у поєднанні з сучасними технічними можливостями породили сьогоднішній бум будівництва будинків з деревини. Особливо це помітно останні кілька років. Дерев'яний будинок входить в моду, бути власником такого котеджу стає престижним. А тепер саме час поговорити про технології будівництва дерев'яного особняка.



Рис.5.7.5. Стіни зруба з клеєного бруса

Зведення дерев'яних будинків в наші дні припускає використання нових технологій і сучасних матеріалів, що враховують всі необхідні вимоги та забезпечують максимальний комфорт і надійність. Серед різноманітності використовуваних матеріалів все більшу популярність набуває будівництво будинку з клеєного бруса.

Ідеальний матеріал, який використовується при будівництві будинків з клеєного бруса володіє підвищеною стійкістю, відмінними зовнішніми якостями, одночасно зберігаючи екологічні характеристики деревини. В якості матеріалу для виробництва високоякісного клеєного бруса використовується сосна або ялина зимового зрубу.

Зимовий час рубки пояснюється тим, що з настанням холодів припиняється рух соків усередині дерева, пори закриваються і при висиханні колода практично не деформується, що позитивно позначається на подальших експлуатаційних властивостях бруса. Північна деревина довговічніша. Деревина на півночі ростуть набагато повільніше своїх південних побратимів, в результаті волокна деревини більш щільно прилягають один до одного, внаслідок чого виготовлений брус володіє великою міцністю і стійкістю до зовнішніх несприятливих факторів.

Клеєний брус складається з декількох ламелів (від двох до чотирьох) частин товщиною до 65 мм. Перед цим заготовки добре просушуються, а саме з'єднання проводиться методом гарячого склеювання з паралельним пресуванням.

З метою підвищення експлуатаційних властивостей клеєного бруса ламелі розташовують у протилежні один до одного боку за напрямком «річних кілець». Клейові шви при цьому утворюються надзвичайно міцні, але пропускають вологу. Це важливо, адже такий брус продовжує "дихати". Заготовки профілюються, на поверхню наноситься спеціальний захисний склад. Технологія дозволяє не тільки зберегти клітинну структуру дерева, але й надати йому легкість. Будинок з клеєного бруса дає значно меншу усадку і розтріскування в порівнянні з цілісною колодою, перевершує її за теплотехнічними характеристиками. Поверхня бруса дуже якісна, не вимагає подальшої обробки, а висока точність виготовлення деталей і з'єднань дозволяє швидко складати будинок. Теплоізоляція та водонепроникність гарантуються.

В асортименті різних компаній є свої розміри. Як приклад:

Сосновий брус з вертикальним розташуванням ламелей: 88×180, 113×180, 134×208, 170×208, 202×208, 240×208. Ялиновий брус з горизонтальним розташуванням ламелей: 165×250, 207×250 (Рис.5.7.6).

сосна

ялина

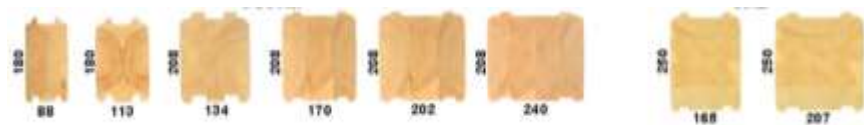


Рис.5.7.6. Види клеєного бруса

Клеєний брус може мати будь-яку довжину, це дуже зручно при будівництві, несуча здатність стін будинку з клеєного бруса значно вища, що дозволяє будувати будинки в кілька поверхів. Та й самі стіни виглядають суцільним монолітом, практично не дають усадки, при будівництві не обов'язково встановлювати масивний фундамент, а обробку приміщень можна проводити відразу ж після зведення будинку.

Технологія зведення будинку з клеєного бруса дозволяє виробляти комплекти дерев'яних будинків високої заводської готовності. Таким чином, вдається поєднувати використання екологічного, довговічного, та й просто приємного матеріалу, яким є натуральне дерево, з високою продуктивністю праці на будмайданчику. Будівництво та оздоблення будинку з клеєного бруса проводиться в один етап, досить швидко, що є ще одною вагомою перевагою.

Серед інших переваг клеєного бруса – можливість проводити приховану розводку інженерних комунікацій, висока ступінь захищеності, гарний зовнішній вигляд, що дозволяє використовувати його в якості фасадного матеріалу.

З'єднання та види замків

Для круглих колод і для прямокутного бруса практикуються зазначені способи кутових з'єднань:

- із залишком – «в обло» та «в чашу»;
- без залишку – «в лапу» та «в зуб».

Для профільованого та клеєного бруса використовуються ще й такі види з'єднань:

- **встик** – на шпонках або «теплий кут» (на корінному шипі);
- **Т-подібне** з'єднання для монтажу внутрішніх стін;
- **поздовжнє** з'єднання для зрощення брусів для досягнення необхідної довжини.

З'єднання замків із залишком для профільованого бруса (Рис.5.7.6)

- «**В пів дерева**» – це замок, який виходить за рахунок вирізування паза прямокутної форми глибиною в половину товщини бруса.
- «**В курдюк**» – це замок, який виходить за рахунок вирізування додаткового шипа у прямокутному пазі попереднього виду замка.
- «**В охряп**» – мається на увазі випилювання виїмок по обидва боки бруса для надійного стикування в замку.

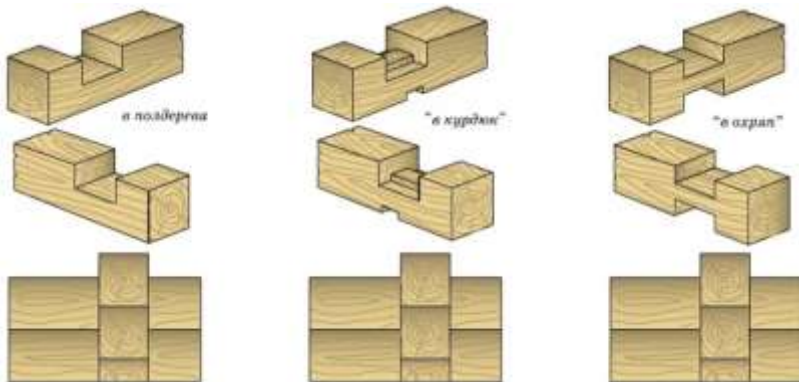


Рис.5.7.6. З'єднання бруса із залишком

З'єднання замків без залишку, для профільованого бруса

- «**В стик**» – найпростіший і найшвидший варіант. Брус стикується, після чого закріплюється шипованими сталевими пластинами. Рідко коли виходить ідеально підігнати торці бруса, а це призводить до отримання мало герметичних кутів.
- «**На шпонках**» – при цьому використовується клин із твердих порід для міцності кута. Шпонка у пазах запобігає руху стиків. Є

кілька видів шпонки: поперечна, поздовжня та коса. Остання найкраща, проте створюється досить складно.

- **«На корінних шипах»** – такий варіант використовується досить часто. В одному з двох брусів, що з'єднуються, випилюють паз, а в іншому — шип під розмір паза. У паз кладеться утеплювач. Для міцності конструкції бруси чергують пазами та шипами.
- **«В пів дерева»** (пропил в половину ширини бруса) – для такого з'єднання спочатку свердяться отвори під шпонки біля з'єднань кутів, довжини шпонки має вистачити на кілька брусів. Іноді шпонку додають у стики брусів, що збільшує міцність з'єднання.
- **«Ластівчин хвіст»** – мабуть, найміцніший варіант. Спосіб дуже схожий з корінним шипом, тільки шип у цьому випадку має трапецієподібну форму.

Поздовжнє з'єднання профільованого бруса

- **«Косий замок»** – найскладніший спосіб, але й найміцніший.
- **«Шип на шпонках»** – бруси з пропилами ідентичних пазів на кінцях встановлюються впритул один до одного, а скріплюються за допомогою шпонки з твердих порід дерева, що забивається в паз.
- **«В пів дерева»** – як і з'єднання кутів, але кінці брусів пропилюють на ширину, яка дорівнює половині товщини бруса.
- **«Поздовжній корінний шип»** – з'єднання відбувається аналогічно до кріплення кутів на корінний шип шляхом пророблення паза на одній колоді і шипа на іншій.
- **«Т-подібне з'єднання»** – сухого профільованого бруса можуть використовувати для монтажу внутрішньої стіни, коли брус врубують перпендикулярно до стіни. Це також відбувається у різний спосіб. Іноді за типом «в обло» використовується паз зі вставним шипом або паз з корінним шипом, прямокутної форми або у вигляді популярної форми «ластівчин хвіст», про яку ми вже розповідали вище. Корінний трапецієподібний шип є дуже щільним примиканням і називається «сковороднем». Якщо шип вирізається прямокутної форми, то в народі його звуть «напівковородень» (Рис.5.7.7).

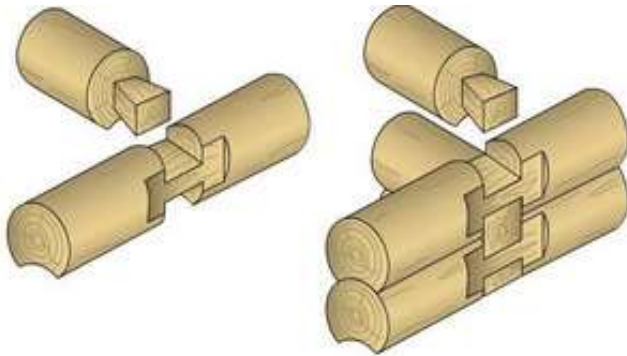


Рис.5.7.7. Т-подібне з'єднання колод

З'єднання та види замків в дикий зруб та оциліндрованій колоди

Спосіб з'єднання вінків оциліндрованої колоди із залишком

- «В пів дерева» – формується за рахунок пророблення простого поздовжнього паза напівкруглого перерізу.
- «В курдюк» – утворює з'єднання за рахунок вирубаного в нижній колоди шипа, який вставляють у паз верхньої колоди.
- «В гребінець» – на дні чаші вирубуються гребінець для більшого кутового примикання та герметизації зрубу.
- «В охряп» – замки рубуються у верхній та нижній колодах, іноді можуть доповнюватися курдюком (шипом) (Рис.5.7.8).

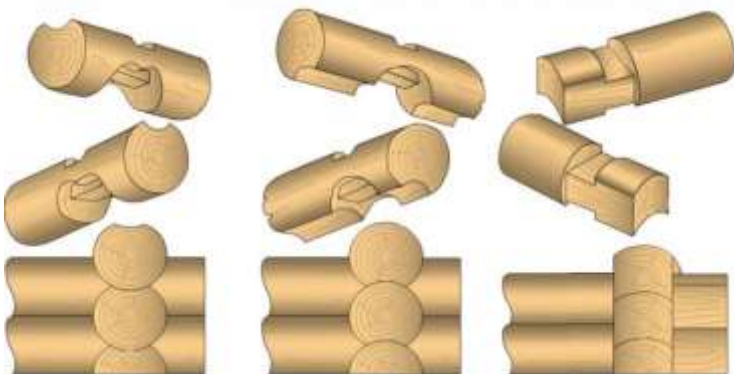


Рис.5.7.8. З'єднання колод «в охряп»

- **«В охлоп»** – у верхній колоді вирубуються овальний паз, що прихлопує нижню колоду (Рис.5.7.9). Може містити додаткові елементи: гребінь або курдюк, іноді те й інше.

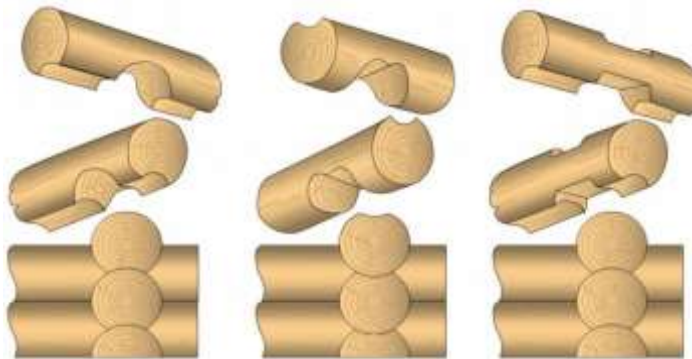


Рис.5.7.9. З'єднання колод «в охлоп»

Спосіб з'єднання вінців оциліндрованої колоди без залишку

«В лапу» – цей замок дуже нагадує примикання “в охряп”, але проводиться з випиленої торцевої частини колоди. З'єднання «в лапу» може бути прямим, косим («ластівчин хвіст») і косим з присіком (пазом) – цей замок дуже нагадує примикання “в охряп”, але проводиться з випиленої торцевої частини колоди. З'єднання «в лапу» може бути прямим, косим («ластівчин хвіст») і косим з присіком (пазом).

Каркасне дерев'яне будівництво

Якщо в двох словах, то технологія зведення каркасного будинку полягає в створенні несучої стіни з листового пирога (облицювання + вітро- пароізоляція + ОСБ + утеплювач + гіпсокартон + внутрішня обробка) зашитого в дерев'яний каркас.

Дерев'яний каркас та ОСБ грають несучу роль, адже не секрет, що наприклад брусовий будинок не використовує і п'яти відсотків несучої здатності бруса. У той же час каркасний будинок з повним навантаженням (облицювання, меблі та інше) краще використовує несучу здатність каркаса.

Будівництво каркасних будинків є найекономічнішим серед існуючих на сьогоднішній день будівельних технологій, як би не запевняли нас у зворотному деякі будівельні компанії. Це підтверджується і тим фактом, що більшість прогресивних країн у світі переходить на будівництво за каркасною технологією. Звичайно, в різних країнах, у різних проектних і будівельних організаціях є своя культура і свої

особливості споруди каркасних будинків, але суті технології це не міняє - вона є і залишається каркасною. Наприклад, в США і Канаді такі будинки будують з струганої дошки 38×90 і 38×40 відразу на тому місці, де буде перебувати будинок (Рис.5.7.10). У Європі та Скандинавії каркасні панелі підготовляються в заводських умовах, а потім їх уже монтують на об'єкті будівництва за допомогою крана. Обидва варіанти, хоч і мають відмінності по деяких аспектах, зберігають суть – основою є дерев'яний каркас з наповненням утеплювача. У нашій країні досить поширена технологія виробництва каркасних будинків з сендвіч-панелей, що виконуються на основі плит ОСП і пінопласту. Це економічний варіант, відрізняється простотою виробництва, дешевизною виробничих ліній і не вимагає особливо високої кваліфікації робітників при монтажі.



Рис. 5.7.10. Конструкція каркасного будинку

Найпопулярніші технології каркасних будинків - це **фінська і канадська**. Головними плюсами будівництва каркасних будинків за фінською технологією є низька вартість і терміни будівництва будинку. Ця технологія будівництва каркасних будинків включає в себе дерев'яний каркас. Для огороження використовували ДСП або спеціальну фанеру. Мінеральну вату використовували як утеплювач для дому, який утримує будинок в теплі. В оселі такого типу завжди буде затишно і комфортно. Ця технологія будівництва будинку, стала дуже популярна і в наш час і з кожним разом покращується і прогресує. Також серед плюсів будівництва каркасного будинку це більш екологічно чисті матеріали для будівництва. Головні якості каркасних будинків роблять цим спорудам велике майбутнє, де вони, безсумнівно, стануть головними на ринку будівництва індивідуальних будинків. Така популярність каркасних будинків дала про

себе знати і в Європі. В результаті чого каркасна технологія будівництва перетворилася на каркасно-панельну технологію будівництва.

В канадській технології каркасних будинків використовують спеціальні SIP панелі (Рис.5.7.11). Також, як і в фінській технології, в основі тут лежить дерев'яний каркас з струганих пиломатеріалів певної вологості. Пароізоляційна плівка використовується для запобігання зволоження утеплювача й дерев'яного каркаса будинку випарами зсередини будинку. Така технологія будівництва каркасних будинків зробить будинок більш свіжим, і тим самим добре буде тримати тепло в будинку.

Різні будівельні технології каркасних будинків ще раз доводить нам, що ця технологія унікальна і адаптується по-своєму в різних країнах щодо їх клімату.

Але родзинка каркасного будинку криється в іншій особливості – досить тонкі стіни дуже ефективно зберігають тепло. Зменшуючи товщину стіни до розмірів, потрібних для міцності конструкції, ми зменшуємо витрату матеріалу, але й істотно збільшуємо тепловтрати. З розвитком технологій стало можливим виробляти матеріали з високим опором теплопередачі, тому в каркасній технології зайва, з точки зору несучої здатності, частина стіни замінена на високоефективний утеплювач.



Рис.5.7.11. Конструкція каркасного будинку з сендвіч-панелей

Стіна виходить і досить міцна і з відмінними теплотехнічними властивостями. Подальші особливості каркасної технології спрямовані на захист утеплювача від проникнення вологи ззовні та водяної пари зсередини будівлі, тому що вода, накопичуючись в утеплювачі, погіршує

його властивості, так як є хорошим провідником тепла. Для порівняння візьмемо стіну дерев'яно-каркасного, дерев'яного і цегляного будинків, то однаково зберігати тепло вони зможуть при наступній товщині: 18см, 45см та 210см відповідно. Звідки така різниця? Вся справа в шарах, а саме в багатшаровості. Причому сенс не в їх кількості, а в послідовності розташування, тому кожен шар представлений окремим матеріалом з властивими йому функціями.

Стіни каркасного будинку складаються з вертикальних стійок, нижньої і верхньої об'язки і обшивки стіни. Об'язки розподіляють навантаження і передають її на стійки, стійки сприймають навантаження і передають її на нижню об'язку. Обшивка стіни додає просторову жорсткість каркаса стіни. Крок стійок вибирається з розрахунку навантаження, величина якого залежить від кількості несучих перекриттів, снігового навантаження на дах, параметрів утеплювача. Всі елементи каркаса стіни збираються на цвяхах / саморізах / шурупах.

Якщо подивитися на каркасний будинок зовні, то видно лише "оболонку" – зовнішній обробний матеріал, який може створити враження і кам'яного будинку (клінкерна плитка, що імітує цеглу, камінь), і дерев'яного зрубу (т.зв. блок-хаус). А може це буде вагонка або обштукатурені панелі. Під цією красою ховається обшивка каркаса та вітрозахисна мембрана, що захищає сам каркас і утеплювач, а потім йде шар пароізоляції і вже сама внутрішня обробка (Рис.5.7.13).

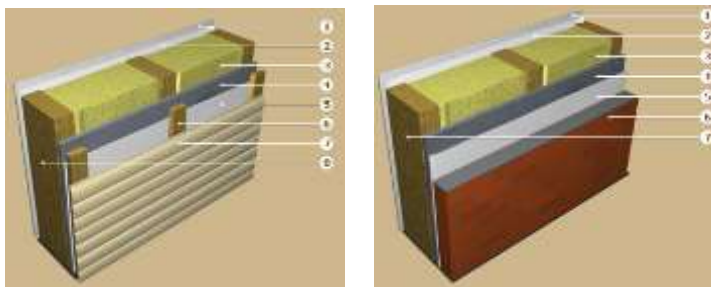


Рис.5.7.13. Стіни каркасного будинку по фінській технології:

1. Гіпсокартонний лист 12.5 мм.
2. Пароізоляція (мембранна плівка)
3. Теплоізоляція 150 мм.
4. Цементно-стружкова плита
5. Гідро / вітрозахист (мембранна плівка)
6. Риштування 30×50 мм.
7. Вініловий сайдинг (або будь-якого виду облицювальний матеріал, наприклад: блок-хаус, штукатурка, облицювальні панелі тощо)
8. Брус каркаса 50×150 мм.

Технологія будівництва каркасних будинків

Нижня обв'язка та підлога. Нижня обв'язка, або лежнь – горизонтальна конструкція, що передає навантаження від будинку на фундамент. Її виготовляють з добре просушеної дошки обрізної 50×150 мм або бруса перетином 100×150 мм. Послідовність операцій при монтажі лежня: розкладають по периметру фундаменту дошки або бруси, оброблені біозахисними складами та антипіренами. Обрізають надлишки. Відзначають точки розташування болтів, уклавши лежень зверху і злегка вдаривши молотком над кожним кріпленням. Просвердлюють потужним дрилем отвори в місцях вм'ятин. Діаметр повинен бути більшим за переріз болта на 3 мм. Укладають на фундамент утеплювач – стрічку зі скловолокна, зверху встановлюють лежень. Закручують гайки на болти з шайбами ударним шуруповертом або вручну гайковим ключем. Контролюють горизонтальність нижньої обв'язки нівеліром чи будівельним рівнем. Якщо потрібно змінити положення бруса, послаблюють гайку, підкладають дерев'яні клини та піднімають до нового рівня. Зазор заповнюють рідким бетоном. У кутах бруси стикають «у півдерева» або з корінним шипом.

Укладання лежня. Наступний етап після укладання лежня - влаштування підлог. При монтажі каркасного будинку шляхом «канадської платформи» вони послужать основою для складання блоків стін. Якщо передбачається встановлювати стійки послідовно, по готовій підлозі рухатися зручніше, ніж постійно підніматися по драбині. Підлоги в каркасному будинку монтують трьома способами:

- по ґрунту;
- на лагах;
- по готовому плитному фундаменту.

Підлоги по лагах влаштовують у будинку на пальовому або стрічковому фундаменті. У цьому випадку утворюється провітрюється підпілля між низом конструкції і землею. Укладання лаг проводять трьома способами:

- спирають на лежень і зміцнюють із зовнішнього боку фасадною дошкою;
- встановлюють у вирізані у нижній обв'язці пази;
- монтують встик до лежня за допомогою металевих кронштейнів.

Для лаг використовують брус перетином від 110×60 мм до 220×180 мм, залежно від відстані між опорами. Чим більша ширина прольоту, тим потужнішим повинен бути елемент. Крок при укладанні – 50-60 см. У місцях встановлення важкого обладнання або меблів балки монтують частіше – через 30-40 см.

Монтаж лаг підлоги. Порядок проведення робіт при влаштуванні підлоги на металевих кронштейнах: Розкроюють та нарізають балки

потрібної довжини. Встановлюють їх на оцинковані кронштейни, закріплюють шурупами або цвяхами. До нижньої частини лаг прибивають черепні бруски перетином 50×50 мм. На бруски укладають вологостійку фанеру чи листи ОСП. Настил буде основою під утеплювач. При прольоті понад 2,5 м між лагами встановлюють розпірки – відрізки бруса або дошки, що надають системі жорсткості. Їх закріплюють цвяхами, прибиваючи в торець навскіс через лагу. Крок укладання розпірок залежить від ширини прольоту: 2,5-3,5 м – 1 елемент; 3,5-5,4 – 2 дошки; 5,4-7,2 – 3 розпірки; більше 7,2 м – від 4 штук. Усі дерев'яні конструкції перед укладанням обробляють антисептиками та антипіренами. Це продовжує термін служби матеріалу та захищає від гниття, комах та вогню.

Утеплення та настил підлоги. Одне з основних завдань, якщо ми будуємо каркасний будинок, – надійно утеплити всі поверхні. Через підлоги та підвали губиться до 10-15% тепла, тому потрібно приділити особливу увагу термоізоляції конструкцій. Для утеплення дерев'яних підлог використовуються матеріали: гранульовані – керамзит, шлак; рулонні – кам'яна, скляна, шлаковата, пінополіетилен, корок; плити з мінеральної вати, пінополістиролу, ДСП; рідкі – пінополіуретан, ековата. По настилу розстиляють гідроізоляцію із щільних плівок у 2 шари з напуском 10-15 см. Гранульований, плитний або рулонний утеплювач укладають завтовшки, що відповідає теплотехнічному розрахунку для клімату конкретного регіону. Зазвичай це 10-20 см для мінвати, 30 см – для керамзиту. Зверху матеріали накривають пароізоляційною мембраною, через пори якої волога може випаровуватися в атмосферу. Плівку закріплюють степлером. Для створення вентиляційного зазору по лагах набивають контррейки.

Якщо не створити умови для випаровування води у підпільному просторі, згодом утеплювач відволожиться, а деревина почне гнити. Пароізоляція із вентиляційним зазором. По контррейках монтують фінішне покриття зі звукоізоляційною прокладкою. Якщо для утеплення застосовують фольговані матеріали, при укладанні їх звертають у бік приміщення. Так інфрачервоні промені відображатимуться в кімнаті.

Каркасні стіни. Каркасний будинок своїми руками збирають із окремих елементів, розкрояючи та підганяючи їх на будівельному майданчику. Можливий монтаж більших секцій або навіть цілих конструкцій, заготовлених на заводі. Швидкомонтовані будівлі сьогодні будують способами: традиційним – послідовно збирають каркас із стійок, ригелів, укосин, утеплюють стіни, монтують обшивку; методом «канадської платформи» – секції заготовляють горизонтально на чорновій підлозі та виставляють їх у проектне положення; із СПП-панелей – великі елементи, розкросні на заводі, збирають на майданчику за допомогою сполучних брусів та поліуретанового клею; за німецькою технологією

«фахверк» – дошки каркаса, що є одночасно декоративним оздобленням, мають зовні утеплювач; за шведською технологією – каркас монтують з двох лат, перша призначена для установки утеплювача і кріплення зовнішньої обробки, другу використовують для прокладання комунікацій і монтажу внутрішнього облицювання.

Установка та переріз стійок. Етапи монтажу стійок каркасу включають розмітку на покритті чорнової підлоги місць встановлення стояків. Зазвичай крок становить 60 см. Це зручно для подальшого укладання плит мінеральної вати. У двоповерхових будинках відстань зменшують до 40 см. Нарізування опор із сухої обробленої дошки товщиною 50 мм. Перетин підбирають із розрахунку на несучу здатність. Посилення віконних та дверних перемичок відбувається дошками, покладеними на ребро. Якщо цього не зробити, при прогині відбудеться защемлення рами, виникнуть тріщини на склі, обробці фасаду та внутрішніх поверхонь стін. Зміцнення каркасу укосинами з дощок 100×25 або 150×25, врізаними у верхню та нижню обв'язку, сталевими перфорованими смугами, горизонтальними перемичками (Рис.5.7.14).



Рис.5.7.14. Встановлення стійок і розкосів

Додаткове посилення не потрібне, якщо каркас обшивають твердими листами ОСП, багатошарової фанери. Для підбору перерізу стійок підсумовують усі навантаження, що діють на каркас. Якщо будівля невелика, то при висоті до двох поверхів розміри бруса приймають: для зовнішніх стін – 150×50 мм, 200×50 мм; для внутрішніх перегородок – 100×50 мм. Міцності таких перерізів цілком достатньо для сприйняття вертикальних та бічних навантажень. При теплотехнічному розрахунку

може бути, що для розміщення теплоізоляції потрібна більша, ніж розрахункова, ширина стійок. Збільшувати переріз несучого бруса недоцільно. У цьому випадку утеплювач укладають у 2 шари – один між стійками каркаса, другий – по зовнішньому риштуванню з перев'язкою. Таке компонування допоможе уникнути втрат через дерев'яні елементи, кути, обрамлення прорізів.

Укосини чи розкоси. Їх встановлюють тимчасово для надання стійкості каркасу при монтажі або постійно, щоб конструкція тривалий час зберігала геометрію. Укосини в каркасі встановлюють похило. Щоб постійні укосини виконували свою роль, а саме, забезпечували жорсткість каркасу, то при їх установці варто дотримуватися таких правил:

- елементи монтують із нахилом 40° - 60° ;
- товщина укосин – не більше $1/4$ від висоти перерізу стійки;
- кріплення розкосу до обв'язки – лише врізкою, за інших видів зчленування усихання деревини веде до втрати стійкості вузла;
- укосини врізають урівень зі стійками, обв'язками і перемичками; на одній стіні встановлюють не менше двох розкосів з нахилом у різні боки;
- до стійок по довжині прибивають 2-3 цвяхами. Замість укосин у кутах каркаса можна використовувати листи ОСП-3 12.

Перекриття. Влаштування перекриття каркасного будинку схоже на монтаж підлоги. До верхньої обв'язки кріплять балки з дошки, що поставлена на ребро, дерев'яного двотавра, бруса або кругляка, обрізаного з двох сторін. Перетин дощатих конструкцій вибирають із розрахунку $1/20$ - $1/25$ ширини прольоту. Наприклад, приміщення 6×4 м перекривають несучими балками висотою $400 \text{ см} / 20 = 20$ см. Крок установки – 60 - 80 см, брус можна укласти з відстанями до 1 м. Бажано при монтажі з'єднувати балки перекриття та стійки каркасу в один плоский елемент. Це додасть додаткової жорсткості конструкції. Елементи монтують на кронштейнах встик до обв'язування або укладають зверху і кріплять до лобової дошки, поставленої на ребро.

Послідовність робіт для кріплення балок кронштейнами:

- встановити по периметру будинку дошку лобову 50×200 мм.
- укласти уздовж довгої стіни середню балку перетином 50×200 мм.
- монтаж лаги з кроком 58 см, закріплюючи їх торцями до лобової дошки та середньої балки.

Всі вузли додатково пристрілюють цвяхом пістолетом або прибивають вручну молотком. Кріпити допускається тільки цвяхами, шурупи застосовувати не рекомендується. Якщо ширина прольоту більша за 6 м, використовують клеєний брус. Він складається з тонких дерев'яних ламелей і значно краще чинить опір вигину, ніж цільнодерев'яні конструкції.

Кров'яна система та покрівельний матеріал

Кров'яну систему каркасного будинку монтують у кілька етапів: Приступають до монтажу водостічної системи та покрівельного матеріалу – металочерепиці: до карнизної планки кріплять гаки для ринв водостоку з ухилом у бік водозбірних труб. Укладають перші чотири листи черепиці без закріплення. Вирівнюють по торцю та краю карниза, прикручують саморізами у розрахунку від 8-9 штук на 2 м².

Контрольні питання:

1. Розкажіть про дерев'яні будинки зі зрубу.
2. Розкажіть про дерев'яні будинки з бруса.
3. Розкажіть про каркасне дерев'яне будівництво.

Література

1. Сучасні технології в будівництві: Підручник для вузів / Меньйлюк О.І., Дорофєєв В.С., Лукашенко Л.Е., Олійник Н.В., Москаленко В.І., Петровський А.Ф., Соха В.Г. Одеська держ. Академія будівництва та архітектури. – К. Освіта України 2011-534с.
2. Є. К. Карапузов. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник / Є. К. Карапузов, В. Г.Соха, Т. Є. Остапченко. – Київ : Вища школа, 2004. – 416 с.
3. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель : навч. посібник / А. І. Гавриляк, І. Б. Базарник. Р. І. Кінаш. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 540 с.
4. Технологія будівельного виробництва : підручник / М. Г. Ярмоленко, Є. Г. Романушко; За ред. М. Г. Ярмоленка. — 2-ге вид., допов. і переробл. - Київ : Вища школа, 2005. — 342 с.
5. <https://starti.com.ua/ua/articles/budinok-z-gazobloku-perevagi-ta-nedoliki-budivnitsva/>
6. <https://www.alutal.com.ua/ua/blog-ua/ventilovanij-fasad-jogoriznovidi-ta-konstruktsiya>
7. <https://vbud.in.ua/opis-tehnologiyi-montazhu-ventilovanih-fasadiv-vid-pidgotovki-do-finishu/>
8. <https://valkiria.ua/ua/news/news/scho-take-termodim.html>
9. <https://tbs-ukraine.com.ua/uk/tehnologiya-termodim.html>
10. <https://rautagroup.com/uk/products/sandwich-panels-uk/>
11. <https://dom.ukr.bio.ua/articles/6389/>
12. <https://mk1.com.ua/static/Klevenij-brus.html>
13. <https://woodwild.com.ua/ua/derevyannye-doma/>
14. <https://budcraft.construction/uk/uslugi-kap-stroitelstvaua/budivnictvo-budinku-z-dereva/>

Розділ 6

ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

У даному розділі розглянуто основні положення курсу «Інженерні споруди» на основі узагальнення його теоретичних та практичних особливостей і адаптації до спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», а також практичного досвіду його викладання для магістрів цієї спеціальності. Це дозволить у подальшому застосовувати та удосконалювати розглянуті положення у відповідності до розвитку актуальних нормативних та інших вимог з освіти та професійної діяльності фахівців у сфері будівництва.

Метою даного курсу є – підготовка магістрів за фахом «Будівництво та цивільна інженерія», які повинні вміло поєднувати теоретичну підготовку з дисципліни та уміння виконувати розрахунки конструкцій при проектуванні інженерних споруд.

Завдання курсу полягають у набутті студентами необхідних інженерних знань в області сучасних будівельних матеріалів та конструкцій і практичних навиків їх використання; оволодінні основними принципами розрахунку та конструювання інженерних споруд; умінні вибрати найекономічніші конструкції для проектованої споруди; оцінити стан будівельних конструкцій в експлуатованих спорудах і дати поради щодо підсилення або реконструкції цих конструкцій; використовувати при проектуванні програмні комплекси та сучасні методи будівельного проектування.

Структурою курсу передбачено 2 залікових модулі, їм відповідають 2 змістових модулі, які охоплюють 8 тем (по 4 теми в кожному модулі), викладені нижче. Список рекомендованих джерел інформації узагальнено для усіх тем і наведено в тексті матеріалів курсу після останньої теми.

Таким чином, планування курсу здійснюється за наступною тематикою:

Змістовий модуль 1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Резервуари. Водонапірні бапти. Підпірні стіни. Підземні канали та тунелі.

Тема 1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Резервуари.

Загальні відомості. Класифікація. Вимоги до інженерних споруд. Конструктивні рішення та розрахунок циліндричних залізобетонних резервуарів. Конструктивні рішення і розрахунок прямокутних залізобетонних резервуарів. Конструктивні рішення і розрахунок металевих резервуарів.

Тема 2. Водонапірні бапти.

Загальні відомості про водонапірні башти. Резервуари водонапірних башт. Опори водонапірних башт. Фундаменти.

Тема 3. Підпірні стіни.

Загальні відомості про підпірні стіни. Конструктивні рішення. Розрахунок і конструювання.

Тема 4. Підземні канали та тунелі.

Змістовий модуль 2. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Залізобетонні бункери та силоси. Димові труби. Опори ліній електропередач. Штучні споруди на дорогах.

Тема 5. Залізобетонні бункери та силоси.

Основні відомості про бункери. Конструктивні рішення бункерів. Залізобетонні силоси. Конструктивні елементи силосів та особливості їх конструювання.

Тема 6. Димові труби.

Конструкції димових труб. Монолітні труби. Збірні труби. Конструювання і розрахунок стовбура труби. Конструювання і розрахунок фундаменту.

Тема 7. Опори ліній електропередач.

Конструкції опор. Особливості опор різних типів і області їхнього застосування. Розрахунок і конструкція опор.

Тема 8. Штучні споруди на дорогах.

Розглянемо детальніше основні положення запланованої тематики.

Тема 6.1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Резервуари

Вступ

У містах та населених пунктах широке застосування знайшли спеціальні інженерні споруди, які займають дуже важливе місце в такій системі, як екополіс (місто та його життєзабезпечення, екологія навколишнього середовища тощо). Інженерні споруди також будуються на промислових площах (вежі, бункери, пішохідні та транспортні галереї, канали, тунелі, фундаменти під обладнання, естакади, підпірні стіни тощо). Вони призначені для зберігання матеріалів, організації транспорту та потоків людей, постачання міст та населених пунктів водою, теплом та електроенергією, для очищення промислових і побутових стоків тощо.

У даному курсі розглядаються інженерні споруди, які найчастіше зустрічаються у цивільному і промисловому будівництві та призначені для забезпечення життєдіяльності міст, населених пунктів і підприємств.

За призначенням інженерні споруди поділяють на споруди:

- для зберігання води, рідин, очистки стічних вод та відходів (циліндричні та прямокутні резервуари, фонтани, відстійники, метантенки, аеротенки тощо);
- для забезпечення міст, населених пунктів та підприємств питною та технічною водою (водогони, водопроводи та водонапірні башти);
- для забезпечення економного використання водних ресурсів (очисні споруди, різного типу градирні);
- для забезпечення відводу в атмосферу викидів шкідливих газів, парів тощо (димові та витяжні труби);
- для забезпечення міст і населених пунктів електроенергією (опори ліній електропередач, тролейбусних і трамвайних маршрутів);
- для забезпечення організації руху транспорту та пішоходів (мости, транспортні та перехідні естакади, підземні тунелі).

За місцем знаходження інженерні споруди можуть бути:

- підземними (резервуари, водогони, водопроводи, каналізаційні системи, підземні канали та тунелі тощо);
- надземними (підпірні стіни, башти та вежі, мости, транспортні та пішохідні естакади, градирні, лінії електропередач тощо);
- розташованими в межах міста чи населеного пункту;
- розташованими за межами міста чи населеного пункту (очисні споруди).

За матеріалом споруди поділяють на споруди:

- металеві;
- залізобетонні монолітні, збірні або збірно-монолітні;
- метало-залізобетонні.

За об'ємно-планувальним і конструктивним рішенням інженерні споруди поділяють на споруди:

- баштового типу (водонапірні башти, радіотелевізійні та радіорелейні вежі, градирні, димові та витяжні труби тощо);
- у вигляді тонкостінних та товстостінних оболонок (резервуари, градирні, трубопроводи та водогони, підземні канали і тунелі тощо);
- що працюють за балковою схемою роботи (пролітні будови мостів і транспортні та пішохідні естакади);
- просторові інженерні споруди (опори ліній електропередач, водонапірних башт, висячі мости та естакади).

Залежно від того, які функції має виконувати інженерна споруда, до неї ставляться відповідні вимоги.

На кожную інженерну споруду є Державні будівельні норми (ДБН), які використовуються при їх проектуванні та будівництві. Інженерні споруди для зберігання рідин і води мають бути водонепроникними, тим самим забезпечуючи від забруднень (нерідко токсичних) навколишнє середовище. Водонепроникними мають бути також підземні канали та

тунелі. Інженерні споруди мають бути стійкими, мати просторову міцність і жорсткість. Особливо це стосується споруд баштового типу. Інженерні споруди, що розміщуються у межах міста чи населеного пункту, мають бути архітектурно виразними і в багатьох випадках бути окрасою міста. В першу чергу це мости, транспортні та пішохідні естакади, фонтани, радіо та телевізійні вежі, водонапірні башти тощо. Інженерні споруди повинні відповідати вимогам технологічності, надійності і довговічності, індустріалізації методів зведення, безперебійної і безпечної експлуатації, естетичності

6.1.1. Основні відомості про резервуари

Резервуари призначені для зберігання різного виду рідин. Їх виготовляють зі сталі та залізобетону (монолітного або збірного). Залізобетонні резервуари порівняно з металевими довговічніші, мають більшу вогнестійкість і потребують менших експлуатаційних витрат. У міському будівництві їх використовують найчастіше. Тому далі мова піде в основному про залізобетонні резервуари.

Залежно від призначення до резервуарів ставлять спеціальні вимоги, наведені у відповідних нормативних документах (вказівках, рекомендаціях тощо).

Резервуари у плані мають переважно круглу (циліндричні резервуари) або прямокутну форму. Резервуари складнішої форми (сферичні, лінзоподібні) трудомісткі і тому великого поширення не набули.

Резервуари бувають підземні, напівзаглиблені, наземні та надземні (водонапірні башти).

Залежно від призначення резервуари можуть бути відкритими (без покриття) і закритими. Покриття бувають у вигляді оболонок або плоскі; при цьому конструкція їх певною мірою визначає і конструкцію днища. Так, при плоскому перекритті днище, як правило, теж плоске.

За способом зведення розрізняють збірні, монолітні та збірно-монолітні резервуари. В останньому випадку стіни та покриття виконують збірними, а днище – монолітним.

Армування резервуарів може виконуватися без попереднього напружування арматури або з натягуванням її переважно на затверділий бетон (навивання арматури на стінки, натягування арматури, розташованої в каналах, тощо). Попередньо напружені елементи покриття виготовляють у заводських умовах.

Форма, розміри, відмітки днища, наявність або відсутність покриття резервуара зазвичай зумовлені технологічними вимогами. Якщо за умовами технології задано тільки місткість споруди, форму і розміри підбирають за техніко-економічними показниками.

Порівнюючи циліндричні та прямокутні резервуари, слід враховувати характер роботи стінок споруди під навантаженням. Від внутрішнього гідростатичного тиску води стінки циліндричних резервуарів працюють на осьове розтягання, а від тиску ґрунту – на осьове стискання. Згинальні моменти виникають лише у місцях з'єднання стінки з дном і покриттям.

Прямокутні резервуари проектують переважно з розмірами в плані, які значно перевищують їхню висоту. Стіни відкритих резервуарів у цьому випадку працюють на згинання, а закритих – на позацентрове стискання.

При застосуванні попереднього напруження доцільно проектувати циліндричні резервуари з натягуванням зовнішньої кільцевої арматури. Це значно підвищує тріщиностійкість стінок і зменшує витрату бетону та сталі за рахунок використання високоміцних матеріалів. Попереднє напруження стінок прямокутних резервуарів виконати значно важче. Крім того, при однаковій місткості периметр стінок циліндричного резервуара менший, ніж прямокутного.

У циліндричному резервуарі розтягувальні зусилля в стінках при однаковій висоті по всьому периметру збільшуються пропорційно до діаметра резервуара, що призводить до істотного потовщення стінок і збільшення площі перерізу кільцевої арматури в резервуарах великого діаметра.

У прямокутному резервуарі, розміри якого в плані значно перевищують висоту стінок, згинальні моменти в стінках залежать тільки від висоти. Це дає можливість застосовувати для резервуарів різної місткості уніфіковані елементи стін однакової товщини та армування.

Результати техніко-економічних порівняльних розрахунків показують, що при місткості до 3000 м³ кращі показники щодо витрати матеріалів (бетону та сталі) і трудомісткості зведення у циліндричних резервуарів, а при місткості понад 6000 м³ економічнішими є прямокутні резервуари. Тому циліндричні резервуари проектують, як правило, місткістю до 6000 м³. Прямокутні резервуари мають місткість до 20000 м³.

Резервуари для води об'ємом від 50 до 20000 м³ уніфіковано. Основні параметри уніфікованих циліндричних резервуарів наведено в табл. 6.1.1, а прямокутних – у табл. 6.1.2.

Таблиця 6.1.1 – Основні параметри круглих резервуарів для води

Параметри	Номінальна місткість, м ³						
	100	250	500	1000	2000	3000	6000
Діаметр, м	6	9	12	18	24	32	42
Висота стінок, м	3,6				4,8		

Таблиця 6.1.2 – Основні параметри прямокутних резервуарів для води

Номінальна місткість, м ³	Параметри, м		
	Висота	Ширина	Довжина
50...300	3,6	6	3...15 (кратно 3м)
500...1400		12	12...33 (кратно 3м)
1500...2500	4,8	18	18...30 (кратно 3м)
2700...4400		24	24...30 (кратно 3м)
5000...11000		36	30...66 (кратно 3м)
12000...20000		54	48...78 (кратно 3м)

При виборі висоти резервуарів враховують технологічні вимоги, а також залежність вартості резервуара від його висоти.

Розміри прямокутних резервуарів у плані призначено кратними 3 або 6 м. Це дає можливість при відповідній прив'язці зовнішніх рядів колон або стін застосовувати типові ригелі та плити перекриття багатоповерхових каркасних будівель.

Залізобетонні резервуари для нафти та нафтопродуктів проєктують зі стінками, перекриттям і днищем, попередньо напруженими в двох напрямках. Резервуари для мазуту допускається споруджувати з необтиснутими стінами. Їх уніфіковані розміри в плані такі ж, як і у резервуарів для води, проте висота у них більша. Діаметри циліндричних резервуарів кратні 3 м, а висота – 0,6 м. Розміри прямокутних резервуарів у плані кратні 6 м. Сітка колон 6×6 або 6×3 м.

6.1.2. Циліндричні залізобетонні резервуари

Монолітний циліндричний резервуар (рис. 6.1.1) складається зі стінки постійної або змінної товщини, яку жорстко з'єднано з днищем і покриттям. При невеликій місткості (до 500 м³) розтягувальні зусилля в стінках відносно невеликі, тому такі резервуари можна влаштовувати без попереднього напруження. При більшому об'ємі стінки обтискають кільцевою арматурою.

Покриття резервуарів зазвичай також монолітне безбалкове і опирається на стіни та проміжні колони. Сітка осей квадратна або прямокутна з розмірами 4...6 м.

Днище плоске, постійної товщини із оберненими капітелями в місцях спирання колон.

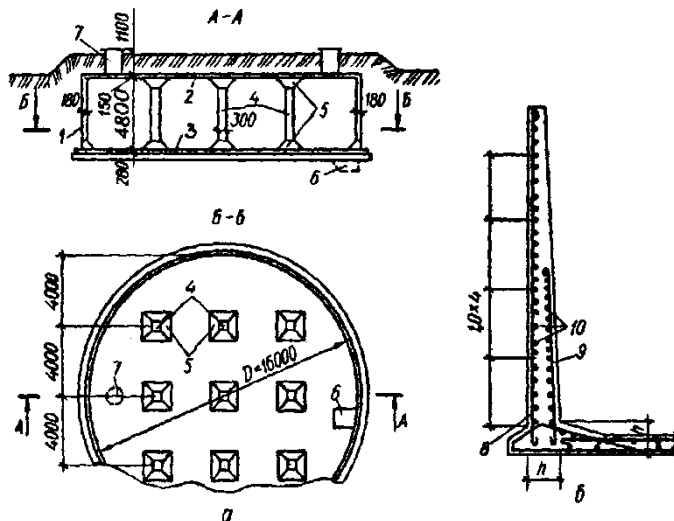


Рис. 6.1.1. Циліндричний залізобетонний монолітний резервуар з балковим покриттям: *а* – конструкція резервуара; *б* – армування стінки; 1 – стінка; 2 – безбалкова плита перекриття; 3 – плита днища; 4 – колони; 5 – капітелі; 6 – прямок; 7 – люк; 8 – вертикальна арматура за розрахунком на момент від тиску ґрунту; 9 – те саме, на момент від тиску рідини; 10 – кільцева арматура за розрахунком на розтягувальні зусилля

У місцях з'єднання стінки з днищем і покриттям встановлюють вути, які додатково армують окремими стержнями.

Стінку армують горизонтальною кільцевою та вертикальною арматурою. Площу перерізу кільцевої арматури визначають за діючим розтягувальним зусиллям. Розтягувальне зусилля змінюється по висоті стінки. Вертикальну арматуру добирають за вертикальними моментами, що виникають у місцях спряження стінки з днищем та покриттям. Частина вертикальної арматури по висоті стінки може обриватися відповідно до епюри моментів. Стінки ненапружених резервуарів армують двома симетрично розташованими сітками з прямокутним вічком 100...200 мм.

У попередньо напружених резервуарах кільцеву арматуру проектуєть з високоміцного дроту і розташовують зовні. У цьому випадку горизонтальну ненапружану арматури стінки приймають конструктивно.

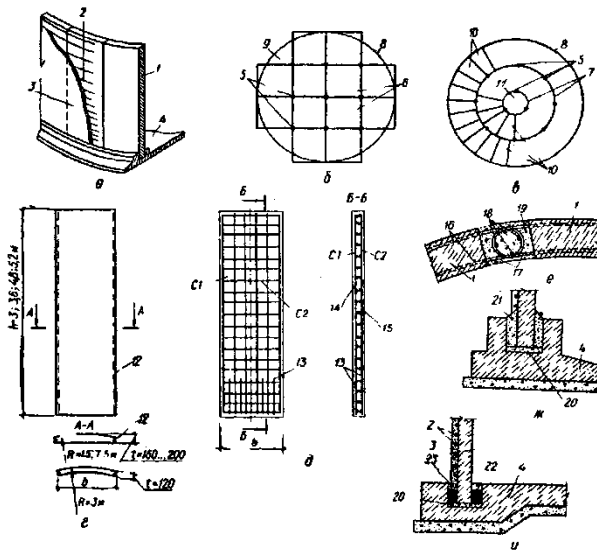


Рис. 6.1.2. Збірні циліндричні резервуари: а – конструкція стінки попередньо напруженого резервуара; б – збірне плоске покриття з квадратних плит, опертих на колони; в – те саме, з трапецеватих плит; г – загальний вигляд збірної стінової панелі циліндричного резервуара; д – армування панелі; е – стик панелей з петльовими випусками арматури; ж – жорстке спряження стінки з днищем; и – те саме, шарнірне; 1 – збірна стінова панель; 2 – кільцева напружувана арматура; 3 – торкрет-штукатурка; 4 – днище; 5 – колони; 6 – квадратні плити з ребрами по периметру; 7 – кільцеві балки; 8 – стінка резервуара; 9 – монолітні ділянки; 10 – ребристі плити трапецеватої форми в плані; 11 – кругла плоска плита; 12 – бічний паз панелі; 13 – додаткові стержні; 14 – зовнішня арматура; 15 – внутрішня арматура; 16 – кільцева не напружувана арматура панелі; 17 – петльові випуски арматури; 18 – вертикальні стержні, встановлені в стик; 19 – бетон у стиках панелей; 20 – вирівнювальний шар розчину; 21 – бетон на дрібному щебені; 22 – бітумна мастика; 23 – азбестоцементний розчин

Покриття та днище армують подібно до безбалкових перекриттів.

Стінки збірних або збірно-монолітних резервуарів влаштовують із залізобетонних панелей (довжина їх дорівнює висоті резервуара) і встановлюють у кільцевий паз днища. Перевіривши якість монтажу панелей, зазори заповнюють бетоном або цементним розчином, після чого стінку обтискують кільцевою арматурою, яку захищають від корозії торкрет-штукатуркою (рис. 6.1.2, а).

Днище резервуарів – плоске з потовщеннями в місцях встановлення башмаків стаканного типу під проміжні колони.

Покриття резервуара можна виконувати з типових конструкцій перекриттів багатоповерхових каркасних будівель – збірних ригелів і

ребристих плит при сітці колон 6×6 м. Проте при цьому значні ділянки покриття виконують із монолітного залізобетону.

Можна використовувати квадратні плити з ребрами по периметру, обперті безпосередньо на колони, встановлені з кроком 4 м (рис. 6.1.2, б). У цьому разі об'єм монолітного залізобетону зменшується. У випадку застосування трапецеватих плит, які укладають на кільцеві балки, і розташування колон по концентричних колах покриття виконують повністю зі збірних елементів (рис. 6.1.2, в), але це збільшує число типорозмірів елементів і ускладнює їхню конструкцію. Балки криволінійного контуру можна замінити прямолінійними П-подібного перерізу, ширина яких забезпечує достатню довжину обпирання середніх панелей між колонами.

Товщину стінки визначають розрахунком на утворення чи розкриття тріщин і приймають у межах $t = 120 \dots 200$ мм, ширина збірних панелей – 1510...2075 мм.

Форма панелей стін у горизонтальному перерізі залежить від діаметра резервуара. При невеликих діаметрах (до 9 м) резервуарів (рис. 6.1.2, г) застосовують панелі типу “шкаралупа” з криволінійними зовнішньою та внутрішньою поверхнями. Витрата бетону для таких панелей мінімальна, але виготовлення їх складне. Зручнішою є плоско-опукла форма панелей, які застосовують для резервуарів великих діаметрів. Внутрішня поверхня панелей плоска, а зовнішня окреслена радіусом 7,5 або 15 м.

Вертикальні бічні грані панелей попередньо напружених резервуарів мають трикутний паз (див. рис. 6.1.4, вузол IV); конструктивна ширина панелі менша від номінальної на ширину стику (зазору). Оскільки для резервуарів різних діаметрів використовують ті ж самі панелі, зазори у стиках між ними становлять 19...61 мм.

Стик панелей заповнюють бетоном (бажано на розширному або безусадковому цементі) того самого класу, що й бетон панелей.

Панелі виготовляють із бетону класу C12/15, C16/20 і армують двома сітками з прямокутними вічками 100...200 мм зі стержневої арматури класу A400C або дроту класу Вр-I.

У місцях виникнення згинальних моментів при потребі можна встановлювати додаткові сітки з робочою вертикальною арматурою (рис. 6.1.2, д).

Панелі мають закладні деталі для кріплення ригелів, плит покриття тощо.

Збірні циліндричні резервуари невеликої місткості (до 500 м^3 і діаметром до 12 м) можна зводити без попереднього напружування кільцевої арматури. У цьому разі збірну сітку роблять без попереднього напружування, а всю кільцеву арматуру панелей з'єднують у стиках. Цього досягають зварюванням закладних деталей, до яких приварюють

робочу арматуру панелей за допомогою накладок або влаштування петельних стиків, які забезпечують рівномірність перерізів (рис. 6.1.2, *е*).

Стик стінових панелей з днищем може бути жорстким або шарнірним. При жорсткому стику (рис. 6.1.2, *ж*) зазори між панелями та гранями паза днища заповнюються бетоном, що виключає можливість переміщення стінки у радіальному напрямі. В результаті цього в стінці на ділянці прилягання її до днища виникають значні згинальні моменти як від попереднього напружування арматури, так і від тиску рідини та ґрунту. Для зменшення згинальних моментів від обтискування стінки в резервуарах великого діаметра стик між панелями та днищем герметизують після натягування кільцевої арматури.

В разі шарнірного з'єднання стінки з днищем зазори заповнюються холодною бітумною мастикою (рис. 6.1.2, *и*), яка може деформуватися при переміщенні стінки без порушення водонепроникності шва. Шарнірне з'єднання елементів стінки з днищем складніше, і його можна рекомендувати для резервуарів діаметром понад 30 м.

Як кільцеву попередньо напружану арматуру застосовують високоміцний холодноякоаний дріт класів В500, Вр та стержневу арматуру класів А600, А800.

Високоміцний дріт натягують, навиваючи його на зовнішню поверхню панелей резервуара (рис. 6.1.2, *а*) за допомогою спеціальної арматурно-навивальної машини типу АНМ. Відстань між витками може змінюватися у широких межах – від 5...10 до 100...150 мм.

Стержневу арматуру можна застосовувати у вигляді кільця і натягувати електротермічним способом. При механічному способі натягування окремі стержні, з яких складається кільце, мають з обох кінців опуклість з різьбою. Стикувати та натягувати можна за допомогою муфт. При використанні гідравлічних домкратів стержні стикують на спеціальних стояках-пілястрах із прокатного металу, на які натягують стержні. Відстань між стержнями кільцевої арматури, як правило, становить 15...25 см.

Від корозії напружану арматуру захищають кількома шарами торкрет-штукатурки загальною товщиною, яка б забезпечила захисний шар не менш як 25 мм. Торкретують після наповнення резервуара, що виключає можливість появи тріщин під час подальших наповнень. Стики та внутрішній шар торкретштукатурки виконують до натягування арматури, щоб вони були обтиснутими.

6.1.3. Прямокутні залізобетонні резервуари

Монолітні прямокутні резервуари складаються зі стінок постійної або змінної по висоті товщини, які жорстко з'єднані з днищем, а в закритих резервуарах – і з покриттям. Стінки резервуарів заввишки до 4 м переважно гладкі, а більшої висоти – із зовнішніми вертикальними

ребрами. Покриття резервуарів безбалкове, рідше – ребристе з балковими плитами, оперте на внутрішні колони, переважно з квадратною сіткою від 4×4 м або 6×6 м. Днище – плоске з оберненими капітелями або потовщеннями в місцях обпирання колон та вутами на ділянці прилягання до стінки.

При обпиранні плити покриття безпосередньо на стіну в плиті також роблять вуті.

Товщину стінок монолітних резервуарів визначають розрахунком на розкриття тріщин, а їх армування – за міцністю на гідростатичний тиск води та боковий тиск ґрунту. Стінки армують двома сітками з вертикальною робочою арматурою. Конструкція і армування днища та покриття резервуара подібні до монолітних перекриттів багатоповерхових будівель.

Збірні резервуари з уніфікованих елементів (рис. 6.1.3) мають, як правило, монолітне плоске днище з потовщеннями в місцях встановлення колон і стінових панелей (рис. 6.1.3, вузол *Л*). Проте є приклади побудованих споруд із днищем зі збірних залізобетонних плит розміром 2,5...3,5 м, укладених на шар розчину завтовшки 20 мм. Стик між плитами днища заповнюють герметиком, що забезпечує щільність з'єднань. Для спрощення конструкції днища панелі стін у цьому випадку виготовляють з опорною п'ятою. Застосування збірного днища дає можливість знизити трудомісткість його зведення і витрати матеріалів, а також скоротити строки зведення у 4...5 разів.

Істотного зниження трудомісткості (до 20...25 %) можна досягти, застосовуючи для монолітних днищ резервуарів фібробетон.

Збірні залізобетонні панелі стін заввишки 3,6...4,8 м з номінальною шириною 3 м встановлюють у поздовжній паз днища. Стик панелей з днищем – жорсткий (рис. 6.1.3, вузол *Л*). Вертикальний стик панелей – шпонковий із зазором 20 мм (рис. 6.1.3, вузол *IV*); стик заповнюють цементним розчином. Конструктивний розмір панелей менший від номінального на 20 мм ($l = 2980$ мм) (рис. 6.1.3, *з*).

Товщина панелей змінна по висоті: від 140 мм угорі до 180...320 мм унизу. При обпиранні плит перекриття на стінові панелі останні мають розширення зверху 250...350 мм (рис. 6.1.3, *з*).

Панелі резервуарів виготовляють із бетону класів C12/15...C16/20 і армують стержневою класу A400C та дрютяною арматурою B500, Вр-I.

Кути збірних резервуарів замонолічують і додатково армують (рис. 6.1.4, вузол *III*).

Покриття резервуарів при сітці колон 6×6 м (збірні балкові) виконують із типових конструкцій для перекриттів багатоповерхових промислових будівель.

У випадку безригельного вирішення із сіткою колон 6×3 м плити покриття виконують ребристими з кроком поперечних ребер 1000 мм і поздовжніми ребрами змінної висоти, обпертими на колони та стінові панелі (рис. 6.1.3, в). Плити виготовляють без попереднього напружування арматури з бетону класу С20/25.

Колони квадратного або прямокутного поперечного перерізу встановлюють у гнізда збірних підколонників, які обпирають на потовщення днища (середні колони) або у гнізда потовщення днища біля стінки (крайні колони). Зазори між колоною і фундаментом бетонують (рис. 6.1.4, вузли I та II).

При сітці 6×3 м колони вгорі мають розширення 350×350 мм, що необхідно для обпирання на колону чотирьох плит.

У резервуарах великої довжини (55...60 м) роблять температурно-усадкові шви. Їх можна виконувати зі сталевими листовими компенсаторами або з герметизуючими стрічками з гуми або полівінілхлориду. Шов заливають азбоцементним розчином.

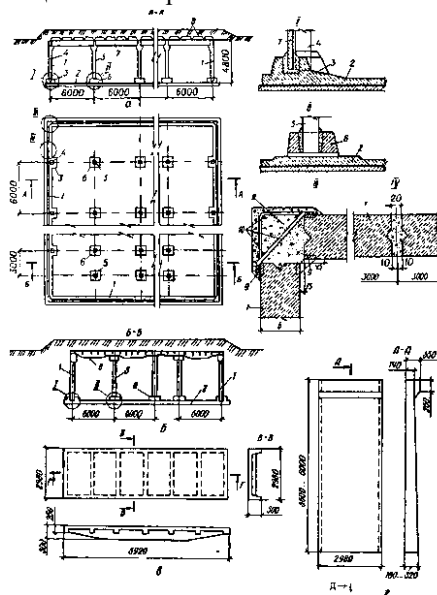


Рис. 6.1.3. Прямокутний резервуар з уніфікованих збірних елементів:

a – при сітці колон 6×6 м; *б* – при сітці колон 6×3 м (безригельне покриття); *в* – конструкція плити з поздовжніми ребрами змінної висоти; *г* – конструкція стінових панелей; 1 – стінові панелі; 2 – монолітне днище; 3 – фундамент крайньої колони (прилив у днищі); 4 – крайня колона; 5 – проміжна колона; 6 – фундаментний блок; 7 – ригель; 8 – плити покриття; 9 – закладні деталі; 10 – додаткова арматура в монолітній ділянці; 11 – бетон, який укладають під час монтажу (монолітні ділянки)

6.1.4. Металеві резервуари для води

Резервуари для води складаються із циліндричної частини, днища та покрівлі. Їх встановлюють на водонапірних баштах. Днища резервуара бувають різної форми (рис. 6.1.4). Плоскі днища найбільш прості у виготовленні, працюють на згин при обпиранні на балки і тому мають товщину листів більшу, ніж днища іншої форми.

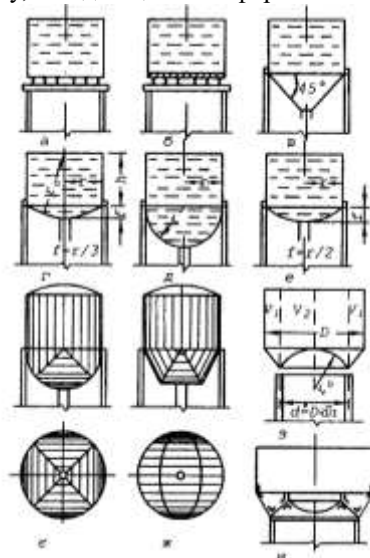


Рис. 6.1.4. Схеми резервуарів водонапірних башт: а, б – з плоскими днищами; в – з конічним днищем; г, д, е – зі сферичними днищами; є, ж – днища з циліндричних пелюстків або підков; з, и – днища системи Інтце

Конічні днища (6.1.4, в) простіші у виготовленні, ніж сферичні, їх зручно очищати від осадів. За витратою металу конічні днища менш економічні порівняно зі сферичними.

Сферичні днища застосовують двох видів (6.1.4, г, д): у вигляді сферичного сегмента висотою $1/6$ діаметра резервуара; у вигляді напівсфери.

Загальний недолік сферичного днища – складність згину листа по поверхні сфери, чого неможливо виконати на звичайних вальцях. Днища із циліндричних пелюсток або підков (6.1.6, є, ж) не мають цього недоліку, але потребують підвищеної точності при виготовленні пелюсток.

При значних діаметрах резервуара застосовують *днища системи Інтце*, які виконують із конічної та сферичної частин (6.1.6, з, и). Кути нахилу конічної частини та дотичної до сферичної частини мають бути

однаковими, близько 45° . Днище при цьому працює на напруження стиску і не створює розпору, тобто на опорне кільце передається тільки вертикальний тиск, якщо

$$d = \frac{D\sqrt{2}}{2}, \quad (1.1)$$

де d – діаметр опорного кільця; D – діаметр циліндричної частини резервуара. Це співвідношення одержимо тоді, коли об'єми води V_1 і V_2 будуть рівнозначними. Недоліком днища є робота на стиск. Для забезпечення стійкості стисненої оболонки днища треба його підкріпляти ребрами або збільшувати товщину, порівняно з днищами, які працюють на розтяг.

Магістральні трубопроводи, резервуари спеціального призначення, кожухи доменних печей, повітрянагрівачі виготовляють зі спеціальних сталей.

У резервуарах для кислот й інших агресивних рідин доцільно застосовувати алюмінієві сплави або біметали – сталеві листи, оцинковані з боку агресивного середовища. Для захисту від корозії зовнішню поверхню резервуарів або газгольдерів покривають лакофарбовою плівкою.

З точки зору розрахунку листові конструкції – це тонкостінні оболонки, які здебільшого розраховують за безмоментною теорією. З цього випливає, що напруження розтягу й стиску по товщині оболонки розподіляється рівномірно, а згинальний момент досягає значної величини тільки в місцях зміни контуру, наприклад, у місці з'єднання оболонки з плоским днищем.

Тема 6.2. Водонапірні башти

6.2.1. Загальні відомості

Для водопостачання міст, населених пунктів і підприємств дуже часто використовують водонапірні башти. Їх призначення – регулювати напір води у водопровідній мережі та забезпечувати безперебійне постачання води.

Головна складована частина кожної башти – резервуар. Його місткість встановлюють відповідно до режиму водопостачання у мережі та режиму експлуатації насосної станції. Висота підйому резервуара над поверхнею землі залежить від розрахункового значення напору.

Режим водопостачання об'єктів водопостачання надзвичайно різноманітний, як і умови рельєфу місцевості, що впливають на оптимальне розташування водонапірної вежі та її висоту.

Водонапірні башти дуже різноманітні за місткістю резервуарів (від 15 до 3000 м³) і за висотою опорної частини (від 6 до 50 м).

Розрізняють водонапірні башти шатрові (рис. 6.2.1, а), у яких резервуар знаходиться всередині особливої будови (шатра) для підтримки теплостійкості роботи резервуара в умовах мінусових температур і повільного водообміну, а в жаркому кліматі – для запобігання нагрівання питної води, і безшатрові (рис. 6.2.1, б), у яких за необхідності теплостійка робота резервуара забезпечується теплоізоляцією, що наноситься безпосередньо на його стінки.

Споруджують башти з одним резервуаром (див. рис. 6.2.1, а, б), а також з декількома (рис. 6.2.1, в), якщо на об'єкті водопостачання треба мати воду різної якості за чистотою або за температурою.

Техніко-економічні дослідження показують, що при однаковій висоті та конструктивному рішенні вартість башт змінюється незначно залежно від місткості резервуара. Так, при збільшенні корисного об'єму резервуара на 30...40% вартість башти зростає лише на 3...6%. Подібно до цього при однаковій місткості та конструкції резервуара вартість башт змінюється доволі плавно залежно від зміни висоти башти.

Це полегшує типізацію водонапірних башт, дозволяє обмежитися невеликим набором типорозмірів резервуарів і висот опорних конструкцій. У результаті техніко-економічного аналізу встановлені такі головні параметри типових башт: із резервуарами місткістю 25, 50, 150, 250, 500, 1000 м³, а також з опорними конструкціями висотою 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 м при резервуарах місткістю 25 і 50 м³ і висотою 12, 18, 24, 30, 36, 42 м при резервуарах місткістю 150...1000 м³.

Перевага віддається баштам безшатрового, в крайньому випадку – напівшатрового типу. Це спрощує будівництво, полегшує опорні конструкції, здешевлює вартість споруди.

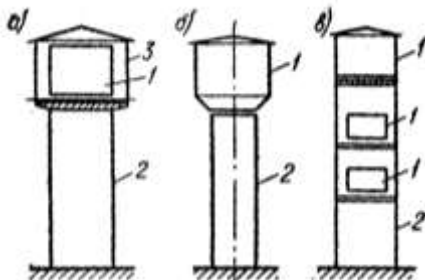


Рис. 6.2.1. Типи водонапірних башт: а – шатрові; б – безшатрові; в – з декількома резервуарами; 1 – резервуар; 2 – опорні конструкції; 3 – шатро

6.2.2. Резервуари водонапірних башт

Резервуари водонапірних башт роблять залізобетонними або сталевими. Із залізобетонних резервуарів найбільшою простотою вирізняються конструкції з циліндричною стінкою і плоским несучим днищем, яке лежить на суцільному залізобетонному перекритті опорної конструкції (рис. 6.2.2, а).

Більш економічними за вартістю (на 30...40%) і за витратою матеріалів є резервуари з циліндричною стінкою, яка внизу переходить у конічну з несучим днищем (рис. 6.2.2, б).

Стінки залізобетонних резервуарів значних розмірів для забезпечення необхідної тріщиностійкості роблять попередньо напруженими. Організація робіт із натягання попередньо напруженої арматури на значній висоті не завжди виправдовує себе. Тому найчастіше резервуари роблять не залізобетонними, а металевими.

При змішаному конструктивному рішенні водонапірних башт металевий резервуар виготовляють у вигляді бака з циліндричною вертикальною стінкою і днищем різноманітної форми: конічним, сферичним, плоским або складнішої конфігурації. Металеві резервуари з плоским днищем вільно встановлюються на верхню достатньо жорстку площадку залізобетонної башти – опору у вигляді плити великої товщини або плити, підсиленої ребрами. Поряд із циліндричними використовують металеві резервуари інших типів: конічні, сферичні тощо.

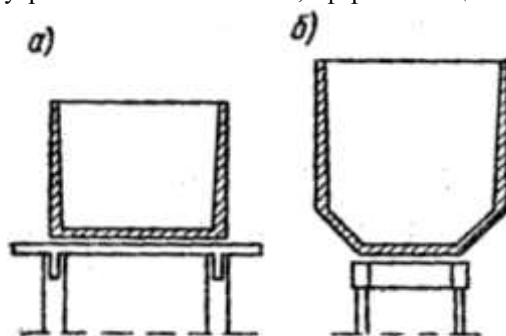


Рис. 6.2.2. Типи резервуарів водонапірних башт: а – з циліндричною стінкою і ненесучим днищем; б – зі стінкою циліндричною вгорі, конічною внизу і з несучим днищем

Серед різних типів залізобетонних резервуарів найбільше використовуються круглі в плані вертикальні циліндричні резервуари, найчастіше з плоским днищем (рис. 6.2.3 а, б), рідше – з днищами більш складних конструктивних форм (рис. 6.2.3, в, з). Товщина стінок таких резервуарів становить 120...150 мм, товщина плоского днища 100 мм, якщо резервуар встановлено на жорсткій площадці опорної башти.

У зарубіжній практиці будівництва водонапірних башт використовують круглі у плані залізобетонні резервуари з конічними стінками товщиною 150...200 мм і більше (рис. 6.2.3, *д*), а також зі стінками, що окреслені як поверхня від'ємної гаусової кривини (рис. 6.2.3, *е*). Днища таких резервуарів роблять сферичними, конічними або плоскими.

Залізобетонні резервуари водонапірних башт можуть бути відкритими (рис. 6.2.4, *б*), якщо над ними влаштовано шатер, або закритими, тобто мати власне покриття – плоске (рис. 6.2.4, *а*) або просторове. Просторові покриття круглих у плані циліндричних резервуарів виконують найчастіше у вигляді купола – конічного (рис. 6.2.3, *б*) і сферичного (рис. 6.2.3, *в, з*), або у вигляді висячих конструкцій (див. рис. 6.2.3, *д, е*).

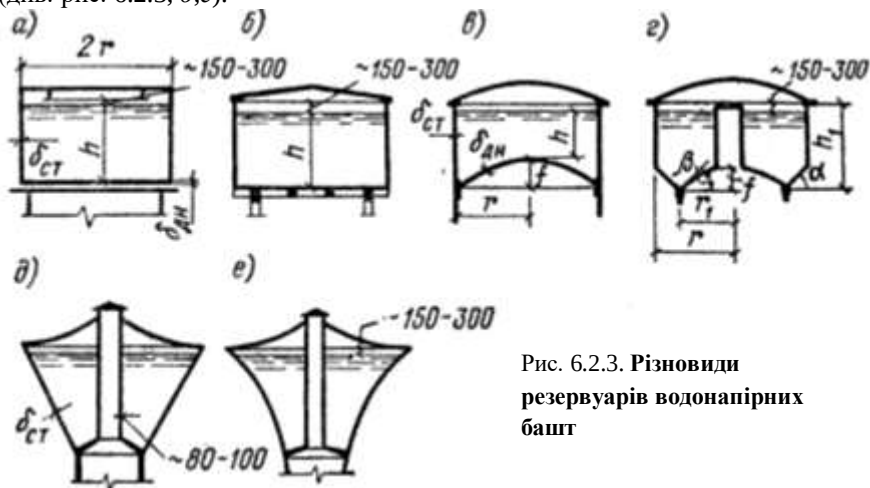


Рис. 6.2.3. Різновиди резервуарів водонапірних башт

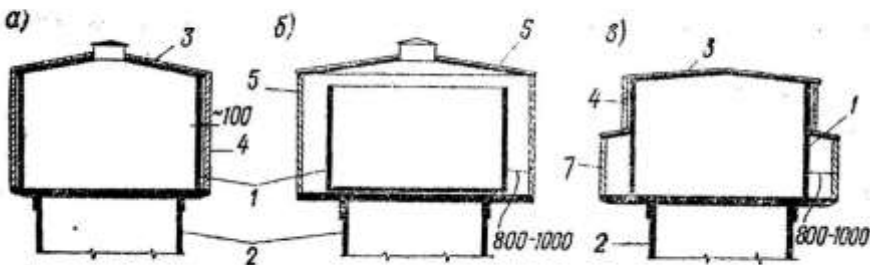


Рис. 6.2.4. Огородження резервуарів водонапірних башт: *а* – з утеплювачем; *б* – у вигляді шатра; *в* – з галереєю; 1 – резервуар; 2 – опора; 3 – покриття резервуара; 4 – утеплювач; 5 – стінка шатра; 6 – покриття шатра; 7 – стінка галереї

Днища та стінки залізобетонних резервуарів роблять із монолітного залізобетону. Проте не виключається принципова можливість конструювання резервуара зі збірно-монолітного або збірного залізобетону. Наприклад, плоске днище циліндричного резервуара може бути монолітним, а стінки – зі збірних залізобетонних елементів із подальшим напружуванням кільцевої арматури.

На рис. 2.5 зображена схема водонапірної залізобетонної башти з залізобетонним конічним резервуаром місткістю 100 м^3 , стінки та покриття якого виконані зі збірних елементів. Конічна стінка резервуара зібрана з 12-ти однакових, трапецієподібних у плані, викривлених в одному напрямку панелей довжиною 6,45 м. Товщина плити панелі 100 мм, висота поздовжніх ребер 200 мм, перерізи торцевих ребер мають складні обриси і після збирання утворюють опорні кільця резервуара. Панелі виготовляють із бетону класу С16/20 і з'єднують між собою петлевими випусками з подальшим замоноличуванням зазору (200 мм) між елементами бетоном класу С16/20.

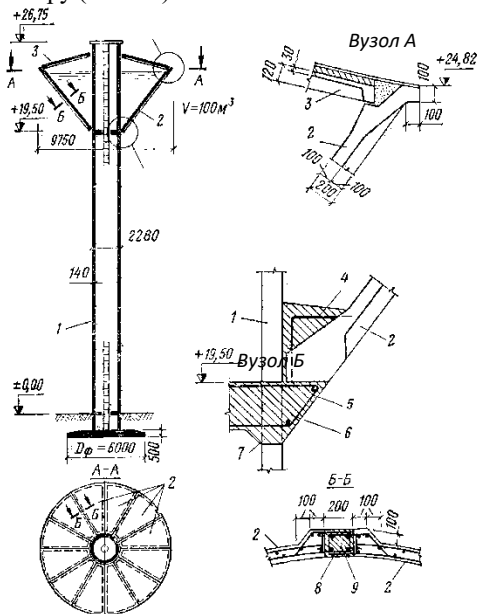


Рис. 6.2.5. Водонапірна башта з резервуаром конічної форми зі збірного залізобетону: 1 – опора з монолітного залізобетону; 2 – збірні панелі стінки резервуара; 3 – панелі покриття резервуара; 4 – випуски арматури з панелі 2; 5 – арматура, що встановлюється у вікнах в стінці опори; 6 – частина опори, яку бетонують після підйому резервуара; 7 – вікна в стінці опори; 8 – петлеві випуски арматури, крок 200 мм; 9 – бетон класу С16/20

Цікавим є спосіб зведення такого резервуару: його збирають внизу, а потім піднімають на проектну відмітку за допомогою лебідок (рис. 6.2.6).

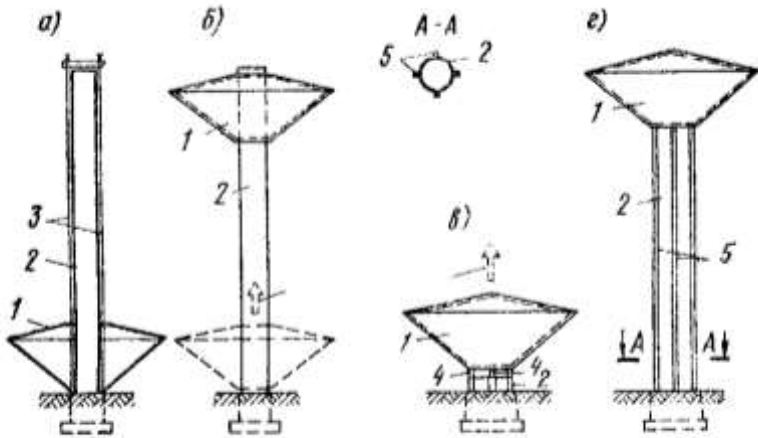


Рис. 6.2.6. Схема зведення резервуара водонапірної башти методом підйому: а, в – резервуар перед підйомом; б, г – резервуар на проєктній відмітці; 1 – резервуар; 2 – опора; 3 – тяжі; 4 – домкрати; 5 – пілястри

Для підвищення тріщиностійкості залізобетонних резервуарів водонапірних башт може бути використано попереднє напруження із натягом арматури на бетон. Можливі схеми розташування напруженої арматури в резервуарах різної форми показано на рис. 6.2.7.

6.2.3. Опори водонапірних башт

Опорні конструкції водонапірних башт виконують найчастіше у збірному залізобетоні, проте в резервуарах малого об'єму ($25...50 \text{ м}^3$) залежно від місцевих умов – також металевими або цегляними. Зокрема, при відносно великій висоті металеві опори можуть бути дешевшими, оскільки на них у порівнянні з залізобетонними та цегляними йде менше матеріалу, що потрібний не за розрахунком, а за конструктивними вимогами.

Цегляні опори використовують при будівництві башт незначної висоти (9...12 м) з резервуарами невеликої місткості ($25...50 \text{ м}^3$) в умовах, коли місцевий матеріал – цегла – використовувати вигідніше, ніж виготовляти залізобетонні конструкції.

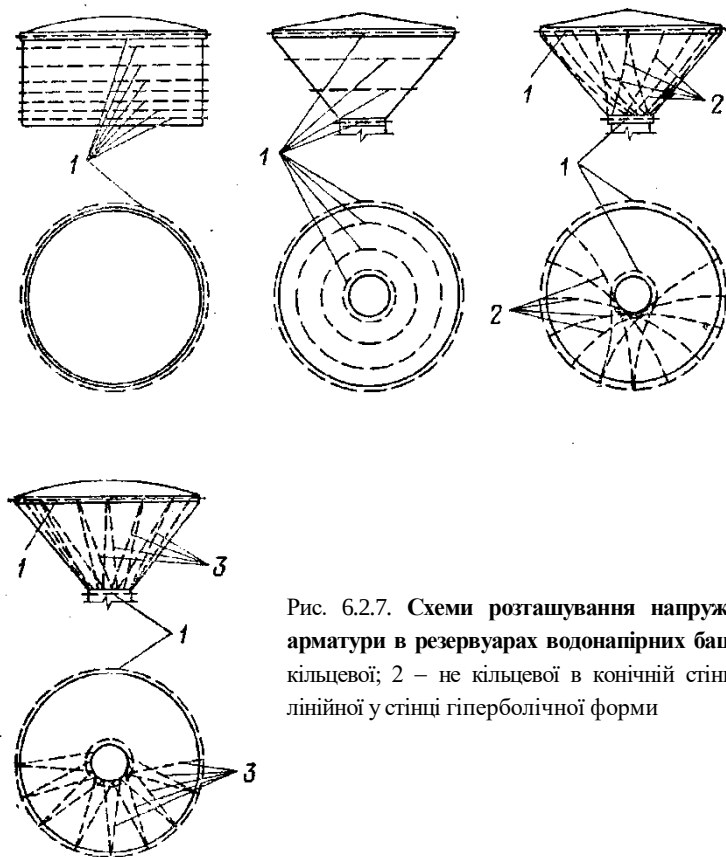


Рис. 6.2.7. Схеми розташування напружуваної арматури в резервуарах водонапірних башт: 1 – кільцевої; 2 – не кільцевої в кінцевій стінці; 3 – лінійної у стінці гіперболічної форми

Залізобетонні опори башт виконують у вигляді суцільної монолітної циліндричної оболонки (рис. 6.2.8) або ж у вигляді стержньових збірних залізобетонних просторових конструкцій рамної (рис. 6.2.9) або просторової сітчастої (рис. 6.2.10) системи. При однакових середніх параметрах башт найменшу вартість мають збірні залізобетонні опори просторового сітчастого типу. Вони дешевші за монолітні залізобетонні опори в 1,5...2 рази і значно дешевші за цегляні опори; вартість металевих опор приблизно така сама, як залізобетонних.

На рис. 6.2.8 показана схема водонапірної башти з залізобетонною опорою у вигляді циліндричної монолітної оболонки, що зводиться найбільш прогресивним способом – у рухомій інвентарній опалубці. Товщину оболонки приймають 150 мм, як мінімально можливу за умовами її виготовлення без розривів у бетоні.

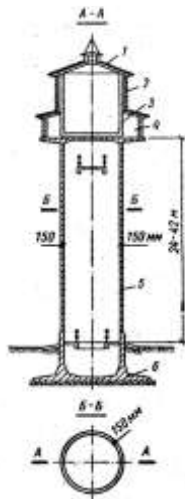


Рис. 6.2.8. Водонапірна башта з монолітною суцільною залізобетонною опорою: 1 – покрівля резервуара; 2 – утеплені стіни резервуара; 3 – резервуар (залізобетонний); 4 – напівшатро (теплова галерея); 5 – залізобетонна опора башти; 6 – залізобетонний фундамент

Така оболонка нерідко утворюється внаслідок переміщення щитів опалубки. Ця товщина приблизно вдвічі більша за необхідну з розрахунку на міцність, тому реальна вартість усієї споруди значно зростає. Опори такого типу вигідні у баштах великої висоти (не менше 24 м) і при резервуарах великої місткості (не менше 800 м³), у яких різниця між товщиною оболонки, що необхідна за виробничими умовами та розрахунками, зменшується. Опора башти базується на монолітному залізобетонному фундаменті з кільцевим ребром по контуру опори. На рис. 6.2.8 показаний варіант залізобетонного резервуара, що має несуче днище, з напівшатром – опалюваною галереєю (площадка обслуговування) і з теплоізоляцією стінки резервуара вище галереї.

Водонапірні башти з залізобетонними рамними опорами (рис. 6.2.9) за витратою матеріалів у будівництві економічніші, ніж із монолітними суцільними залізобетонними опорами. В них на влаштування опор іде майже вдвічі менше залізобетону. Опори рамного типу виконують збірними залізобетонними. Проте вузлові з'єднання збірних елементів, які у даному випадку відрізняються особливою відповідальністю, утруднюють монтаж, вимагають підвищеної якості робіт і спеціального контролю, що призводить до здорожчання будівництва. Стойки опор резервуарів місткістю не більше 200 м³, як правило, розміщують тільки по периметру резервуара, а при більшій місткості, коли днище резервуара виконують ненесучим, – і під днищем. При такому проектному рішенні конструкції резервуара не залежать від конструкції опори.

Більш досконалими є водонапірні башти зі збірними залізобетонними просторовими сітчастими опорами (рис. 6.2.10, *а*). В таких опорах за монтажні одиниці приймають ромбовидні стержньові (рис. 6.2.10, *б*) і поясні (рис. 6.2.10, *в*) елементи.

Ромбовидний елемент утворюється з окремих збірних лінійних стержнів прямокутного поперечного перерізу – нахилених стійок і поясів.

В усіх збірних елементах передбачаються випуски арматури для спряження елементів у вузлах за допомогою зварювання зі сталевими фасонками. Ромбовидні елементи встановлюють вертикально вершинами один до одного і з'єднують між собою, а також із поясними елементами за допомогою монтажних кутиків і накладок, потім місця з'єднань замоноличують бетоном (рис. 6.2.10, *з*).

Фундамент башти залізобетонний, монолітний, стрічково-кільцевий; разом із фундаментом виконують стіни заглибленої частини башти, яка використовується як камера для переключення водопровідного обладнання.

Резервуар по периметру обпирається у місцях вузлових з'єднань на залізобетонну опорну конструкцію.

Опорна сітчаста конструкція водонапірної башти має трикутну решітку, вузли якої вписані у циліндричну поверхню обертання.

Місткість металевого резервуара 800 м³. Опора башти – зі збірного залізобетону при двох типорозмірах монтажних елементів: ромбічні панелі довжиною 9780 мм, масою 3,5 т і поясний елемент. Монтажні елементи ромбовидного обрису збирають із окремих прямолінійних стержнів. Проектний клас бетону усіх елементів башти та бетону замоноличування – С25/30. Опори башти можуть мати висоту 10, 20, 30 м. Опору висотою 30 м збирають із 33 поясних елементів, котрі встановлюють у три яруси. Елементи 11 ромбічних панелей нижнього яруса при висоті опори 30 м запроєктовані з підсиленням армуванням у порівнянні з елементами двох верхніх ярусів.

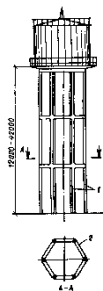


Рис. 6.2.9. Водонапірна башта з залізобетонною рамною опорою:

1 – стояки рами; 2 – ригель рами

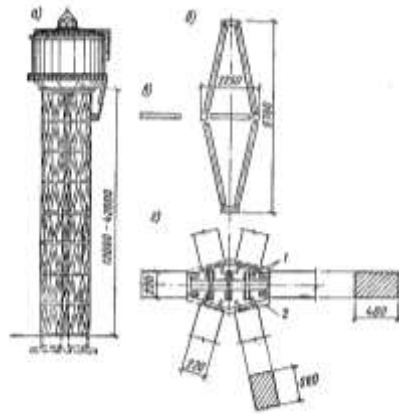


Рис. 6.2.10. Водонапірна башта з опорою просторової сітчастої конструкції: *a* – загальний вигляд; *б* – монтажний елемент опори – ромбічна панель; *в* – те саме, поясний елемент; *г* – спряження монтажних елементів опори; 1 – монтажне зварювання; 2 – границя бетону замонолічування

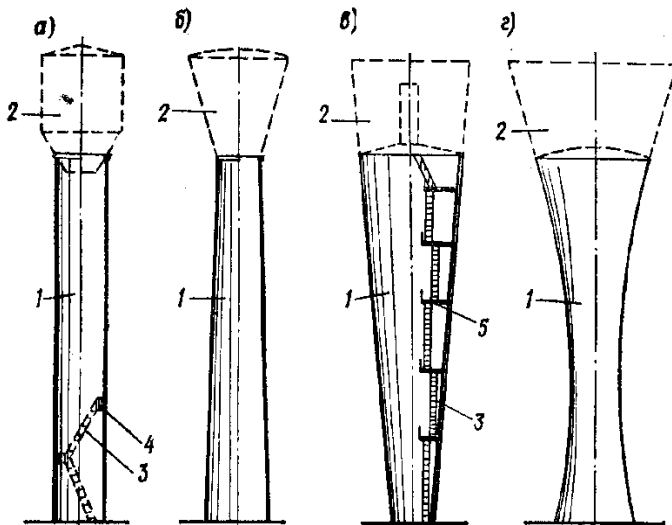


Рис. 6.2.11. Різновиди опор водонапірних башт у вигляді оболонок:
1 – опора; 2 – резервуар; 3 – драбина; 4 – металева площадка; 5 – залізобетонна площадка

Вище розглянуті конструкції водонапірних башт найчастіше використовуються у вітчизняній практиці будівництва промислових

об'єктів, селищ і невеликих міст. У великих містах враховують специфічні умови: підвищені архітектурні вимоги, значні розміри резервуарів, технічні можливості при зведенні споруди тощо. У цих умовах водонапірні башти стають об'єктами індивідуального будівництва.

Залізобетонні опори водонапірних башт у вигляді оболонок можуть мати форму циліндра (рис. 6.2.11, а), зрізаного конуса з розширенням (рис. 6.2.11, б) або зі звуженням (рис. 6.2.11, в) до основи, гіперболічної поверхні (рис. 6.2.11, г). Ці опори виготовляють із монолітного залізобетону з бетонуванням у ковзкій або переставній опалубці; для циліндричних опор може бути використаний і збірний залізобетон (див. рис. 6.2.13).

На рис. 6.2.12 зображена схема типової безшатрової залізобетонної башти з металевим резервуаром об'ємом 800 м³. Опора висотою 24...36 м запроєктована у вигляді циліндричної оболонки товщиною 150 мм із внутрішнім діаметром 5,7 м, виготовлена з бетону класу С16/20.

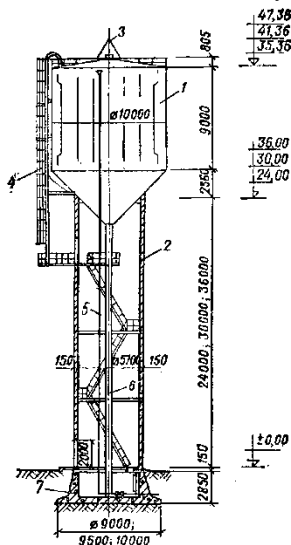


Рис. 6.2.12. Типова водонапірна башта з циліндричною опорою з монолітного залізобетону: 1 – резервуар; 2 – опора; 3 – громовідвід; 4 – драбина; 5 – напірно-розвідна труба; 6 – напірно-розвідний стояк; 7 – фундамент.

Приклад проекту шатрової водонапірної башти зі збірних залізобетонних елементів з циліндричною опорою висотою 15...30 м, діаметром 2,9 м і резервуаром об'ємом 100 м³ показаний на рис. 2.13.

Опора башти розрізана на окремі кільця висотою 5 м, які з'єднуються на монтажі болтами з подальшим зварюванням закладних

деталей; кожне кільце, в свою чергу, збирають із чотирьох елементів товщиною 100 мм. Всі частини башти запроектовані зі збірного залізобетону.

Розглянуті далі приклади монолітних залізобетонних водонапірних башт цікаві тим, що резервуари цих башт бетонували на нульовій відмітці, після чого піднімали на проектну висоту.

На рис. 6.2.14 показано розріз башти з резервуаром об'ємом 100...300 м³, проект якої розроблено в Польщі. Висота циліндричної опори башти 26 м; до відмітки +6.00 товщина стінок опори 250 мм; зовнішній діаметр опори приймають залежно від об'єму резервуара: при $V = 100...120$ м³ він дорівнює 2200 мм, при $V = 260...300$ м³ – 3000 мм.

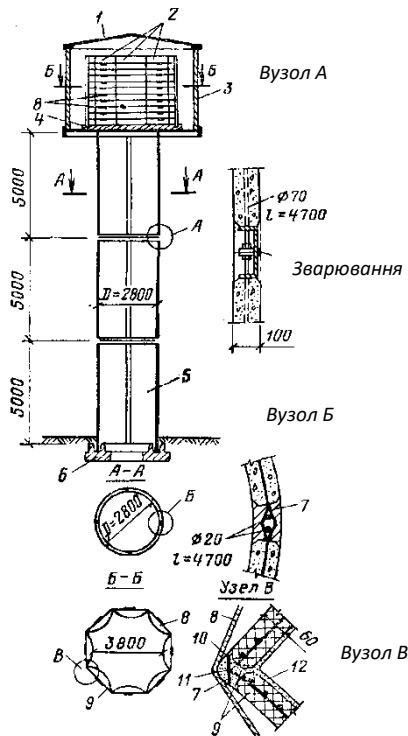


Рис. 6.2.13. Водонапірна башта зі збірного залізобетону: 1 – конічний купол покриття зі збірних елементів; 2 – резервуар зі збірних залізобетонних склепінчастих шкаралуп; 3 – панелі шатра з нїздрюватого бетону; 4 – збірні плоскі плити по радіальних балках; 5 – опора зі збірних циліндрів, складених із чотирьох шкаралуп; 6 – кільцевий фундамент зі збірних елементів; 7 – бетон замонолічування; 8 – тяжі; 9 – збірні шкаралупи; 10 – металева обойма; 11 – зварювання випусків арматури; 12 – торкретбетон.

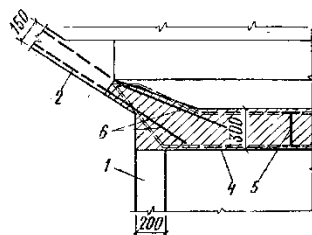
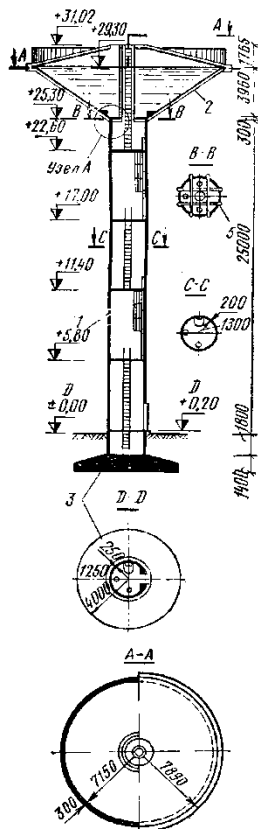


Рис. 6.2.14. Водонапірна башта з резервуаром об'ємом 100...300 м³:

1 – опора; 2 – резервуар; 3 – фундамент; 4 – днище резервуара; 5 – металева рама (служить для обпирання резервуара після його підйому на проектну відмітку; 6 – випуски арматури (відігнуті при підйомі резервуара)

На рис. 6.2.15 показана водонапірна башта, що побудована в Румунії. Місткість резервуара башти 1850 м³, товщина монолітної залізобетонної циліндричної оболонки опори 250 мм, внутрішній діаметр 6500 мм. На рис. 6.2.16 показана послідовність зведення цієї башти.

Прикладом водонапірної башти з конічною опорою, що розширюється догори, може бути башта, що побудована у м. Дьюла (Угорщина), з монолітного залізобетону в ковзкій опалубці (рис. 6.2.17). Висота опори башти 35 м; до відмітки 33 м товщина стінок опори становить 150 мм, а у верхній частині стінка опори безпосередньо переходить у стінку резервуара місткістю 600 м³.

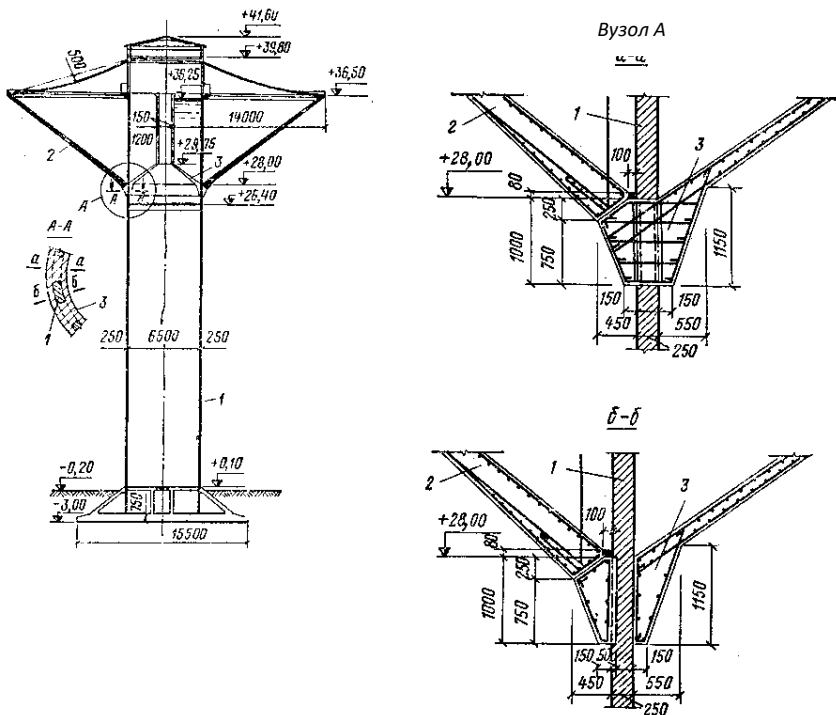


Рис. 6.2.15. Водонапірна башта з резервуаром об'ємом 1850 м³:

1 – стінка опори; 2 – стінка резервуара з бетону класу С25/30; 3 – конічне днище резервуара з бетону класу С20/25

Опори башт у вигляді стержньових систем можуть бути типу просторових рам (рис. 6.2.9) або просторової сітчастої конструкції (рис. 6.2.10). До складу рамної конструкції входять вертикальні (рідше – нахилені) стояки. Мінімальне число стояків у рамі – 3. Ригелі розташовують по висоті опори на відстані приблизно 5 м і жорстко з'єднують із стояками.

Опори у вигляді просторових сітчастих конструкцій є стержньовими системами, в яких вузли спряження лінійних елементів вписані в циліндричну, конічну або гіперболічну поверхню обертання. Опори цього типу, як і рами, доцільно виконувати зі збірного залізобетону.

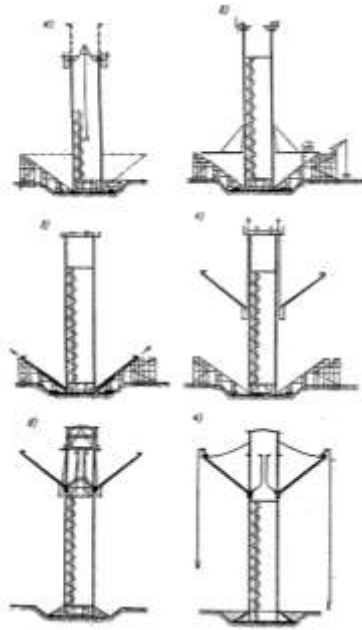


Рис. 6.2.16. Послідовність зведення водонапірної башти з залізобетонним резервуаром, що виготовляється внизу

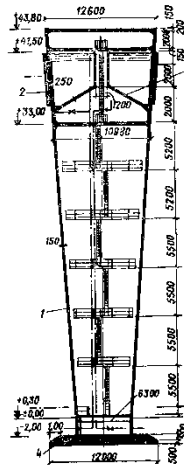
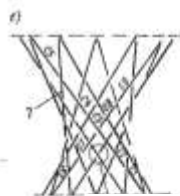
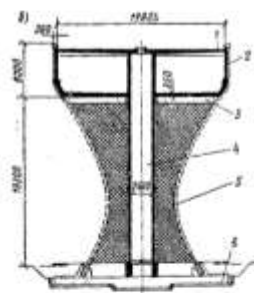


Рис. 6.2.17. Водонапірна башта конічної форми: 1 – опора; 2 – резервуар; 3 – конічне днище резервуара; 4 – фундамент



Вузол А

Вузол А

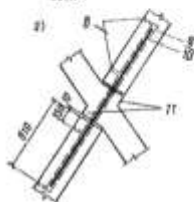


Рис. 6.2.18. Водонапірна башта з опорою комбінованої конструкції: *а* – загальний вигляд; *б* – вертикальний розріз; *в* – монтажна схема решітчастої частини опори; *г* – стик збірних елементів нахилених ніг; *1* – покриття резервуара; *2* – стінка

Як приклад опори комбінованої системи, до складу якої входить просторова сітчаста конструкція із вузлами і лінійними елементами, вписаними у поверхню гіперboloїда обертання, є водонапірна башта з резервуаром 1135 м^3 (рис. 6.2.18). Резервуар діаметром 19,8 м і висотою 6 м виконаний із монолітного залізобетону та встановлений на башті комбінованої системи висотою 18,3 м. До складу башти входить монолітна залізобетонна циліндрична оболонка діаметром 2,6 м, яка служить центральною опорою резервуара, і просторова сітчаста конструкція, на яку опирається резервуар по периметру. Решітчаста частина опори виконана зі збірного залізобетону, складається з 24 прямолінійних ніг $30,5 \times 30,5 \text{ см}$, що перетинаються. Напрямок ніг співпадає з напрямком лінійних твірних гіперboloїда обертання. Опору збирають із дев'яти монтажних елементів різної довжини (рис. 6.2.18, в). Кожний наступний монтажний елемент

ноги повернути навколо своєї осі по відношенню до попереднього на 15° . Монтажні елементи з'єднуються за допомогою металевих штирів діаметром 30 мм, довжиною близько 2,8 м (рис. 6.2.18, з), які закладають у спеціальні гнізда діаметром 50 мм. Гнізда після спряження залізобетонних елементів заповнюють розчином.

2.4. Фундаменти водонапірних башт

Конструктивні рішення фундаментів водонапірних башт залежать від об'єму резервуара, висоти опорної частини башти, властивостей основи.

Найбільш поширені типи фундаментів водонапірних башт у вигляді круглих і кільцевих плит із підвищеною частиною (рис. 6.2.19, а – д) або без неї (рис. 6.2.19, з).

Підвищена частина фундаменту жорстко з'єднується безпосередньо з опорою башти та проектується найчастіше у вигляді циліндричної стінки постійної або змінної товщини. При більшій висоті споруди та слабких ґрунтах зовнішній діаметр фундаментної плити може значно перевищувати діаметр нижнього перерізу опори башти. В такому випадку підвищена частина може бути запроектована у вигляді однієї (рис. 6.2.19, в) або двох (рис. 6.2.19, з) конічних оболонок.

В опорах змішаної конструкції, що мають значні розміри у плані, влаштовують окремі фундаменти під різні частини опори (рис. 6.2.19, жс). При слабких ґрунтах можна використовувати палеві фундаменти.

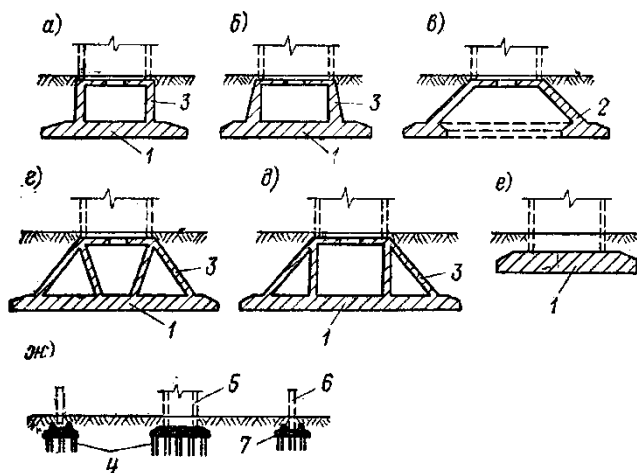


Рис. 6.2.19. Типи фундаментів водонапірних башт: 1 – суцільна фундамента плита; 2 – кільцева фундамента плита; 3 – підвищена частина фундамента; 4 – палі; 5 – центральна опора; 6 – стояки по периметру башти; 7 – окремі фундаменти

Тема 6.3. Підпірні стіни

6.3.1. Класифікація підпірних стін

Підпірні стіни це інженерні споруди для утримання у стійкому стані ґрунту або інших сипких тіл під кутом, більшим за кут природнього укосу. Їх широко використовують у дорожньому, цивільному, промисловому, гідротехнічному будівництві, а саме: при будівництві об'єктів на крутих схилах, зведенні каналів, водоскидів і водоприймачів, гідровузлів, зерно- та картоплесховищ, складів тощо.

Підпірні стіни використовують у промисловому, цивільному та сільськогосподарському будівництві переважно для огороження:

- укосів насипів і виїмок на будівельних майданчиках і влаштуванні під'їзних автомобільних доріг і залізниць, при неможливості виконання укосів із природніми ухилами;

- терас, які влаштовуються по генеральному плану в різних рівнях;

- окремо піднятих або заглиблених за вимогами технології ділянок, розташованих всередині або зовні споруд;

- спеціальних споруд – рамп, складів інертних або інших сипких матеріалів, бункерних естакад;

- котлованів у процесі будівництва, при неможливості їх виконання з природніми ухилами.

За конструктивними рішеннями підпірні стіни розділяють на гравітаційні (масивні) та гнучкі (тонкі).

У масивних підпірних стінах їх стійкість на зсув і перекидання при впливі горизонтального тиску ґрунту забезпечується за рахунок власної ваги стіни, тому їх називають гравітаційними. Залізобетонні підпірні стіни, які є тонкостінними конструкціями, сприймають діючі на них зусилля в основному за рахунок маси засипки ґрунту, що знаходиться на нижній плиті, спеціальних анкерів, що перешкоджають ковзанню і забезпечують стійкість конструкції.

Як правило, масивні підпірні стіни є матеріаломісткішими та трудомісткішими при зведенні, ніж тонкостінні, і можуть застосовуватися при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні (наприклад, при зведенні їх із місцевих матеріалів, за відсутності збірного залізобетону).

Масивні підпірні стіни відрізняються одна від одної формою поперечного профілю і матеріалом (бетон, бутобетон тощо) (рис. 6.3.1).

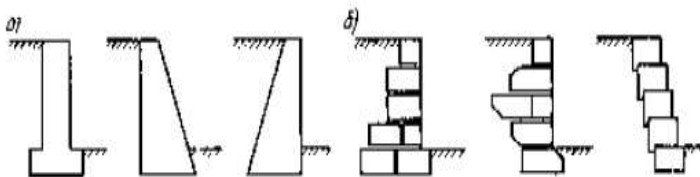


Рис. 6.3.1. Масивні підпірні стіни:

а - монолітні; б - кам'яні

Залізобетонні підпірні стіни у порівнянні з кам'яними та бетонними значно економічніші. Їх застосовують переважно збірними. Розрізняють підпірні стіни кутикові, з контрфорсами, анкерні (рис. 6.3.2).

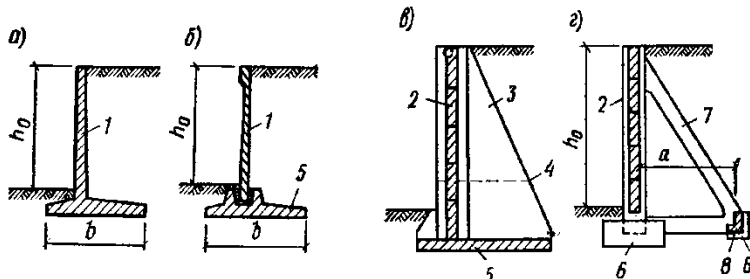


Рис. 6.3.2. Конструктивні схеми збірних підпірних стін:

a – кутикова одноелементна; *б* – кутикова двоелементна; *в* – контрфорсна; *г* – анкерна; 1 – збірні суцільні блоки; 2 – стінові плити; 3 – збірний контрфорс; 4 – стик збірних елементів контрфорса; 5 – фундаментна плита; 6 – опори рами; 7 – рами; 8 – анкерна балка

Використання кам'яних валунів, буту або цегли, за наявності їх на місці будівництва, доцільне для низьких стінок. Для високих і середніх підпірних стін перевага надається бетонним і залізобетонним.

Кутикові стіни застосовують тоді, коли повна висота підпірної стіни не перевищує 4,5 м. При більшій висоті економічнішими є стіни з контрфорсами або анкерні. Кутикові підпірні стіни можуть виготовлятися у вигляді суцільних блоків довжиною 2-3 м (рис. 6.3.1, *a*). Розроблено типові конструкції збірних кутикових підпірних стін, що складаються із двох елементів: стінової (лицьової) плити та фундаментної плити (рис. 6.3.1, *б*). Передбачено висоти підпору ґрунту *h*, рівні 1,2; 1,8; 2,4; 3 і 3,6 м. Номінальна довжина стінових плит прийнята 3 м, фундаментних – 3 і 1,5 м; ширина підшви *b* прийнята рівною 2,2; 2,5; 3,1 і 3,7 м. Враховано можливість установки фундаментної плити з нахилом підшви до 7° для підвищення стійкості підпірної стіни проти зрушення.

У підпірних стінах інших типів (рис. 6.3.2, *в, г*) огороження утворюється зі збірних стінових плит, що закладаються у пази контрфорсів або рам. Контрфорси конструюють складеними з 2-3 частин. Їх установлюють із кроком 2...3 м на збірні елементи опорної плити, з якими з'єднують, зварюючи закладні металеві деталі.

У контрфорсних підпірних стінах тиск сипких матеріалів сприймається вертикальною плитою, яка передає його на контрфорси, що закріплені у фундаментних плитах подібно до консольних балок. Підпірні стіни з контрфорсами доцільно влаштовувати тоді, коли їх повна висота перевищує 6 м.

Рами анкерних підпірних стін розміщують через 4...5 м одна від одної, обпираючи їх на окремі фундаменти. Анкерна балка призначена для утримання всієї конструкції проти зрушення під впливом горизонтального тиску ґрунту. Відстань a (рис. 6.3.2, в) приймають рівною $(0,3...0,6)h_0$ висоти підпору ґрунту, якщо ґрунт має кут природнього укосу $30...45^\circ$.

У практиці зустрічаються й інші конструктивні рішення підпірних стін: з анкерним зубом нижче підшови опорної плити або зі зворотним ухилом підшови, що підвищує стійкість стіни проти зрушення у горизонтальному напрямку; з розвантажувальними площадками, що влаштовуються на проміжних рівнях висоти стіни з її заднього боку з метою зменшення ширини опорної плити; з ребристими стінами замість гладких для зменшення витрати бетону тощо. Іноді застосовують зрубові підпірні стіни, що збираються з дрібних балкових залізобетонних збірних елементів у клітки (подібно дерев'яним ряжам), що заповнюють кам'яним накидом. По витраті матеріалів вони економічніші від інших підпірних стін, але дорожчі при монтажі.

Конструктивні вимоги. Габаритні схеми підпірних стін визначаються в основному за одним параметром – висотою підпору ґрунту H , тобто різницею верхніх і нижніх планувальних відміток.

Ширина фундаментної плити приймається у межах $B = (0,5...0,7)H$, її товщина – $a = (1,1...1,3) t$ (рис. 6.3.2). Товщина вертикальної плити приймається у межах $t = (1/8...1/15)H$. Величина переднього виступу фундаментної плити призначається $b = (0,2...0,3)B$. У монолітних підпірних стінах товщина вертикальної плити приймається не менше 12 см.

Мінімальну висоту перерізу елементів підпірних стін рекомендується призначати: для бутобетонних стін – 600 мм, для бетонних – 400, для залізобетонних – 100. Основні розміри підпірних стін (загальну висоту, ширину підшови) слід задавати кратними 300 мм. Товщину елементів стіни та підшови призначають кратною 20 мм.

Глибину закладання підшови стіни призначають відповідно до нормативних вимог. Мінімальна глибина закладання повинна бути не менше 0,6 м. За наявності в основі слабких ґрунтів із розрахунковим опором 100 ... 200 кПа або рухливих ґрунтів при глибині промерзання рівною або більшою, ніж заглиблення фундаментної плити, основою повинна служити піщана або щебенева підготовка. Ґрунт природнього залягання виймають на глибину не менше 600 мм від підшови стіни та замінюють піском або щебенем. Пісок насипають шарами, поливають водою та утрамбовують. Під підшовою монолітної стіни слід влаштовувати вирівнювальну бетонну підготовку товщиною 100 мм, яка повинна виступати за грань підшови не менше, ніж на 100 мм. У поздовжньому напрямку підшову підпірної стіни слід приймати горизонтальною або з ухилом не більше 0,02. При більшому ухилі підшва

виконується ступінчастою. У поперечному напрямку підшву слід приймати горизонтальною або з ухилом у бік засипки не більше, ніж 0,125.

Конструкції підпірних стін повинні бути розділені на всю висоту температурно-усадочними швами. Відстані між швами слід приймати: не більше 10 м – в монолітних бетонних стінах, 20 м – в монолітних залізобетонних стінах і 30 м – в збірних залізобетонних. Шви в підпірних стінах виконують шляхом постановки в тіло конструкції просмоленої дошки. Ширину швів призначають рівною 30 мм. Зворотню засипку пазах підпірних стін слід проводити дренажними ґрунтами (піщаними або крупноуламковими).

6.3.2. Особливості розрахунку та конструювання підпірних стін

Розрахунок підпірної стіни включає в себе перевірку значень тиску на ґрунт під підшвою фундаментної плити; перевірку стійкості в експлуатаційному положенні (стійкість проти перекидання та зсуву); розрахунок міцності та тріщиностійкості елементів стінки.

На стінку діють навантаження: власна вага стінки, вага ґрунту, бічний тиск ґрунту, тимчасове навантаження на поверхні ґрунту та стіни.

Тиск ґрунту на підпірні стіни, відповідно до формул опору матеріалів, залежить від щільності ґрунту γ , кута природнього укосу ґрунту φ , кута нахилу задньої грані підпірної стіни, кута нахилу укосу засипки вище підпірної стіни. У найпростішому випадку, коли задня грань стіни вертикальна, а поверхня ґрунту над стіною горизонтальна, рівнодійна горизонтального тиску землі (її нормативне значення) на 1 м довжини стіни (рис. 6.3.2) визначається за формулою

$$H = 0,5\gamma h^3 \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi).$$

Розподіл тиску ґрунту по висоті стіни приймається прямолінійним, тому інтенсивність його внизу дорівнює $p_0 = 2H/h$, а рівнодійна вважається прикладеною на відстані $h/3$ від підшви.

У звичайних умовах щільність ґрунту γ коливається у межах 1,6...1,9 т/м³, кут природнього укосу ґрунту дорівнює 30...45°. Коефіцієнт надійності від горизонтального тиску на стіну приймають рівним 1,2.

Рівномірно розподілене навантаження p_{sup} , що знаходиться на верхньому рівні ґрунту та приймається з коефіцієнтом надійності 1,3, зводять до ваги шару ґрунту висотою $h_{sup} = p_{sup}/\gamma$ і враховують при визначенні рівнодійної тиску на стіну за формулою

$$H = 0,5\gamma(h + h_{sup})^2 \operatorname{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi). \quad (6.3.1)$$

Попередньо ширину опірної плити b та її винос приймають такими, щоб найбільший крайовий тиск на ґрунт під подошвою, що визначають за формулами

$$p_A = \frac{\Sigma G}{A} + \frac{\Sigma M}{W}; \quad p_B = \frac{\Sigma G}{A} - \frac{\Sigma M}{W}, \quad (6.3.2)$$

не перевищував $1,2R_0$ при дотриманні умови, щоб середній тиск $p_m = \frac{F}{N} \leq R_0$ і щоб приблизно гарантувалася стійкість стіни проти перекидання і ковзання відповідно до співвідношень:

$$\frac{M_h}{M_v} \geq 1,5; \quad \frac{\Sigma G \mu}{H} \geq 1,2. \quad (6.3.3)$$

У цих формулах M – момент від усіх зусиль (розрахункових, діючих на стіну) відносно центра ваги подошви; A, W – відповідно площа і момент опору подошви; R_0 – умовний розрахунковий тиск на ґрунт; M_v – перекидаючий момент від тиску ґрунту відносно переднього краю подошви (точка A на рис. 6.3.3); M_h – момент, що утримує і гарантується вертикальними навантаженнями (вага стіни та ґрунту на виступах) і обчислений відносно тієї ж точки; ΣG – сума вертикальних навантажень; μ – коефіцієнт тертя бетону відносно ґрунту (знаходиться у межах 0,3...0,6 залежно від виду та стану ґрунту).

Доцільно, щоб при цьому значення тиску на ґрунт біля краю внутрішнього виступу (точка B на рис. 6.3.4) мало приблизно нульове значення.

Остаточні розміри подошви та виносу опірної плити підпірної стіни приймають за результатами розрахунку основи за несучою здатністю і деформаціями відповідно до вимог норм із розрахунку основ будівель і споруд.

Зовнішній і внутрішній виступи опірної плити розраховують на згин як консолі, защемлені відповідно в перерізах $I-I$ і $II-II$. Зовнішня консоль завантажена тиском ґрунту знизу, внутрішня – ще й ґрунтом, розташованим вище неї. Розрахункову кількість арматури A_{s1} та A_{s2} розміщують відповідно внизу та вгорі опірної плити з надійним її анкеруванням $l_{an} \geq 20d$ за гранями вертикальної плити (див. рис. 6.3.2).

Від тиску H конструкцію самої стіни розраховують так само, як консоль, що згинається і защемлена в опірній плиті. Розрахункову кількість арматури A_{s3} розташовують зі сторони внутрішньої поверхні стіни та надійно анкерують $l_{an} \geq 20d$ у фундаментній плиті.

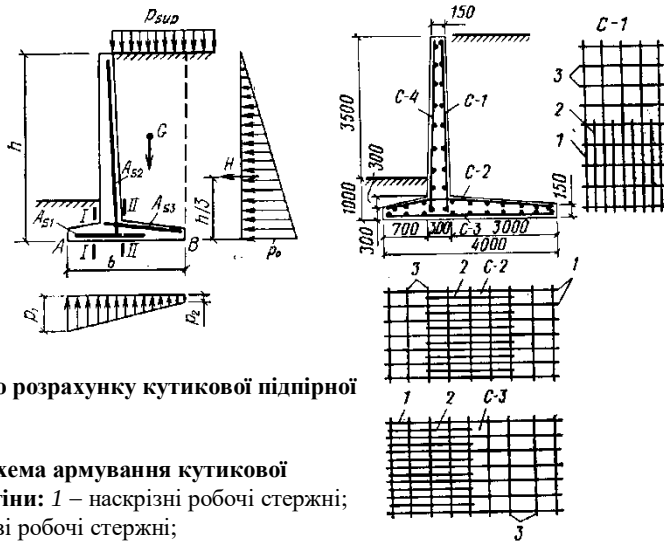


Рис. 6.3.3 До розрахунку кутикової підпірної стіни

Рис. 6.3.4 Схема армування кутикової підпірної стіни: 1 – наскрізні робочі стержні; 2 – додаткові робочі стержні; 3 – монтажні стержні

Для залізобетонних підпірних стін застосовують важкий бетон класу не нижче С12/15, а робочу арматуру класу А240, А400С (збірні конструкції). Арматування виконують окремими стержнями, зварними сітками, просторовими каркасами. Найчастіше стержні об'єднують у сітки за допомогою монтажної арматури. З метою економії сталі частину стержнів можна обривати (не більше 30%), залишаючи їх у зоні максимальних моментів. Для вертикальних плит підпірних стін із $H > 3 \text{ м}$ і товщиною $t > 200 \text{ мм}$ застосовують подвійне армування, сітка С-4 конструктивна. Відстань між робочими стержнями приймається не більше $s = 200 \text{ мм}$ при товщині стінки $t \leq 200 \text{ мм}$ і не більше, ніж $s = 1,5t$ при $t > 150 \text{ мм}$. Площу поперечного перерізу розподільчої арматури приймаємо $0,1A_s$, а крок $s \leq 500 \text{ мм}$. На рис. 3.4 показано армування підпірної стіни кутикового типу.

Збірні стінові панелі на схемах, що показані на рис. 6.3.2, в, г, розраховують від горизонтального тиску ґрунту як плити, що працюють за балковою схемою із прольотом від одного контрфорса (рами) до іншого. Контрфорс розраховують як консоль, защемлену в опорній плиті. З'єднання збірних елементів розраховують на сприйняття моментів і зусиль, що через них передаються.

Монолітні ребристі підпірні стіни складаються із вертикальної і горизонтальної плит і контрфорсів.

Відстань між ребрами (контрфорсами) приймається такою, щоб відношення $H/c \geq 2$, де H – повна висота стіни, c – відстань між ребрами. У

такому випадку плити підпірної стіни працюють як багатопролітні нерозрізні балки, опорами для яких є ребра. Горизонтальну плиту розраховуємо за двома варіантами: тиск ґрунту під подошвою плити та вага ґрунту призми обвалення. Розрахункова схема вертикального ребра – консоль, защемлена у горизонтальній плиті та завантажена активним тиском ґрунту з ділянки шириною c . Ребро розраховують як згинальний елемент таврового перерізу з розміщенням полиці у стиснутій зоні.

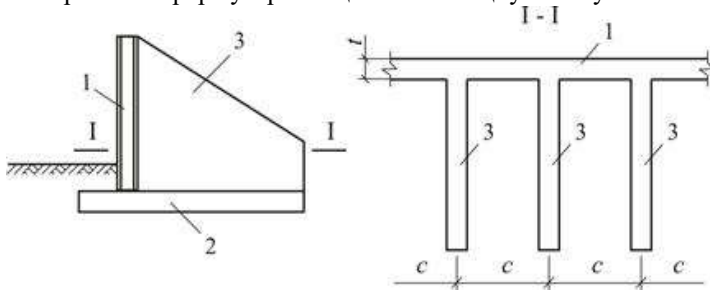


Рис. 6.3.5. Конструкція ребристої (контрфорсної) підпірної стіни:
1 – вертикальна стіна; 2 – фундаментна плита; 3 – контрфорсна плита

Розрахунок ребристих підпірних стін аналогічний до розрахунку куткових.

Зовнішній виступ фундаментної (горизонтальної) плити працює як консоль, завантажена трапецієподібним навантаженням. Внутрішній виступ працює як плита, оперта на три сторони.

Розтягнута робоча арматура в ребрі, яку розраховують на сприйняття згинального моменту, буде похилою і розташовуватиметься із зовнішнього боку. Для сприйняття поперечної сили розраховують поперечні стержні, які розміщуються горизонтально з обов'язковим їх анкеруванням у вертикальній плиті. Ці стержні сприймають розтягувальну силу, що відриває вертикальну плиту від ребра. Для сприйняття розтягувального зусилля, що відриває ребро від горизонтальної плити, влаштовується вертикальна арматура в контрфорсі, яка надійно анкерується у горизонтальній плиті.

Тема 6.4. Підземні канали та тунелі

Підземні канали та тунелі на територіях міст, населених пунктів і підприємств виконують переважно неглибокого закладання. Вони призначені для влаштування підземних переходів, прокладки тепло-, газо-, паро-, нафто- та мастилопроводів, а також для мереж водопостачання, каналізації, прокладки електрокабелів тощо.

Тунелем називається підземна інженерна споруда, що знаходиться на відомій глибині від поверхні землі та служить для пропуску транспорту або для інших цілей.

Міські тунелі служать:

- для перетину вулиць у різних рівнях;
- для пропуску поїздів метрополітену;
- для перетину пішоходами вулиць з інтенсивним рухом;
- для проїзду під річками;
- для перетину невеликих гірських хребтів (для міст, розташованих у гірській місцевості);
- для прокладки підземних інженерних мереж (тунелі-колектори).

Вид і конструкція тунелів залежать від призначення.

Часто цим визначається і глибина закладання тунелю під рівнем поверхні землі. За цією ознакою тунелі діляться на 2 типи:

I. Тунелі глибокого закладання (розташовані на великій глибині в товщі гірських порід);

II. Тунелі мілкового закладання (влаштовуються на незначній глибині або так, що їх верхнє перекриття розташовується безпосередньо під поверхнею ґрунту або вищого проїзду).

До тунелів I типу (глибокого закладання), як правило, належать:

- гірські тунелі;
- тунелі метрополітену;
- підводні тунелі.

Канали роблять непрохідними або напівпрохідними з внутрішньою висотою у чистоті не більшою за 1500 мм. Тунелі влаштовують обов'язково прохідними з внутрішньою висотою не меншою за 1800 мм. Їх нерідко використовують для переходу людей і транспортування вантажів.

Тунелі зводять із поздовжнім ухилом для стоку випадкових вод, обладнують освітленням, вентиляцією, сигналізацією, протипожежними й іншими пристроями.

Покриття підземних каналів і тунелів розташовують нижче поверхні землі не менше, ніж на 0,7 м (до низу дорожнього покриття не менше 0,5 м). По довжині каналів і тунелів влаштовують деформаційні шви у місцях примикання їх до камер і компенсаційних ніш, на границях різкої зміни ґрунтових умов, а на прямих ділянках – не рідше як через 50 м.

Найменше витрачається матеріалів при будівництві залізобетонних каналів і тунелів (у порівнянні з цегляними або бетонними), а найменші трудові витрати та терміни зведення – при будівництві їх у збірному залізобетоні.

Типові конструкції каналів і тунелів із застосуванням збірних залізобетонних лотків і плит (серії 3.006-2) показані на рис. 4.1.

Для скорочення числа типорозмірів лотків їх випускають тільки встановлених розмірів: по ширині (у середині) 300...2400 мм (із кроком 300 мм) і 3000 мм, по висоті (у середині) 300, 450, 600, 900, 1200 і 1500 мм, довжиною (номінальною, тобто з урахуванням товщини монтажних швів) 3000 і 6000 мм. Плоскі плити покриттів і днища призначають відповідної ширини з номінальною довжиною 3000 мм. Крім елементів з основними розмірами довжини передбачають добірні елементи довжиною 720 мм.

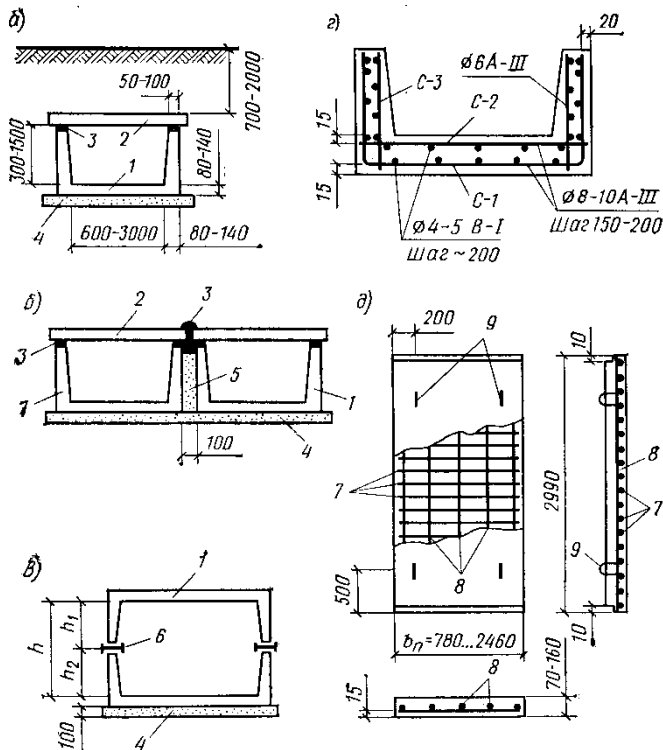


Рис. 6.4.1. Канали та тунелі з використанням лотків і плит: а – канал односекційний; б – канал двосекційний; в – канал (при $h \geq 1800$ мм), тунель (при $h \geq 1800$ мм), односекційний з двох лотків; г – армування збірної лотка; д – армування збірної плити; 1 – лоток; 2 – плита покриття; 3 – цементний розчин; 4 – піщана підготовка; 5 – зазор між лотками; 6 – сталева прокладка; 7 – робочі стержні; 8 – монтажні стержні; 9 – петлі для підйому плит.

З лотків і плит компонують односекційні канали з розміщенням лотків днищем вниз (рис. 6.4.1, а) або днищем вгору, також двосекційні (рис. 6.4.1, б). Використовуючи тільки лотки (без плит), можна

компонувати канали, а також односекційні тунелі за схемою, показаною на рис. 6.4.1, в; їх можна робити і двосекційними, поєднуючи односекційні, подібно компонованню за схемою (див. рис. 6.4.1, б).

Верхні та нижні лотки з'єднують у єдину конструкцію зварюванням при монтажі закладних коротистів зі швелерів, розташованих у товщі поздовжніх швів. Лотки в каналах у поздовжньому напрямку укладають без перев'язки торцевих швів лотків, а в тунелях – з перев'язкою.

У тунелях і напівпрохідних каналах передбачаються входи для людей і монтажні прорізи за розмірами встановлюваного устаткування.

Уніфіковані збірні конструкції, які застосовують тільки для тунелів, розроблені стосовно трьох конструктивних рішень (серія 3.006-3): для односекційних тунелів із застосуванням кутикових стінових елементів у поєднанні з плитами покриття і днища (рис. 6.4.2), для двосекційних тунелів з додатковим рядом проміжних колон і поздовжнім прогоном по колонах (рис. 6.4.3), а також для односекційних тунелів з об'ємних блоків (рис. 6.4.4).

Для тунелів із кутиковими стіновими елементами передбачені габаритні розміри тунелів: по висоті 2100, 2400, 3000 і 3600 мм і по ширині 1500, 1800, 2100 мм (для односекційних), 2400, 3000, 3600 і 4200 мм (для одно- та двосекційних). Для тунелів з об'ємних блоків прийняті розміри по висоті 2100, 2400, 3000 і по ширині 1500...3000 мм. Розроблено конструкції тунелів і для випадків їхнього розміщення під автодорогами на глибині до верху тунелю 0,5...6 м, під залізницями на глибині від низу шпал до верху тунелю 1...4 м, усередині цехів на глибині до 6 м.

Односекційні тунелі (рис. 6.4.2) монтують із двох кутикових елементів (стінова частина яких прийнята ребристого типу), плит покриття (ребристих) і плит днища (суцільних).

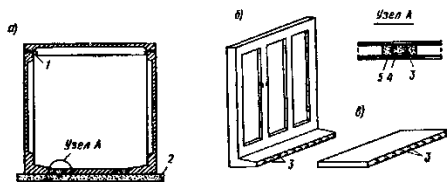


Рис. 6.4.2 Односекційний тунель з кутиковими стіновими елементами і плитами покриття та днища: а – поперечний переріз тунелю; б – кутиковий стіновий елемент; в – плита днища; 1 – підрізка ребра плити покриття біля опори; 2 – бетонна підготовка; 3 – петльові випуски арматури для стикового з'єднання; 4 – монтажні арматури стержні; 5 – бетон замонолічування стикового з'єднання

Стінові елементи та плиту днища поєднують у єдину конструкцію жорстким стиком довжиною на всю довжину збірних елементів, для чого

передбачають у збірних елементах зустрічні петльові випуски (стик Передирія), усередині яких розміщують при монтажі арматурні стержні. Стик замоноличують бетоном класу С20/25. Плити покриттів виконують із ребрами, що мають на опорах підрізування для сприйняття бічного тиску стін.

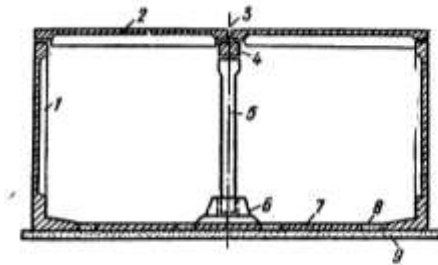


Рис. 6.4.3. Двосекційний тунель із кутковими стіновими елементами та проміжними стоячковими опорами:

- 1 – кутковий стіновий елемент;
- 2 – плита покриття; 3 – цементний розчин;
- 4 – поздовжній прогін;
- 5 – колона; 6 – фундамент колони;
- 7 – плита днища; 8 – стикове з'єднання (див. деталь на рис. 6.4.2); 9 – бетонна підготовка

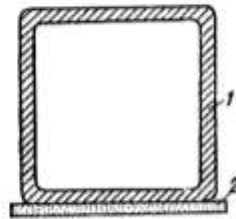


Рис. 6.4.4 Односекційний тунель із об'ємних блоків:

- 1 – об'ємний блок;
- 2 – бетонна підготовка

У двосекційних тунелях (рис. 6.4.3) проміжна опора утворюється з прогону, колони та фундаментних блоків. Двосекційний тунель може бути також виконаний із двох розміщених поруч односекційних тунелів.

Номинальна довжина основних стінових блоків (уздовж тунелю) прийнята 3000 мм.

Тунелі (рис. 6.4.4) виконують із об'ємних блоків номінальної довжини 1500, 2400 і 3000 м.

З'єднання блоків по довжині робиться «у чверть» в стінах і днищі та зі шпонками в покритті.

У ґрунтах природньої вологості тунелі зверху покривають обклеювальною гідроізоляцією із двох шарів ізолу на бітумі, яку зверху захищають шаром цементного розчину товщиною 30 мм. Стіни обмазують гарячим бітумом.

За наявності ґрунтових вод необхідно влаштовувати обклеювальну гідроізоляцію днища, а також стін на висоту 0,5 м вище від розрахункового рівня ґрунтових вод. Під днищем каналів і тунелів ґрунт трамбують і по ньому для каналів влаштовують піщану підсіпку, а для тунелів – бетонну підготовку.

Усі монтажні шви збірних елементів заповнюють цементним розчином.

Збірні елементи каналів і тунелів виготовляють із бетону класу С20/25, армують зварними сітками з арматури класу А400С і звичайного дроту класу Вр-I або В500.

Тема 6.5. Залізобетонні бункери та силоси

6.5.1. Залізобетонні бункери

Основні відомості про бункери

Бункерами називають саморозвантажувані ємності призматичної або циліндричної форми (рис. 6.5.1), які призначені для зберігання сипких матеріалів (зерно, цемент, пісок, вугілля, руда, щебінь тощо) та за розмірами відповідають умові $h \leq 1,5a$ ($a > b$).

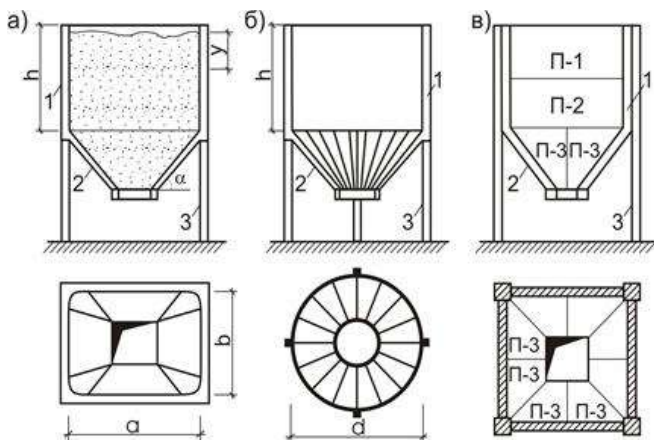


Рис. 6.5.1 – Одиничні бункери

a – призматичний монолітний бункер; b – циліндричний монолітний бункер; c – збірний бункер; 1 – стінка; 2 – воронка; 3 – опора

Завантаження бункерів здійснюється зверху, а розвантаження – знизу за рахунок самопливного висипання сипучих матеріалів через отвори в днищах. Днища в бункерах влаштовують із похилими стінками у вигляді лійок. Кут нахилу стінок днища на $5^\circ \dots 10^\circ$ більший за кут внутрішнього тертя сипкого матеріалу, що забезпечує повне розвантаження із призматичної частини бункера.

Форма та розміри бункерів залежать від багатьох факторів і, насамперед, від властивостей сипких матеріалів, які в них зберігатимуть (кут внутрішнього тертя, густина, крупність). Найчастіше використовують такі типи бункерів (рис.6.5.2.):

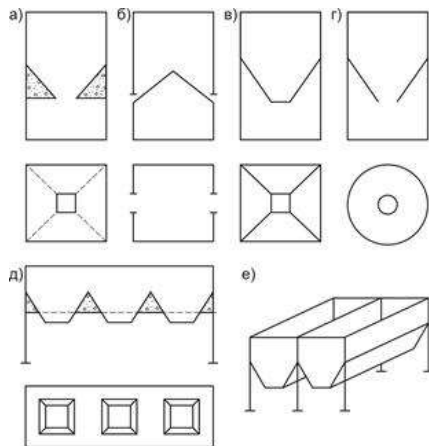


Рис. 6.5.2 – Типи бункерів:

а – з плоским дном і набетонуванням; *б* – з похилим дном; *в* – з лійкуватим дном; *г* – циліндричний (круглий); *д* – лотковий; *е* – ящикового типу

- бункери з плоским дном. Вони прості щодо конструкції, але не забезпечують повного розвантаження матеріалу. Поліпшити розвантаження в них можна набетонуванням відкосів (рис. 6.5.2, *а*);

- бункери з похилим дном з одно- або двостороннім (рис. 6.5.2, *б*) вивантаженням матеріалів;

- бункери з лійкуватим (пірамідальним) симетричним (рис. 6.5.2, *в*) або несиметричним дном;

- бункери циліндричної форми ($h \leq 1,5d$) з плоским або конічним дном, де *d* - діаметр бункера (рис. 6.5.2, *г*);

- бункери ящикового типу з плоским дном і сталевими лійками (рис. 6.5.2, *д*);

- бункери лоткового типу (рис. 6.5.2, *е*), при великій кількості сипкого матеріалу одного виду.

Вибір типу бункера визначають за технологічними вимогами. Крім того, враховують особливості кожного типу бункера, його переваги та недоліки. Так, круглі (циліндричні) бункери потребують меншої витрати матеріалів на одиницю виміру матеріалу, що зберігається, але складні у виготовленні; бункери ящикового або лоткового типів краще виготовити, застосовуючи збірні залізобетонні конструкції.

Завантажуючі отвори бункерів закривають металевими решітками, а розвантажуючі обладнують затворами.

Для захисту від стирання у процесі завантаження і розвантаження стіни бункерів футерують сталевими листами, рейками, плитами з

кам'яного литва або чавуну. В окремих випадках нижню частину лійок виготовляють із металу.

Для сипких матеріалів декількох видів влаштовують багатокоміркові бункери (рис. 6.5.3).

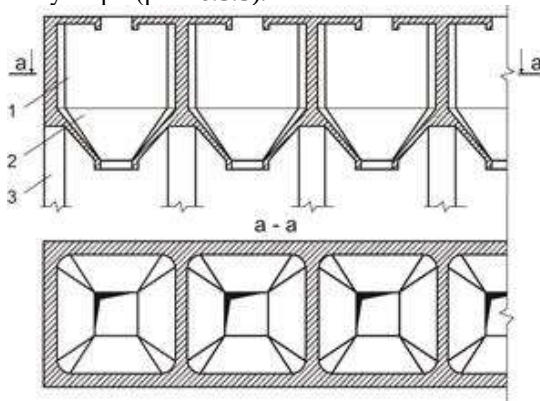


Рис. 6.5.3 – Багатокоміркові бункери
1 – бункер; 2 – лійкувате днище; 3 – опора

Конструктивні рішення бункерів

Конструктивні рішення і вибір матеріалу для бункера залежать від багатьох факторів: місткості, характеристики сипкого матеріалу, способів завантаження і розвантаження, типів несучих конструкцій і компоновки будівлі або споруди, до складу якого входить бункер.

За способом виготовлення бункери поділяють на монолітні та збірні. Монолітні бункери набули великого поширення і можуть мати будь-яку форму в плані та місткість. Але вони мають значні недоліки – необхідність влаштовувати суцільну опалубку, складність армування та бетонування лійкоподібних днищ. Збірні бункери більш індустріальні та менш трудомісткі у виготовленні. Їх виконують із ребристих або суцільних прямокутних плит – панелей, а стінки днища – з трикутних або трапецієподібних плит (рис. 6.5.1, в). Усі збірні елементи з'єднують між собою за допомогою зварювання закладних сталевих деталей. Висота стінок збірних призматичних бункерів приймається кратною 1,2 м.

При проектуванні збірних бункерів особливу увагу приділяють призначенню основних геометричних розмірів, схемам розрізки на складові частини, вузлам з'єднання пірамідальних і призматичних частин і вузлам обпирання лійок на колони, стіни або інші конструктивні елементи.

З метою зменшення числа типорозмірів конструкцій рекомендують застосовувати бункери найпростіших геометричних форм із використанням типових збірних залізобетонних плит міжповерхових перекриттів, стінових панелей або з підсиленням індивідуальним

армуванням в опалубці типових ребристих або багатопустотних плит. Бункери ящикового типу, лоткові та призматичну частину пірамідальних краще вирішувати у збірному залізобетоні. Збірні плити стін і днища ящикових і лоткових бункерів опираються на збірні ригелі та з'єднуються між собою і ригелями зварюванням закладних деталей. Стики між плитами замоноличують бетоном на дрібному заповнювачі.

Призматичну частину пірамідальних бункерів збирають із збірних залізобетонних плит, які встановлюють одна на одну на розчині. В кутах плити з'єднують між собою, утворюючи жорстку просторову конструкцію, здатну нести горизонтальні навантаження від дії сипкого матеріалу та вертикальні від власної ваги, надбункерного перекриття і шатра. Збірні залізобетонні елементи бункерів виконують попередньо напруженими, що забезпечує їх більшу тріщиностійкість.

З'єднання збірно-монолітних плит у кутах жорстке, з петлевими випусками або за допомогою зварювання закладних деталей. Основні несучі колони в межах призматичної частини не продовжуються, а закінчуються на рівні обпирання лійки. Елементи збірних залізобетонних бункерів виготовляють із урахуванням уніфікації їх розмірів. Розміри комірки бункерів у плані між осями стін - 6×6 , 6×9 , 6×12 м. Застосування несиметричних бункерів або лійок (рис. 6.5.4) можливе тільки при наявності спеціальних технологічних вимог.

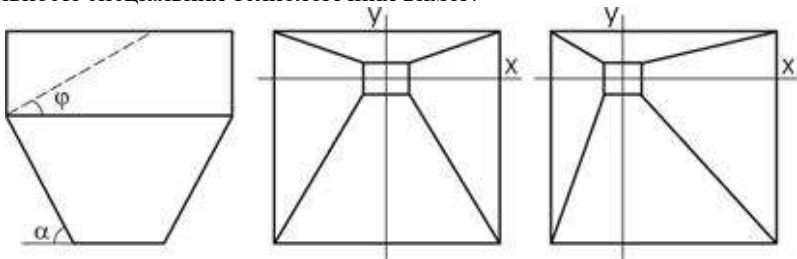


Рис.6.5.4. Несиметричні пірамідально-призматичні бункери

Пірамідально-призматичні бункери – це багатогранні просторові конструкції, в яких грані стіни працюють спільно, внаслідок чого загальна їхня жорсткість буде значною. Бункер розділяють на окремі плоскі грані кожної сторони, які складаються із вертикальної та похилої стін і розраховують на тиск сипкого матеріалу незалежно одна від одної.

Геометричні параметри пірамідально-призматичного прямокутного несиметричного бункера для загального випадку (рис. 6.5.5) визначають за такими формулами:

повний об'єм бункера:

$$V = V_H + V_A = a_2 \cdot b_2 \cdot h_2 + \frac{h_1}{6} \times \quad (6.5.1)$$

$$\times [(2a_2 + a_1) \cdot b_2 + (2a_1 + a_2) \cdot b_1]$$

де V_H , V_A - об'єм відповідно призматичної частини і пірамідальної лійки, м^3 ;

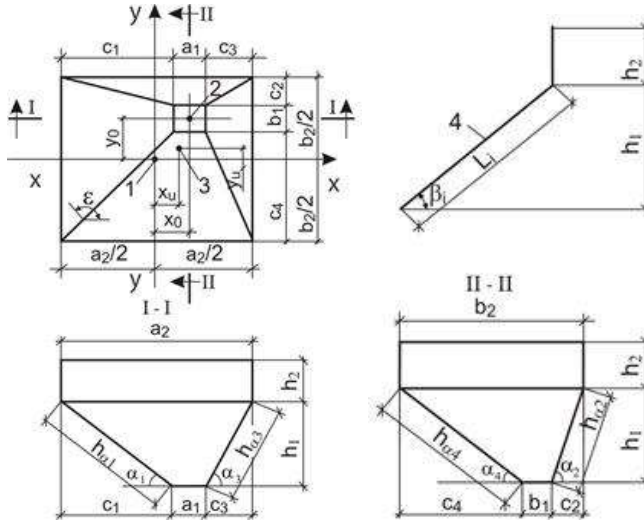


Рис. 6.5.5 – Геометричні параметри пірамідально-призматичного бункера: 1, 2 – центр основ відповідно верхньої і нижньої; 3 – цент ваги бункера; 4 – ребро

координати центра ваги об'єма бункера:

$$x_u = x_0 \cdot h_1 \cdot \psi_i, \quad (6.5.2)$$

$$y_u = y_0 \cdot h_1 \cdot \psi_i, \quad (6.5.3)$$

$$\text{де } \psi = [(a_1 + a_2)(b_1 + b_2) + 2a_1 \cdot b_1] / 12V; \quad (6.5.4)$$

висота і кути нахилу стін лійки:

$$h_{\alpha_n} = \sqrt{h_1^2 + C_n^2}, \quad (6.5.5)$$

$$\text{tg } \alpha_n = h_1 / C_n, \quad (6.5.6)$$

де n - номер стіни, яка розглядається;

довжина ребра, утвореного перетином площинами стін n і $n+1$ і кут нахилу ребра до горизонту

$$l_i = \sqrt{h_1^2 + C_n^2 + C_{n+1}^2}, \quad (6.5.7)$$

$$\operatorname{tg} \beta_i = \frac{h_1}{\sqrt{C_n^2 + C_{n+1}^2}} ; \quad (6.5.8)$$

двогранний кут, утворений площинами стін n і $n+1$,

$$\varepsilon_i = 180^\circ - \rho_i^\circ , \quad (6.5.9)$$

де кут ρ визначається із умови:

$$\cos \rho_i = \cos \alpha_n \cdot \cos \alpha_{n+1} . \quad (6.5.10)$$

Оскільки пірамідальну частину бункера в збірному залізобетоні побудувати складно, можна застосовувати комбіновані конструкції зі сталевими лійками, що суттєво спрощує зведення бункерів і дає можливість повніше задовільнити вимоги технології (лійки несиметричні з додатковими випускними отворами). Сталева лійка самостійно обпирається на колони та не передає вертикальні навантаження на збірні залізобетонні плити призматичної частини бункера. Можна з'єднувати сталеві лійки із залізобетонними або сталевими балками.

При великій кількості бункерів їх об'єднують у ряди, зверху яких влаштовують завантажувальну галерею із конвеєрним обладнанням.

6.5.2. Залізобетонні силоси

Силосами називають інженерні споруди у вигляді призматичних або циліндричних ємностей (рис. 6.5.6, а), призначені для зберігання сипких матеріалів.

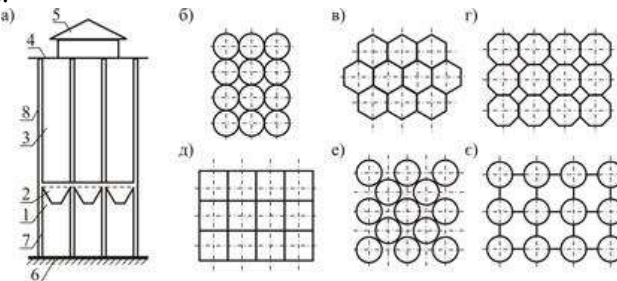


Рис. 6.5.6 – Конструктивні схеми силосних корпусів: а – поперечний розріз; б – рядове розташування круглих силосів; в – шестигранних; г – восьмигранних; д – квадратних силосів; е – шахове розташування круглих силосів; е – рядове розташування круглих силосів із прямолинійними вставками; 1 – підсилосний поверх; 2 – днище; 3 – силосна банка; 4 – перекриття; 5 – надсилосна галерея; 6 – фундамент; 7 – колона підсилосної галереї; 8 – стінка

Їх висота $h > 1,5 \sqrt{A}$, де A – площа поперечного (горизонтального) перерізу силосу в провітрі. Для круглого в плані силосу $h > 1,33d$, для квадратного $h > 1,5d$, де d – найбільший діаметр кола, вписаного в поперечний переріз силосу; h – висота стіни силосу від верху днища, воронки або набетонування до низу надсилосного

перекриття. У практиці проектування силосів за кордоном ця умова може бути іншою. Наприклад, у США до силосів відносять ємності, коли $h \geq 2d$.

Силоси використовують для зберігання зернистих або порошкоподібних сипких матеріалів. Вони не придатні для зберігання матеріалів, здатних злежуватись або samozагорятись, а також матеріалів, які за своєю структурою можуть руйнуватись при значному тиску.

Силоси у промисловості застосовують для зберігання готової продукції, сировини та напівфабрикатів (вугілля, кокс, цемент, сода тощо). У сільському господарстві та харчовій промисловості їх використовують для зберігання зерна, борошна, комбікормів, цукру-піску тощо. Силоси споруджують як одиночними, так і груповими, об'єднуючи їх у силосні корпуси з дво- або багаторядним розташуванням.

За формою у плані силоси бувають круглі, квадратні, прямокутні, шестигранні та багатогранні. Форму, розміри та розміщення силосів у плані приймають відповідно до вимог технології виробництва, ґрунтовими умовами, уніфікації елементів, а також виходячи із результатів техніко-економічних порівнянь (рис. 6.5.6).

Застосовують силоси переважно круглого та квадратного перерізів. Перевагу віддають круглим силосам, стіни яких працюють в основному на центральний розтяг. Попереднє обтиснення стінок арматурою у цьому випадку найпростіше. Найоптимальнішими за витратами матеріалів і вартістю є циліндричні силоси діаметром 6 м. При значній кількості мілких силосів для зберігання різних матеріалів або одного й того ж матеріалу різних сортів, раціональними є силоси квадратного перерізу з розмірами сторін не більше 3...4 м. У силосах прямокутних і квадратних у плані, збільшувати вказані розміри сторін не рекомендують, бо це призводить до виникнення значних згинальних моментів і, як наслідок, значного збільшення товщини стінок. За особливими вимогами до зберігання сипучих матеріалів силоси можуть бути й більших розмірів у плані. У цьому випадку їх виконують, як правило, круглими діаметром 12 м і більше.

При спорудженні кількох круглих силосів рекомендують їх розміщувати в ряд (рис. 6.5.6, б). Якщо силоси розміщені у два і більше рядів, то простори між ними, так звані зірочки, можна використовувати як додаткові ємності для зберігання сипких матеріалів або для влаштування у них драбин, встановлення технологічного устаткування тощо. Шахове розташування силосів (рис. 6.5.6, е) практикують, в основному, при розширенні існуючих силосних корпусів.

Корпуси з прямокутних силосів проектують без зазорів між ними (рис. 6.5.6, д), що є перевагою цього типу силосів, оскільки використовується вся площа забудови. Багатогранні види силосів (рис. 6.5.6, в, з) мають ряд переваг (менший проліт стінок, відсутність

криволінійних елементів тощо), але широкого застосування вони не набули.

Максимальна висота стін силосів, споруджених на звичайних ґрунтових основах, досягає 30 м, а для багаторядних силосних корпусів, які зводяться на скельних або напівскельних основах, – не більше 42 м.

Залізобетонні силосні корпуси з круглих елементів довжиною до 45 м, а з прямокутних елементів – до 42 м, можна споруджувати без температурно-усадкових швів. Відношення довжини силосного корпусу до його ширини та висоти має не перевищувати двох. У разі однорядного розташування силосів діаметром 6 м допускається це відношення збільшувати до трьох.

Об'ємно-планувальні рішення силосних корпусів уніфіковані. У збірних силосах уніфіковано залізобетонні елементи заводського виготовлення, а в монолітних – опалубку. В цілому розбивку та розміри силосів вибирають за уніфікованою квадратною сіткою 6×6 м, що дає можливість узгоджувати розташування силосів із типовими конструкціями надсилосної галереї та підсилосного поверху. За уніфікованими будівельними параметрами рекомендують споруджувати силоси з такими розмірами: круглі – діаметром 3, 6 і 12 м; квадратні – з сіткою 3×3 м. Допускається проектування залізобетонних силосів діаметром 18, 24 м і більше (кратним 6). Сітка розбивочних осей, які проходять через центри силосів у корпусах, повинна бути кратною 3 м. Наприклад, для зернових елеваторів (інженерні споруди, призначені для зберігання великих мас зерна) при застосуванні круглих силосів діаметром 6 м рекомендовано будувати силосні корпуси трьох типів із розмірами в плані 36×24, 36×18, 24×18 м.

Конструктивні елементи силосів та особливості їх конструювання

Силос складається з таких основних конструктивних елементів: фундаменту, колон підсилосного поверху, днища, стін, надсилосного перекриття і галереї (рис. 6.5.6, а).

Найвідповідальнішим і специфічним конструктивним елементом силосного корпусу є стіни силосів. Їх проектують як монолітними, так і збірними зі звичайним і попередньо напруженим армуванням. На внутрішній поверхні стін силосів не повинно бути виступів, які б спричиняли утворення стійких склепінь і зависання сипучих матеріалів. За способом виготовлення силоси бувають монолітними та збірними.

Монолітні залізобетонні стіни силосів зводять, як правило, у ковзаючій опалубці з бетону класу не нижче С12/15. Для уніфікації опалубки, а також підсилосних і надсилосних конструкцій силосних корпусів зовнішній діаметр круглих силосів приймають рівним відстані між їх осями, тому в місцях з'єднання суміжних силосів стіни мають

подвійну товщину. Ця ділянка (шириною 1,5...2,0 м) підвищує загальну просторову жорсткість силосного корпусу.

Товщина стін силосів незалежно від статичного розрахунку призначається із умов виконання робіт, недопущення розривів у бетоні під час переміщення опалубки. Мінімальна товщина стін силосів для сипучих матеріалів, які зводяться у ковзаючій опалубці, становить: для круглих силосів при діаметрі 6 м – внутрішніх 160, зовнішніх 180 мм; при діаметрі 12 м – якщо насипна густина сипучого матеріалу $\gamma \leq 1,0 \text{ т/м}^3 - 200$, а при $\gamma > 1,0 \text{ т/м}^3 - 240$ мм; для прямокутних силосів – 150...160 мм.

Стінки силосів без попереднього напружування армують переважно стержневою арматурою класу А400С у вигляді в'язаних сіток (рис. 6.5.7).

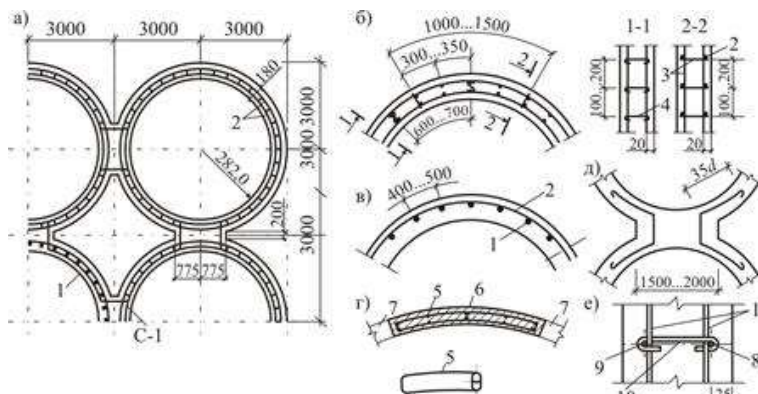


Рис. 6.5.7 – Армуння круглих монолітних силосів:

а) план і загальний вигляд; б) подвійне армування стін; в) одиничне армування стін; г) армування стінок підсилосного поверху; д) додаткове армування місць з'єднань сусідніх стінок силосів; е) поперечні стержні-стяжки; 1 – вертикальна арматура; 2 – кільцева горизонтальна арматура; 3 – зварний каркас;

4 – шпилька $d \geq 3$ мм; 5 – хомути; 6 – простінок; 7 – проїом;

8 – кільцева арматура з зовнішньої сторони стінки; 9 – кільцева арматура з внутрішньої сторони стінки; 10 – зв'язуючі поперечні стержні

Використання у якості горизонтальної робочої арматури класу А240 дозволено, як виняток, для верхньої зони силосів і при конструктивному армуванні. Для вертикальної арматури використовують гарячекатану стержневу арматуру класу А240 з кроком 300...350 мм.

Оскільки тиск сипучого матеріалу по периметру горизонтального перерізу стіни розподіляється нерівномірно і в стінах круглих силосів виникають згинальні моменти (як і в місцях з'єднання суміжних силосів), не враховані розрахунком, то в них встановлюється подвійна горизонтальна арматура (рис. 6.5.7, б).

У круглих силосах діаметром до 6 м по всій висоті стін внутрішніх силосів багаторядних силосних корпусів використовують одинарне

армування (рис.6.5.7, в) горизонтальною арматурою, яку встановлюють із зовнішньої сторони. Стіни квадратних силосів армують подвійною арматурою (рис. 6.5.8). Зовнішні стіни квадратних силосів внаслідок нерівномірності тиску сипучого матеріалу та можливого повороту кутів можуть бути розтягнутими з внутрішньої сторони прольоту, а внутрішні стіни є спільними для суміжних силосів, завжди працюють на знакозмінні навантаження.

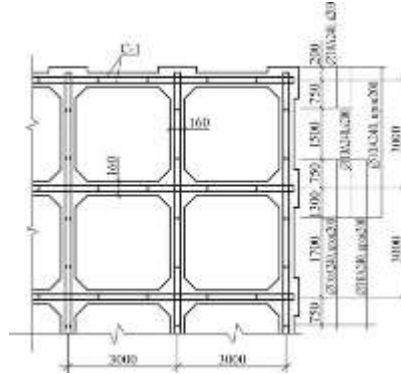


Рис. 6.5.8 – Армування стін квадратного силосу

Для забезпечення проєктного положення горизонтальних стержнів і зв'язку зовнішньої та внутрішньої арматури вертикальні стержні через один виконують у вигляді зварних арматурних каркасів (драбинок) (рис. 6.5.7, б (1-1)). Кінці поперечних стержнів драбинок після укладання горизонтальної арматури загинають. Відстань між поперечними стержнями каркасів приймають рівною кроку стержнів горизонтальної арматури. Діаметр горизонтальної арматури необхідно призначати не більше 16 мм при діаметрі силосів до 12 м і менше та не більше 20 мм – при діаметрі 18 м і більше. Крок стержнів повинен бути не більше 200 мм і не менше 70 мм, постійним по всій висоті. При подвійному армуванні обидві сітки з'єднують через 600-700 мм поперечними шпильками діаметром не менше 3 мм (рис. 6.5.7, б (2-2)).

Горизонтальну арматуру в стінах, починаючи від верху похилої набетонки та до плити днища, приймають таку ж, як і на рівні верху набетонки. Товщину захисного шару бетону для робочої арматури, запобігаючи її зміщенню і зриву бетону рухомою ковзною опалубкою, приймають не менше 25 мм у стінах круглих силосів і не менше 20 мм – квадратних.

Армування стін силосів, які зводять у ковзній опалубці, найпростіше виконувати окремими стержнями. Довжина стержнів горизонтальної арматури не повинна бути досить великою, щоб не

утруднювати протягування їх під поперечинами домкратних рам. Разом із тим прагнуть до зменшення кількості стиків горизонтальної арматури, які виконують внакладку і є слабким місцем конструкції. Для силосів діаметром 6 м довжину стержнів горизонтальної арматури приймають біля 7 м (три стика).

Силоси діаметром 12 м армують стержнями довжиною, що відпускається заводами (товарна довжина). Стики кільцевої арматури необхідно виконувати зварюванням. Але при зведенні стін у ковзній опалубці технологічно це зробити складно, тому досить часто стики виконують внакладку (без зварювання), що допускається нормами. Довжина накладки стержнів приймається рівною 60 діаметрів (+200 мм). Стержні арматури класу А240 повинні закінчуватись гаками. У місцях стикування стержні зв'язують в'язальним дротом подвійної в'язки на кінцях і всередині. Крім того, стики зовнішньої кільцевої арматури зв'язують із внутрішньою кільцевою арматурою поперечними стяжками з дроту діаметром 6 мм (рис. 6.5.7, е). Стикування горизонтальних стержнів кільцевої арматури розміщується таким чином, щоб у одному вертикальному перерізі стіни силосу стикувалось не більше 20% усіх стержнів.

Вертикальну (розподільну) арматуру в стінах монолітних залізобетонних силосів встановлюють в один ряд при одинарному армуванні та у два ряди при подвійному армуванні. Діаметр вертикальної арматури приймають не менше 10 мм, а в стінах силосів діаметром 12 м і більше – не менше 12 мм. Відстань між вертикальними стержнями не більше 350 мм у стінах зовнішніх силосів і не більше 500 мм у стінах внутрішніх силосів. У місцях з'єднання круглих силосів, якщо це необхідно за умовами виконання робіт, відстань між двома вертикальними стержнями може бути збільшеною до 1000 мм.

Вертикальну арматуру у вигляді окремих стержнів або каркасів із арматури класу А240 стикують зі зміщенням стиків по перерізу з накладкою на 50 діаметрів, а періодичного профілю – на 35.

Стіни монолітних силосів, які обпираються на фундаментну плиту, в межах підсилосного поверху проектують із подвійною вертикальною арматурою, яку заводять вище днища силосів на 1000 мм. Ця арматура та зв'язуючі її поперечні стержні (рис. 6.5.7, з) повинні відповідати вимогам ДБН В.2.6-98:2009, які ставляться до армування колон. Пройоми в цих стінах обрамляють подвійною вертикальною і горизонтальною арматурою діаметром 16 мм, яка заходить за контур проїмів не менше, ніж на 50 діаметрів.

Місця з'єднання стін круглих силосів армують додатковими стержнями (рис.6.5.9) з таким же кроком і діаметром, які прийняті для основної горизонтальної арматури. Додаткові стержні заводять у стіни до внутрішнього ряду арматури.

У зовнішніх стінах зірочок силосних корпусів із шаховим розміщенням силосів стержні кільцевої арматури доводяться до арматури внутрішніх кілець силосів, які примикають, з улаштуванням гаків для стержневої арматури класу А240 (рис.6.5.9)



Рис.6.5.9 – Деталь армування вузла примикання зовнішньої стіни зірочки до стіни силоса при шаховому розміщенні силосів у корпусі

Отвори в стінах силосів, які сприймають горизонтальний тиск сипких матеріалів, обрамляють подвійною арматурою діаметром, не менше 10 мм. Крім того, над отвором і під ним встановлюють подвійну горизонтальну арматуру загальною площею перерізу не менше площі перерізу арматури перерізаної отвором. Додаткову арматуру заводять за краї отворів не менше, ніж на 60 діаметрів (+200 мм), але не менше, ніж на $1,5h$, де h – висота отвору.

Суттєве підвищення тріщиностійкості стін силосів досягається попереднім напружуванням горизонтальної робочої арматури. Монолітні окремо розміщені силоси діаметром 12-30 м зводять у ковзній опалубці, але з попереднім напруженням кільцевої арматури, прокладеної зовні або в каналах у товщі стіни. В якості напружуваної арматури застосовують горячекатану арматуру класів А500С...А1000, канати К1400, К1500 (К-7), а також пучки з високоміцного дроту Вр1200...Вр1500 (Вр-II). Залежно від діаметра силосу довжина кожного стержня або пучка становить 1/4...1/8 довжини кола. У монолітних стінах окремо розміщених силосів із одинарним армуванням попередньо напружувана арматура навивається або натягується на зовнішні поверхні стін, або пропускається в стінах у спеціальних каналах і натягується на упори. При розташуванні стержнів або пучків у каналах і механічному їх натягуванні за допомогою гідравлічних домкратів, стержні або пучки арматури можна анкерувати у спеціальних потовщеннях – пілястрах (рис.6.5.10).

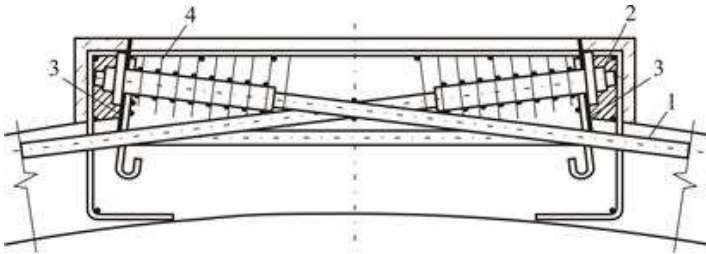


Рис. 6.5.10 – Анкерування на упорах–пілястрах стержневої або пучкової напруженої арматури: 1 – пучки або стержні в каналах; 2 – анкер; 3 – упорні плити; 4 – сітки непрямого армування

Якщо кільцева напружена арматура розташована зовні, то арматурні стержні або канати, що мають на кінцях стержні з різью, анкерують на вертикальних стояках зі сталевих швелерів або за допомогою спеціальних упорів (рис. 6.5.11). Арматура за таких умов захищається від корозії лакофарбовим покриттям. При зведенні в ковзній опалубці квадратних і багатограних силосів у місцях примикання стін (сторін) влаштовують вути, які полегшують виконання робіт. Зовні у місцях примикання внутрішніх стін у кутах необхідно зробити потовщення у вигляді пілястр.

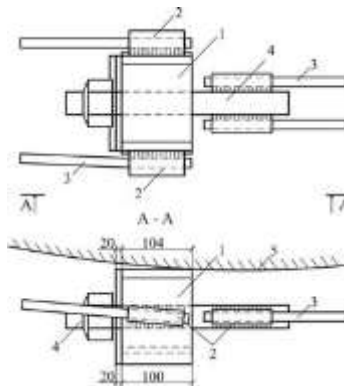


Рис. 6.5.11 – Вузол з’єднання арматурних елементів з арматурних кантів:
1 – упорний блок; 2 – анкерна гільза; 3 – канат; 4 – болт з різью та гайкою;
5 – стінка силоса

Внутрішні стінки монолітних квадратних і багатограних силосів можуть зазнавати двостороннього тиску сипких матеріалів, тому їх армують з обох сторін. При цьому горизонтальну пролітну арматуру стінок заводять за осьові стінки в перпендикулярному напрямку на $1/3 \dots 1/4$ прольоту, забезпечуючи тим самим сприймання на опорах моментів, які за величиною удвічі більші від прольотних. Зовнішні стінки квадратних

силосів у прольоті армують одиничною арматурою, а внутрішні – з урахуванням можливого тиску сипучого матеріалу з двох боків – подвійною. Вути в місцях з'єднання стін силосів армують додатковими стержнями. Схему армування наведено на рис.6.5.12.

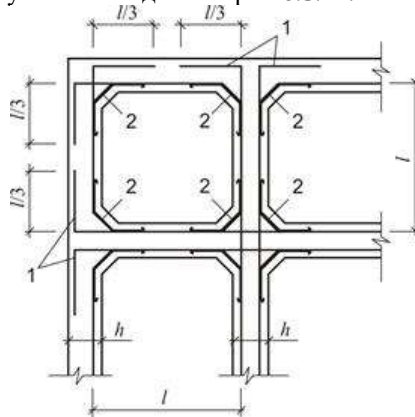


Рис. 6.5.12 – **Схема армування монолітних силосів:**
1 – горизонтальна робоча арматура; 2 – додаткові стержні

Збірні силоси зводять із замкнутих елементів різної форми в плані, але найпоширеніші круглі та квадратні силоси. Для їх виготовлення використовують бетон класу не нижче С20/25.

Збірні стіни силосів проектують із об'ємних, криволінійних або плоских елементів заводського виготовлення. Елементи збірних стін можуть бути ребристими або гладкими. При застосуванні ребристих елементів зменшується витрата матеріалів, знижується вага всієї споруди. Проте виготовляти їх складніше, та й тріщиностійкість у них нижча, ніж у елементів з гладкими стінами. Причому внутрішня поверхня стін і днищ не повинна мати виступаючих горизонтальних ребер і западин. У зв'язку з цим силоси з гладкими стінами застосовують частіше. Рекомендуються виконувати горизонтальну розрізку стін на збірні елементи висотою кратною 600 мм (з урахуванням товщини горизонтальних швів). Збірні елементи, як правило, проектують конструктивною висотою 1180 мм при товщині шва 20 мм. Мінімальну товщину стін збірних елементів, залежно від форми та розмірів силосу, приймають такою: круглі силоси діаметром 3 м – 80 мм; діаметром 6 м – 120 мм; діаметром 12 м – 160 мм; квадратні силоси розміром 3×3 м – 100 мм.

Збірні стіни круглих силосів діаметром 3 м проектують із об'ємних кільцевих елементів (рис. 6.5.13, а), що дозволяє швидко їх монтувати. Для зручності виготовлення, складування і транспортування збірні елементи стін діаметром 6 м виготовляють довжиною у чверть кола, а діаметром 12 м – у чверть або 1/6 кола (рис. 6.5.13, б).

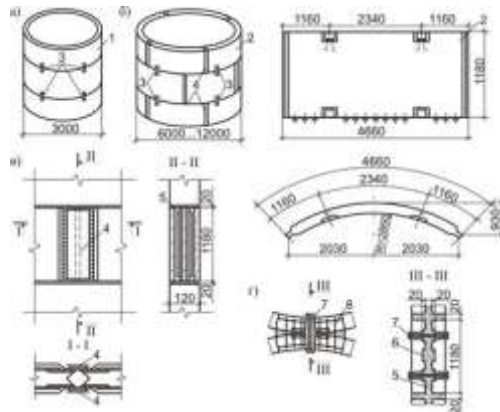


Рис. 6.5.13 – Збірні елементи стін і деталі стиків:

- a* – збірні силоси діаметром 3 м; *б* – збірні силоси діаметром 6...12м;
в – деталь стику; *г* – вузол з'єднання суміжних силосів;
 1 – об'ємний кільцевий елемент; 2 – збірний сегментний елемент;
 3 – зварювання кілець в окремих точках; 4 – стальна накладка;
 5 – цементний розчин; 6 – шпонки; 7 – стяжний болт; 8 – зварна сітка

Монтаж елементів здійснюють, як правило, після складання їх у кільця. Збірні елементи стикують за допомогою з'єднувальних елементів, які приварюють до закладних деталей. Шви між окремими елементами заробляють жорстким цементним розчином (рис. 6.5.13, в). Закладні деталі приварюють до кінців робочої арматури. Існує й інший спосіб з'єднання елементів у кільця. Робочу арматуру випускають за межі торців елементів і з'єднують між собою за допомогою зварювання накладок із арматурних коротяків (рис. 6.5.13, в, I - I). Є спосіб і економічніший за витратами сталі, і технологічніший при виготовленні елементів та їх складанні (рис. 6.5.14).

Зібрані кільця силосу під час монтажу об'єднують на цементному розчині товщиною 20...30 мм і у вертикальному напрямку з'єднують між собою за допомогою зварювання закладних деталей. Суміжні кільця круглих силосів під час будівництва корпусів з'єднують на оцинкованих болтах, а також за допомогою монолітних ділянок із додатковим армуванням (рис. 6.5.13, г).

Найбільшого поширення набули круглі силоси із сегментних елементів. Кожне кільце складають із трьох, чотирьох або шести елементів криволінійного контуру, з'єднаних болтами або зварюванням (рис. 6.5.13, б).

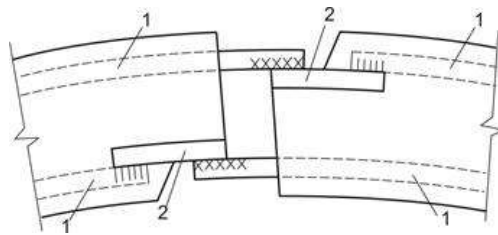


Рис. 6.5.14 – Деталь стикування збірних елементів стінок силосів:
1 – кільцева робоча арматура; 2 – закладна деталь

При складанні кілець великого діаметра (12 м і більше) із криволінійних панелей бажано застосовувати попереднє напруження арматури (рис. 6.5.15). Є два основних способи виготовлення попередньо напружених кілець.

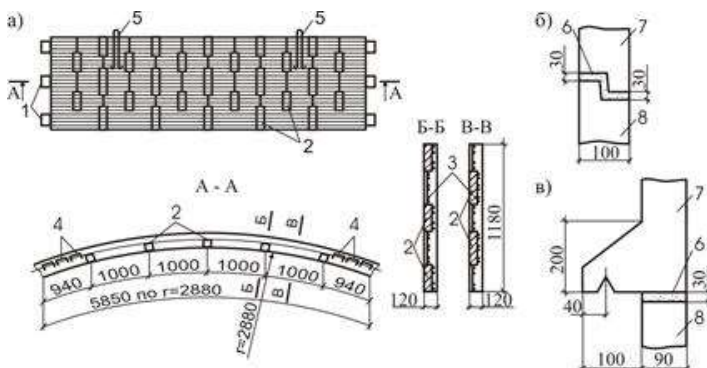


Рис. 6.5.15 – Конструкції збірних попередньо-напружуваних силосів:

- а) криволінійний попередньо-напружуваний елемент при триелементному розрізі кільця; б) деталь стику кілець “у четверть”; в) деталь стику кілець із захистом горизонтального шва; 1 – закладні деталі; 2 – бетонні упори; 3 – попередньо-напружувана арматура; 4 – зварні сітки; 5 – монтажні петлі; 6 – цементний розчин; 7 – кільце верхнього ярусу; 8 – кільце нижнього ярусу

При першому способі кільце з напружених панелей криволінійного контуру обтискують кільцевою напруженою арматурою під час укрупнювального складання. Стержневу напружувану арматуру розміщують у пазах або зовні кільця. Напруження арматури здійснюють механічним або електротермічним способом.

При застосуванні високоміцної дротової або канатної арматури діаметром 6 мм для кілець із залізобетонних сегментів кільцевого контуру

постійного перерізу, напружування (натягування) здійснюється за допомогою арматурно-намотувальної машини АНМ-3,5 на бетонні упори, розташовані по периметру в шаховому порядку. Цим забезпечується центральне обтиснення усіх перерізів елемента. Вертикальне та непряме армування виконують зварними сітками.

За другим способом, раціональнішим, передбачається виготовлення на заводі попередньо напружених криволінійних панелей круглих силосів і плоских – квадратних, які з'єднують під час укрупнювального складання за допомогою зварювання закладних деталей. Горизонтальні стики панелей виконують на цементному розчині “у четверть” (рис. 6.5.15, б) або з горизонтальним розширенням у нижній частині елементів зовнішніх силосів, що утворює карниз, який захищає розташований нижче горизонтальний стик від потрапляння вологи (рис. 6.5.15, в). Панелі в плані з'єднують між собою болтами і стик замоноличують. Силоси такої конструкції споруджують діаметром до 18 м.

Для круглих силосів діаметром 12 м розроблено типову конструкцію, в якій кожне кільце складається із 24 тонкостінних ребристих панелей-оболонок (рис. 6.5.16, б), які обтискуються попередньо напружуваною арматурою, укладеною в пази ребер, панелей.

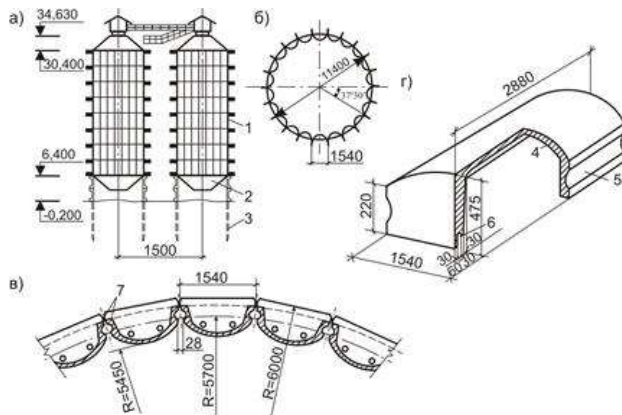


Рис. 6.5.16. Конструктивна схема збірної круглого силосу діаметром 12 м із панелей-оболонок канелюрного типу:

а – розріз; б – план; в – деталь плану; г – панель-оболонка; 1 – попередньо-напружена стінка силосу; 2 – металева воронка; 3 – залізобетонна паля; 4 – стінка панелі-оболонки; 5 – вертикальний паз; 6 – горизонтальний паз для розміщення попередньо напружуваної арматури; 7 – панелі оболонки

Панелі-оболонки канелюрного типу (рис. 6.5.16, г) номінальними розмірами ширини 1,54 м і висоти 3,0 м обернені опуклістю всередину силосу. Стики силосу канелюрного типу від тиску сипучого матеріалу

працюють на стиснення як вертикальні склепіння. Панелі-оболонки мають торцеві ребра, у зовнішніх пазах яких розміщують попередньо-напружену арматуру. Натягування цієї арматури виконують під час укрупненого складання окремих кілець (поперушних царг) на спеціальному стенді, в якому утворюється розпір зсередини стиснутим повітрям. Після натягування арматуру захищають цементним розчином, який наносять способом торкретування.

Стіни прямокутних (квадратних) силосів зі збірного залізобетону можна складати з гладких елементів трьох типорозмірів: просторових блоків у вигляді замкнутих рам, Г-подібних елементів і плоских плит (рис. 6.5.17).

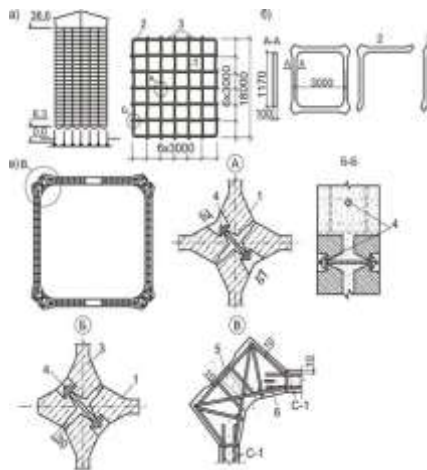


Рис. 6.5.17 – Конструкції збірних силосних корпусів із квадратними в плані силосами: а) схема поперечного розрізу і плану; б) збірні елементи; в) армування об'ємного блоку квадратного силосу з гладкими стінами; 1 – об'ємний блок; 2 – кутовий елемент; 3 – плоска панель; 4 – сполучні болти; 5 – отвори для болтів; 6 – монтажні петлі

На практиці найбільшого поширення набуло компонування квадратних силосів із об'ємних блоків заввишки 1,2 м, які розташовують у плані в шаховому порядку, і з плит, що заповнюють проміжки між об'ємними блоками (рис. 6.5.17)

Блоки з гладкими стінами (рис. 6.5.17, б) прості у виготовленні та відповідають вимогам зберігання будь-яких матеріалів. Їх армують двома плоскими сітками. У кутах встановлюють додаткову арматуру у вигляді окремих стержнів. Об'ємні блоки та плоскі елементи з'єднують між собою болтами з подальшим замоноличуванням швів (рис. 6.5.17, вузли А, Б).

У будівництві застосовують збірні восьмигранні силоси із елементів двох типорозмірів: просторовий блок у вигляді замкнутої рами та плоских ребристих плит (рис.6.5.18). З'єднують збірні елементи болтами. Проте ці конструкції не отримали широкого застосування. Стіни круглих монолітних силосів доводять до фундаментної плити. У підсилосній частині стіни підсилюються пілястрами, на які зверху обпираються воронки (рис. 6.5.19, а).

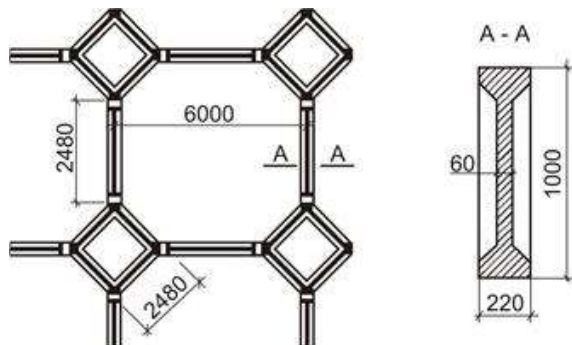


Рис. 6.5.18 Конструктивна схема збірного восьмигранного силосу

Збірні круглі силоси разом із воронками (які також можуть бути збірними) обпирають у підсилосному поверсі на П-подібні рами (рис. 6.5.19, б). Обпирання квадратних силосів вирішується аналогічно.

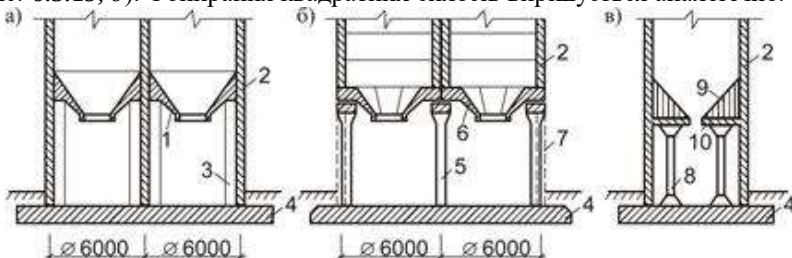


Рис. 6.5.19 – Конструктивні схеми обпирання циліндричних силосів:

- а) монолітних із монолітними воронками; б) збірних із збірними воронками; в) монолітних із плоским днищем; 1 – монолітна воронка; 2 – стінки силосів; 3 – пілястри; 4 – фундаментна плита; 5 – П-подібні рами; 6 – збірна воронка; 7 – огорожувальні конструкції; 8 – колони; 9 – забутовка; 10 – плоске днище

Армування стінок днищ (воронки) силосів виконують аналогічно до армування стінок днищ бункерів.

Подальше вдосконалення конструкцій збірних силосів відбувається у напрямі укрупнення об'ємних елементів, удосконалення їхньої

конструкції, розробки стиків із конструктивним захистом від водопроникнення з метою підвищення їх експлуатаційної надійності та довговічності.

Тема 6.6. Димові труби

6.6.1. Конструкції димових труб

Залізобетонні димові труби довгий час не застосовувалися через високу вартість зведення їх у стаціонарній опалубці і лише з появою ковзної і переставної опалубки стали широко застосовуватися у будівництві.

У порівнянні з цегляними залізобетонні труби мають досить істотні переваги.

Розтягувальні напруження, що виникають у стінках димових цегляних труб у результаті перепаду температури по їхній товщині, призводять до утворення видимих вертикальних тріщин через дуже незначний опір кладки розриву. У залізобетонних трубах горизонтальні кільцеві зусилля сприймаються арматурою і вертикальні тріщини в бетоні мають ширину розкриття до 0,2 мм. Залізобетонні труби значно краще опираються дії сейсмічних сил. Роботи зі зведення цегляних труб досить трудомісткі, вимагають застосування праці кваліфікованих робітників і пов'язані з витратою великої кількості високоякісної цегли. Маса високих цегляних труб перевищує масу залізобетонних приблизно в 2 рази, що збільшує у 1,5...1,8 рази обсяг бетону у фундаменті цієї споруди.

Порівняльна вартість цегляних і залізобетонних димових труб залежить від висоти труби, діаметра устя, температури й агресивності газів, що відводяться, а також властивостей основи. Зі збільшенням висоти ефективність залізобетонних труб зростає. У середньому можна вважати, що вартість труб із монолітного залізобетону стає нижчою від вартості цегляних, починаючи з висоти 70...80 м.

Значним кроком у розвитку залізобетонного трубобудування стало застосування жаростійкого бетону, що дозволило або зовсім відмовитися від футерування, або полегшити його. Ця обставина, а також зменшення щільності жаростійкого бетону при виготовленні його на керамзиті дали можливість знайти більш ефективні конструктивні рішення для збірних труб.

Залізобетонні димові труби застосовують для відводу газів від теплових електростанцій і заводів, а також від різних теплових агрегатів заводів чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості тощо.

Температура газів, що відводяться, і ступінь їхньої агресивності до бетону змінюються у широких межах залежно від призначення агрегату, що обслуговується димовою трубою, складу палива, що спалюється, і наявності або відсутності обладнання для очищення газів.

Гранична температура газів, при якій застосовуються труби зі звичайного бетону, що мають футерування і теплоізоляцію, 500°C; при цьому температура на внутрішній поверхні бетону не повинна перевищувати 200°C. Температура на внутрішній поверхні жаростійкого бетону може досягати 700°C.

Висота димових труб встановлюється теплотехнічним розрахунком з урахуванням необхідності відводу шкідливих газів на досить велику відстань. У зв'язку зі збільшенням потужності теплових агрегатів висота труб зростає. Розроблені проекти залізобетонних труб висотою до 320 м.

Конструктивними елементами залізобетонних димових труб є стовбур, футерування і теплоізоляція, фундамент, перекриття над зольником. Кожна труба обладнується зовнішніми сходами та блискавкозахистом. Усі димові труби, що за своїм розташуванням і висотою є перешкодою для повітряних сполучень, обладнуються світлофорними площадками.

Футерування служить для захисту залізобетонного стовбура труби від дії на нього газів, що мають високу температуру та містять у ряді випадків агресивні компоненти. Футерування робиться із глиняної або шамотної цегли або з жаростійких бетонних блоків. Між футеруванням і стовбуром зазвичай залишають повітряний прошарок товщиною 30...50 мм, який залежно від температури газів, що відводяться, заповнюється теплоізоляційним матеріалом (на всю або на частину висоти труби) або залишається незаповненим. Як теплоізоляційний матеріал застосовують мінераловатні мати, напівжорсткі плити або діатомову цеглу.

Способи захисту залізобетонного стовбура від агресивного впливу газів, що відводяться, суттєво залежать від температури цих газів. За температури понад 100...120°C і відсутності мокрого очищення газів конденсація парів води, що утримуються в них, і кислот на стінках стовбура усередині труби не відбувається. У цих випадках захист стовбура зсередини зазвичай забезпечується футеруванням зі звичайної або кислотостійкої глиняної цегли. Однак вихідні гази, стикаючись із зовнішнім повітрям, частково конденсуються на зовнішній поверхні верхньої частини труби (голівки). Для захисту голівки встановлюється ковпак, який залежно від ступеню агресивності газів виконують або з залізобетонних плит із покриттям кислотостійким лаком, або з чавунних плит.

При мокрому очищенні агресивних димових газів і зниженні їхньої температури нижче 100°C пара, яка утримується в них, конденсується усередині труби і кислоти, що утворюються, проникають через футерування до залізобетонного стовбура. У цьому випадку, незважаючи на значне зниження концентрації агресивних компонентів у газах в результаті їх очищення, їхня корозійна дія на стовбур труби виявляється досить сильно. Проникання рідких кислот через футерування до стовбура труби

пояснюється пористістю футерування, особливо у швах, і волосяними тріщинами, що утворюються у результаті розтягувальних напружень, які виникають у футеруванні від дії температури та від коливань стовбура при вітровому навантаженні.

У зазначених умовах значного агресивного впливу на залізобетонний стовбур газів, що відводяться, із температурою 80...120°C знаходяться димові труби теплових агрегатів заводів хімічної промисловості, кольорової металургії тощо. Для запобігання корозії стовбура на його внутрішній поверхні влаштовується антикорозійне покриття. Як таке покриття застосовують лак № 411, який наносять у три шари, мастику бітуміноль загальною товщиною 8...12 мм або обклеювання поліізобутиленом.

У практиці будівництва знайшли також застосування залізобетонні труби з вентиляльованим прошарком.

6.6.2. Монолітні труби

Монолітні труби, до яких відноситься більшість залізобетонних труб, мають циліндричну або конічну форму (рис. 6.6.1) при мінімальному діаметрі вихідного отвору 3,6 м.

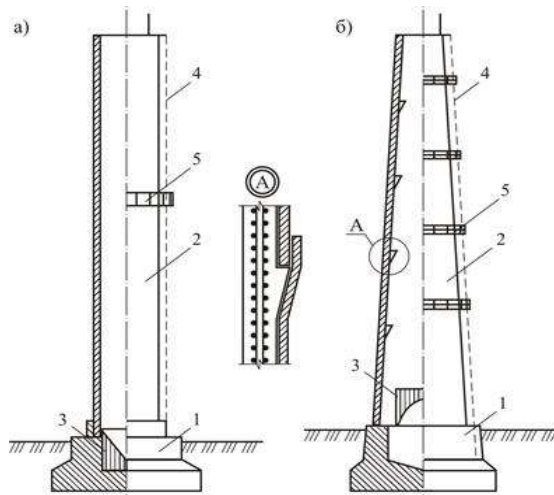


Рис. 6.6.1 – Схеми димових труб:

- а – монолітна залізобетонна циліндрична труба з вогнестійкого бетону;
- б – монолітна конічна труба зі звичайного бетону з футеровкою;
- 1 – фундамент; 2 – стовбур; 3 – отвір для димоходу; 4 – металева драбина; 5 – світлофорний майданчик

Циліндричні труби зводяться у ковзній опалубці, що дає можливість виконувати безперервне бетонування зі швидкістю до 150...200 мм стіни за

годину. Товщина стінок таких труб з умови технології виконання робіт є постійною по всій висоті. Ковзка опалубка складається із: 1) внутрішньої і зовнішньої стінок висотою 1,1...1,2 м, обшивання яких виконується з дощок товщиною не менш 22 мм або зі сталі товщиною не менш 1,5 мм; 2) сталевих домкратних рам, встановлених у радіальних площинах, до яких прикріплюються стінки і які складаються із двох вертикальних стійок і ригеля; 3) робочої площадки; 4) підвісного риштування. Підйом ковзної опалубки здійснюється на домкратних стержнях за допомогою домкратів. При невеликому числі домкратів застосовуються ручні гвинтові домкрати. Домкрати спираються на стержні за допомогою затискних пристроїв. Робоча площадка дерев'яна і складається із дощатого настилу, що спирається на балки, балки прольотом понад 3,5 м, у свою чергу, спираються на прогони. Для обпирання балок і прогонів на стінку опалубки служать кружала зі спеціальними кріпленнями. До кружал зовнішньої стінки кріпляться підвісні підмості.

Конічні труби зводяться у переставній інвентарній опалубці, що дозволяє змінювати товщину стінки стовбура, а також її ухил по висоті труби. Ця опалубка, що спирається на шахтний підйомник, складається з внутрішньої і зовнішньої стінок, робочої площадки, зовнішніх і внутрішніх підвісних підмостей та опорної горизонтальної рами (рис. 6.6.2). Підйом опалубки здійснюється за допомогою спеціальної піднімальної головки.

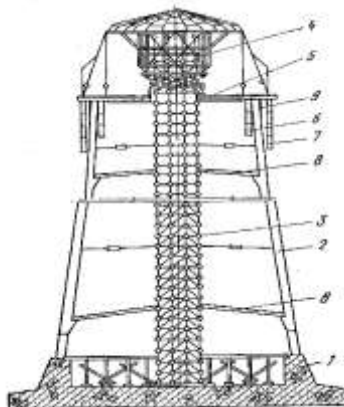


Рис. 6.6.2 – Шахтний підйомник для зведення труби:

1 – фундамент; 2 – стовбур труби; 3 – шахтний підйомник; 4 – підйомна головка вантажопідйомністю 50 т; 5 – робоча площадка; 6 – внутрішні підвісні риштування; 7 – зовнішні підвісні риштування; 8 – захисне перекриття; 9 – зовнішня опалубка

Встановлений у центрі труби шахтний підйомник розкріплюється гнучкими сталевими зв'язками до стінок стовбура труби, для чого в останні зашпаровуються скоби.

Зовнішня стінка опалубки складається із прямокутних і трапецієподібних панелей з 2-мм листової сталі висотою 2700 і шириною 850 мм, облямованих по вертикальних краях кутиками. Суміжні панелі з'єднуються болтами. Трапецієподібні панелі служать для створення конусності та розташовуються рівномірно по колу.

Внутрішня стінка опалубки складається із прямокутних щитів такої ж товщини, розміром 550×1250 мм із привареними до них трьома вертикальними планками та чотирма рядами скоб (рис. 6.6.3). У скоби при установці щитів закладаються розпірні кільця із круглої сталі діаметром 14...16 мм. По висоті стовбура щити внутрішньої стінки встановлюють у два ряди. Висота консолей стовбура, що служать опорами для футерування, за технологічними вимогами робиться рівною висоті щитів внутрішньої стінки (1250 мм).

Конічні монолітні залізобетонні димові труби мають велику жорсткість, меншу витрату бетону та меншу масу стовбура, а також кращий зовнішній вигляд у порівнянні з циліндричними. Недоліки конічних труб: більш складна конструкція опалубки, велика трудомісткість і тривалість робіт зі зведення стовбура.

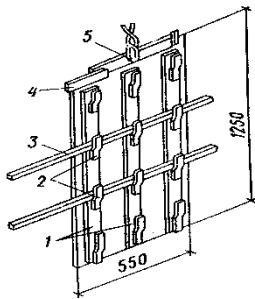


Рис. 6.6.3. Щит внутрішньої опалубки:

1 – вертикальна планка; 2 – скоби; 3 – розпірні стержні; 4 – з'єднувальна планка; 5 – кільце для підвішування щита

Незважаючи на перевитрату бетону, застосування циліндричних труб малих і середніх діаметрів висотою до 50...60 м виявляється зазвичай ефективним завдяки меншій вартості та більшій швидкості їхнього зведення.

Цікаво навести характеристику конструкції труби висотою 320 м, запроектованої Теплопроектм, для відводу газів з температурою 200°C. Внутрішній діаметр устя труби 9,6 м. До стовбура безпосередньо примикає теплоізоляція товщиною 50 мм з облицюванням із червоної цегли товщиною 120 мм; футерування (з кислототривкої цегли товщиною 230 мм (1 цегла). Між футеруванням і облицюванням запроектований вентиляований прошарок розміром від 50 мм угорі труби до 400 мм унизу,

у який подається повітря під тиском, що перевищує тиск газів у трубі. Ухил зовнішньої грані труби прийнятий постійним, рівним 2,36%. Товщина залізобетонної стінки стовбура змінюється від 220 мм угорі до 850 мм унизу труби. Зовнішній діаметр труби вгорі 10,84 м, унизу – 26 м.

У деяких випадках застосовуються димові труби з залізобетонною оболонкою і розташованими в ній внутрішніми металевими стовбурами – газоходами. Діаметр цих стовбурів може змінюватися від 3 до 10 м; горизонтальними опорами для них служать металеві площадки, розташовані через 30...50 м по висоті труби, які спираються на залізобетонну оболонку.

6.6.3. Збірні труби

Стовбур збірних труб доцільно монтувати з окремих залізобетонних царг, що з'єднуються по висоті труби за допомогою арматури (ненапруженої або напруженої). Діаметр царг, виготовлених на заводі, за умовам транспортування не повинен перевищувати 3...3,5 м. При більшому діаметрі (до 5...6 м) царги повинні виготовлятися безпосередньо на будівельному майданчику. Застосування замість царг окремих блоків, що з'єднуються один з одним у вертикальних і горизонтальних площинах, є менш доцільним по відношенню як до монтажу, так і до конструкції стінки стовбура (наявність вертикальних швів при дії горизонтальних розтягувальних зусиль).

Збірні труби мають циліндричну форму. Висота їх може доходити до 60 м.

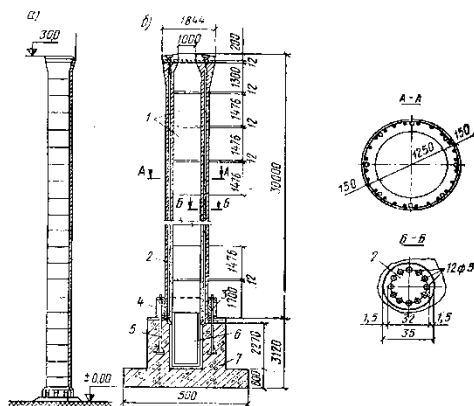


Рис. 6.6.4 – Збірна попередньо напружена циліндрична димова труба з жаростійких залізобетонних царг: *a* – загальний вигляд; *б* – вертикальний розріз; 1 – жаростійкі залізобетонні царги; 2 – пучки з 12-ти дрітників діаметром 5 мм; 3 – сталевий опорний стакан; 4 – ребра жорсткості; 5 – анкерні болти; 6 – отвір для відводу газів; 7 – фундамент

Монтаж стовбура труби з окремих царг, що з'єднуються за допомогою напружуваної арматури, може виконуватися двома способами.

При першому способі стовбур збирають у вертикальному положенні. Стержнева арматура по висоті труби натягується за допомогою нарізних муфт (рис. 6.6.5).

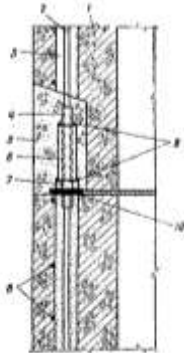


Рис. 6.6.5. Деталь стику попередньо напруженої стержневої арматури: 1 – стінка залізобетонної царги; 2 – стержень поздовжньої попередньо напруженої арматури; 3 – канал, заповнений цементним розчином або тістом шляхом нагнітання; 4 – нарізна частина стержня (приварюється до стержня); 5 – ніша, що заповнюється бетоном або розчином; 6 – нарізна муфта; 7 – гайка-фіксатор; 8 – кільцева арматура; 9 – зварювання; 10 – сталевая шайба

Після натягу арматури та приварки кінців муфт, ніші, у яких вони розташовані, заповнюють дрібнозернистим бетоном, а у канали нагнітають цементний розчин.

При другому способі стовбур збирають у горизонтальному положенні внизу, біля місця монтажу труби. Царги з'єднують шляхом натягу домкратом дрової арматури (у вигляді пучків або 7-дротових канатів), що укладається в каналах на всю висоту труби. Після закінчення натягу в канали нагнітають цементний розчин.

Підйом стовбура та установка його в робоче положення можуть бути виконані за допомогою двох щогл або самохідного стрілового крана. На рис. 6.6.4 показана схема труби зі збірним попередньо напруженим стовбуром, що був зведений таким способом. Висота царг у цій трубі (1,5 м) занадто мала; доцільно було б збільшити її до 3...4 м.

При застосуванні ненапружуваної арматури трубу монтують у вертикальному положенні; царги стикають, як показано на рис. 6.6.

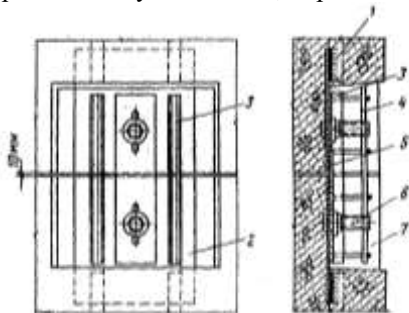


Рис. 6.6.6 – Деталь стику поздовжньої арматури труб із збірних залізобетонних царг:

- 1 – поздовжня арматура;
- 2 – сталевая косинка;
- 3 – арматурний стержень, який приварюють до косинки;
- 4 – арматурна сітка;
- 5 – монтажная планка;
- 6 – монтажний болт;
- 7 – ніша

Тема 6.7. Опори ліній електропередач

6.7.1. Конструкції опор

Економічна ефективність залізобетонних опор для ліній напругою до 500 кВ вища, ніж сталевих і дерев'яних. Порівняно зі сталевими опорами вони мають вищі експлуатаційні якості, меншу витрату сталі, меншу будівельну вартість; трудомісткість монтажних робіт (з урахуванням влаштування фундаментів) також нижча.

Експлуатаційними перевагами залізобетонних опор є їхня довговічність і відсутність витрат на експлуатацію за весь період служби. Сталеві опори вимагають періодичного (через кожні 3...5 років) фарбування з метою запобігання їхньої корозії. Витрати на фарбування за 30-літній термін експлуатації у низці випадків перевищують будівельну вартість опор.

З кінця 60-х років минулого століття стали застосовувати гальванічно оцинковані сталеві опори, що мають високу корозійну стійкість.

Економічна ефективність залізобетонних опор зменшується із підвищенням напруги лінії, вони застосовуються для ліній електропередачі напругою до 500 кВ, а тому є найбільш поширеними в містах і населених пунктах.

За даними проектних організацій будівельна вартість залізобетонних опор, включаючи монтажні роботи, нижча від вартості гальванічно оцинкованих сталевих опор для ЛЕП напругою 330 кВ на 9% і для ЛЕП напругою 500 кВ – на 5%. Зменшення витрати сталі складає при цьому відповідно 70 і 50%.

Уперше попередньо напружені залізобетонні опори були зведені французькими інженерами в Алжирі. Ці опори, що працюють у важких кліматичних умовах, успішно експлуатуються вже понад 50 років.

Дерев'яні опори є найдешевшими, але через невисокі експлуатаційні якості застосовуються в основному в районах, багатих лісом, і тільки для ліній напругою не вище 220 кВ.

Найбільш розповсюдженим типом залізобетонної опори є одностійкова опора, що складається зі стійки, до якої прикріплюються металеві оцинковані траверси для підвіски дротів і тросостійки.

Передача на основу діючих на одностійкову опору зусиль здійснюється відповідним заглибленням її в ґрунт; при недостатньо міцних ґрунтах фундаментна частина стійки може бути підсилена одним або двома залізобетонними ригелями (рис. 6.7.1, б). Опори цього типу застосовуються для ліній напругою не вище 220 кВ.

Для ліній напругою 330 і 500 кВ застосовують порталні опори, що складаються із двох стійок, об'єднаних із залізобетонною траверсою в рамну конструкцію, і двох тросостійок (рис. 6.7.2, а). Портальні опори у

випадку економічної доцільності можуть застосовуватися також для ліній напругою від 35 до 220 кВ.

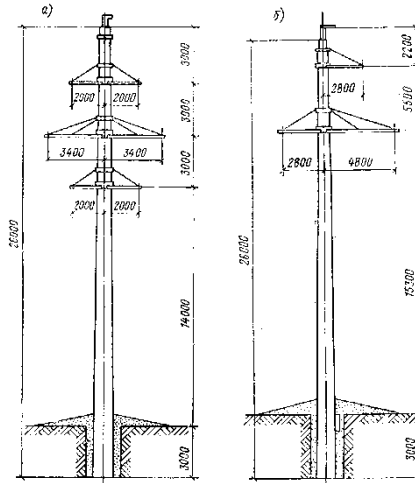


Рис. 6.7.1 – Проміжні одностійкові опори ЛЕП:

a – дволанцюгова 110 кВ; *б* – одноланцюгова 220 кВ

При великих зусиллях, що діють на опору, вона підкріплюється відтяжками (рис. 6.7.2, *б* і 6.7.3).

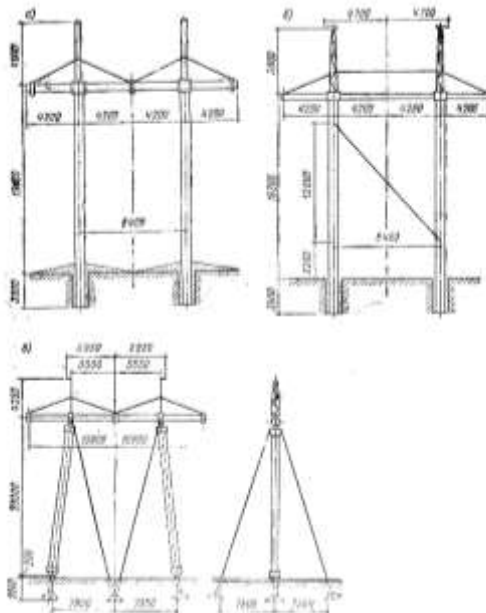


Рис. 6.7.2 – Проміжні порталні одноланцюгові опори ЛЕП:

a – 330 кВ;

б – 330 кВ з внутрішніми зв'язками;

в – 500 кВ на відтяжках

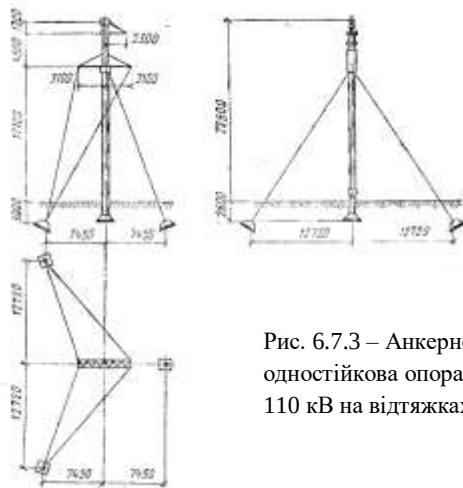


Рис. 6.7.3 – Анкерно-кутова
одностійкова опора ЛЕП
110 кВ на відтяжках

Для ЛЕП 330 кВ можуть застосовуватися порталні опори з внутрішніми зв'язками (рис. 6.7.2, б). При несприятливих ґрунтових умовах і значних зусиллях порталні опори можуть встановлюватися на фундаменти, що являють собою самостійну конструкцію.

Розташування дротів на опорі може бути симетричним (рис. 6.7.1, а, 6.7.2) і несиметричним (рис. 6.7.1, б). У більшості випадків застосовують сталесаломінієвий дріт. На ЛЕП напругою 110 кВ і вище обов'язково встановлюють грозозахисний трос.

Опори ЛЕП за характером роботи поділяються на проміжні (біля 80...90% від загальної кількості) та анкерні, які встановлюють по трасі на визначених відстанях і поділяють лінію на анкерні ділянки.

Для проміжних прямих опор відтяжки застосовуються на лініях напругою 500 кВ. Доцільність застосування відтяжок для цих опор на лініях напругою 220 і 330 кВ залежить від значення діючих на опору навантажень і рішення про їх встановлення приймають у кожному конкретному випадку.

Вибір між одностійковою і порталною опорою на ЛЕП напругою від 35 до 220 кВ робиться у кожному випадку залежно від висоти опори, значення діючих на опору навантажень, умов виготовлення і монтажу та інших факторів.

Висоту опори та прольоти ліній приймають залежно від напруги ЛЕП; величини тяжіння, діаметра, кількості та розташування дротів; допустимої стріли прогину дротів і необхідної відстані до землі; навантаження від вітру й ожеледі у районі будівництва лінії. При цьому враховують економічні фактори, умови виготовлення і монтажу опор.

Повна висота типових опор, включаючи фундаментну частину та тросостійку, для ліній електропередач напругою від 1 до 10 кВ складає 10,5...15 м, напругою 35 і 110 кВ – 14...25 м, напругою 330 і 500 кВ – 26...30 м.

Прольоти ліній напругою 35 і 110 кВ – у межах 150...375 м, ліній напругою від 220 до 500 кВ – у межах 340...450 м.

У місцях переходу ЛЕП через залізницю, ріку тощо установлюються перехідні опори, що можуть мати значно більшу висоту – до 100 і 200 м, а в окремих випадках і більше.

Перехідні опори великої висоти являють собою сталеву гальванічно оцинковану конструкцію. Зводити їх із залізобетону недоцільно, тому що при великій висоті та значних діючих на опору зусиллях вони складалися б з окремих блоків, що з'єднуються попередньо напруженою арматурою, що натягується на місці установки опор. Там же виконувалося б нагнітання цементного розчину в канали блоків. Така організація робіт на трасі ЛЕП недоцільна.

При проектуванні конструкцій залізобетонних опор ЛЕП, що мають значну гнучкість, необхідно враховувати особливості їхньої роботи. Основним навантаженням для більшості опор є вітер. У цих умовах істотне значення має динамічний характер вітрового навантаження.

У стійках із ненапруженою арматурою динамічний характер цього знакозмінного та багаторазово повторюваного навантаження призводить до поступового розширення наявних волосяних тріщин і до розвитку при несприятливих атмосферних умовах корозії арматури. Це явище було встановлене обстеженнями опор ЛЕП, що знаходилися в експлуатації кілька років. У нижній частині стійки утворення тріщин може викликати також корозію бетону.

Іншим недоліком стійок із ненапруженою арматурою є значний прогин від горизонтального навантаження. Цей прогин, збільшений у результаті повороту стійки в ґрунті, призводить до виникнення досить значних додаткових згинальних моментів від вертикального навантаження. Проміжні одностійкові опори без відтяжок із несиметричним розташуванням дротів мають при ненапруженій арматурі значний прогин. Прогин збільшується у результаті дії згинального моменту, створеного довготривалим навантаженням від ваги дротів, гірлянд і траверс, і призводить до збільшення додаткового моменту від усіх вертикальних навантажень. Крім того, у стійках з ненапруженою арматурою можуть з'явитися тріщини при транспортуванні та монтажі.

Завдяки тому, що попередньо напружені опори в експлуатаційних умовах працюють без тріщин, вони мають високу корозійну та морозостійкість. Вони значно довговічніші, ніж опори з ненапруженою арматурою.

6.7.2. Особливості опор різних типів і області їхнього застосування

Найбільш розповсюдженими формами поперечного перерізу стійок є кільцевий, двотавровий і пустотілий прямокутний. У практиці будівництва перевага надається стійкам кільцевого перерізу. Гратчасті та тригранні стійки у зв'язку з тими або іншими властивими їм недоліками не знайшли поширення. Іноді застосовуються двовіткові стійки.

Кожна із зазначених форм перерізу має свої переваги та недоліки, тому при порівняльній оцінці треба враховувати повну вартість опори, витрату матеріалів, технологічність виготовлення і монтажу, зручність транспортування і витрати, пов'язані з технологією виготовлення опор.

При порівняльній оцінці опор ЛЕП необхідно враховувати особливості їхньої роботи. Крім вітрового навантаження, що діє перпендикулярно до напрямку траси, на опори може діяти горизонтальне зусилля уздовж траси, що виникає при однобічному обриві дротів. Це зусилля залежить від способу кріплення дротів (у глухих затискачах, у затискачах із обмеженою міцністю заземлення, на штирьових ізоляторах) і від величини їхньої ваги. Воно викликає в стійці вигин у площині траси та кручення.

Співвідношення між згинальними моментами у площині траси та у перпендикулярній площині, а також крутний момент змінюються у досить широких межах.

Для можливості порівняльної оцінки розглянемо особливості окремих типів стійок.

Стійки кільцевого перерізу з рівномірно розподіленою по колу поздовжньою арматурою мають однаковий момент інерції відносно будь-якої осі, що проходить через центр ваги перерізу. Крім того, ці стійки у порівнянні зі стійками інших перерізів відносно краще сприймають крутний момент. У них немає виступаючих кутів, які часто пошкоджуються при транспортуванні та монтажі стійок. Обтічна форма стійок зменшує зусилля від вітрового навантаження.

Ці особливості стійок кільцевого перерізу роблять доцільним їхнє застосування при порівняно близьких значеннях згинальних моментів у перпендикулярній до напрямку траси й у поздовжній площині, а також при відносно великому крутному моменті.

Для одностійкових опор застосовуються конічні стійки; для порталних опор можуть застосовуватися конічні та циліндричні стійки.

Стійки кільцевого перерізу виготовляються на центрифугах, що випускаються промисловістю. Центрифуги дозволяють формувати на них конічні стійки довжиною до 26 м.

Пустотілі стійки з круглою порожниною можуть виготовлятися також вібруванням із привантаженням на віброплощадках. Зовнішня

поверхня стійки робиться в цьому випадку шести- або восьмигранною. Довжина суцільної стійки може досягати 24 м.

Натягують поздовжню арматуру попередньо напружених суцільних стійок при обох методах їхнього виготовлення на форму. При відсутності стаціонарного формувального устаткування стійки можуть виготовлятися на стенді за допомогою переносних вібраторів; у цьому випадку натяг арматури може здійснюватися як на упори стенда, так і на форми.

Пустотілі стійки прямокутного перерізу мають перевагу у порівнянні зі стійками кільцевого перерізу при досить великій різниці значень згинальних моментів, що діють у двох взаємно перпендикулярних площинах. За умовами виготовлення і транспортування стійки повинні проєктуватися із закругленнями внутрішніх і зовнішніх кутів. Стійки одностійкових опор виготовляють по висоті з ухилом.

Стійки виготовляють способом вібруванням з привантаженням на віброплощадках, а за їх відсутності – за допомогою переносних вібраторів на стенді; натяг арматури – на форму або на упори стенда.

Порівняльна ефективність стійок кільцевого та пустотілого прямокутного перерізу в кожному конкретному випадку залежить від співвідношення значень згинальних моментів, наявного формувального устаткування та умов виготовлення опор.

Стійки двотаврового перерізу (рис. 6.7.4) мають один із головних моментів інерції значно більший від іншого.

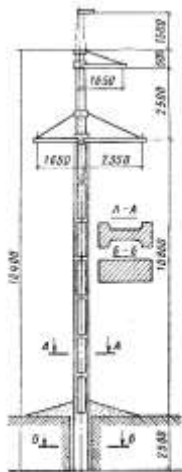


Рис. 6.7.4 – Проміжні одностійкові одноланцюгові опори ЛЕП 35 кВ зі стійкою двотаврового перерізу

Тому їх доцільно застосовувати для опор, у яких згинальний момент, що діє у площині траси, малий, а саме для прямих проміжних опор тих ліній електропередачі, де дрід кріпиться на штирьових ізоляторах. Такі ізолятори застосовуються на лініях напругою не вище

35 кВ у слабозазначених районах. Для проміжних кутових і всіх анкерних опор цих ліній двотаврові стійки повинні мати відтяжки.

Для забезпечення надійної роботи на кручення двотаврові стійки повинні мати по висоті горизонтальні діафрагми.

Методи виготовлення стійок двотаврового перерізу та натягу арматури аналогічні як для пустотілих стійок прямокутного перерізу.

При транспортуванні двотаврових стійок часто ушкоджуються кути.

Зупинимося на порівнянні стійок суцільних зі стійками з окремих блоків, що збираються на місці їхньої установки.

Основна перевага суцільних стійок – у значному спрощенні та полегшенні їхнього монтажу, зниженні трудомісткості робіт, що в умовах будівництва ліній електропередачі великої довжини є визначальним. З'єднання блоків між собою за допомогою арматури, що напружується, у вигляді пучків або стержнів і наступне заповнення каналів розчином значно ускладнюють організацію монтажних робіт на трасі. Стики інших типів виконуються простіше, але вони знижують міцність опори та збільшують її деформативність, а також вимагають додаткової витрати матеріалів. Крім того, укрупнювальне складання на трасі ускладнюється в зимових умовах.

Для виготовлення окремих блоків довжиною до 6...7,5 м хоча й може бути застосоване простіше устаткування, але число елементів збільшується у кілька разів.

Довжина суцільних стійок лімітується умовами їхнього транспортування. Зазвичай вона не повинна перевищувати 25...26 м.

Складені стійки з блоків, що збираються на місці установки, доцільно застосовувати лише в тих випадках, коли перевезення суцільних стійок утруднене через відсутність доріг чи устаткування, необхідного для виготовлення суцільних стійок. З'єднання блоків здійснюється за допомогою фланцевого стику або зварюванням циліндричних сталевих петель. Стійки довжиною меншою за 24...26 м із блоків, що з'єднуються напруженою арматурою на місці їхнього виготовлення, можуть знайти застосування тільки при загальному невеликому числі опор.

6.7.3. Розрахунок і конструкція опор

Навантаження. Основним навантаженням для прямих проміжних опор ЛЕП при нормальному експлуатаційному режимі (при необірваних дротах і тросах) є вітер, що діє перпендикулярно до напрямку траси на дроти, троси та конструкцію опори. Вертикальне навантаження на опори складається із ваги опори, дротів з гірляндами ізоляторів і тросів та ожеледі на дротах і тросах.

Усі кутові, а також кінцеві анкерні опори розраховуються при нормальному режимі, крім того, на навантаження від ваги дротів. Останнє діє на кінцеві опори по напрямку траси, а на кутові – по бісектрисі

внутрішнього кута повороту траси; по цьому ж напрямку приймається і дія вітру на кутові опори.

Анкерні прямі опори при нормальному режимі можуть працювати на зусилля від різниці ваги дротів у сусідніх прольотах.

При аварійному режимі враховується обрив дротів або тросів.

Крім того, опори перевіряються на навантаження, що виникають у транспортних і монтажних умовах (монтаж опор, дротів і тросів).

Сполучення окремих факторів, що враховуються при розрахунках конструкцій у різних режимах роботи (вітер, ожеледь, кількість обірваних дротів тощо), визначаються відповідно до вказівок “Правил влаштування електроустановок”.

Вітрове навантаження на опору ЛЕП визначаються як сума статичної і динамічної складових. Статична складова викликана сталим швидкісним напором, а динамічна – пульсаціями швидкісного напору.

Нормативне значення статичної складової вітрового навантаження q_n^c визначається за формулою

$$q_n^c = q_c k c, \quad (6.7.1)$$

де q_c – нормативний швидкісний тиск вітру на висоті 10 м над поверхнею землі; k – коефіцієнт, що враховує зміну швидкісного тиску по висоті; c – аеродинамічний коефіцієнт.

Значення швидкісного тиску вітру на висоті 10 м, коефіцієнта, що враховує його зміну по висоті, та аеродинамічного коефіцієнта (як для стійки опори, так і для дротів і тросів) наведені в ДБН “Навантаження і впливи”.

Нормативне значення динамічної складової вітрового навантаження q_n^d , що повинна враховуватися при розрахунку стійки опори, визначається за формулою

$$q_n^d = q_n^c \chi v \xi m, \quad (6.7.2)$$

де q_n^c визначають за формулою (6.7.1) на рівні верху опори; χ, v, ξ, m – коефіцієнти, значення яких наведені в ДБН “Навантаження і впливи”.

Коефіцієнт надійності щодо вітрового навантаження на опори ЛЕП приймається рівним 1,3.

Розрахунок залізобетонних опор ЛЕП на резонанс не виконують.

Навантаження від ожеледиці на опору визначають за формулами і даними, що наведені у ДБН “Навантаження і впливи”.

При проектуванні ЛЕП висоту опор і відстань між ними приймають з урахуванням стріли прогину дротів і нормованої відстані від дротів до землі в припущенні установки опор на ідеально рівній місцевості. Відстань

між опорами називається габаритним прольотом l_2 . При різній висоті установки опор на них з кожної сторони передається вага дротів і тросів на ділянці від точки підвісу до нижчої точки в прольоті. Сума таких ділянок із двох сторін опори називається ваговим прольотом $l_{ваг}$. Вітровим прольотом $l_{віпр}$ називається півсума фактичних прольотів, що примикають до опори. При проектуванні проміжних опор, не прив'язаних до конкретних умов їхньої установки, рекомендується приймати $l_{ваг} = 1,25l_2$, $l_{віпр} = l_2$.

Величини ваги дротів і тросів, а також зусилля, що передаються при їхньому обриві на опорі при різних способах кріплення, зазначені у “Правилах влаштування електроустановок”. Зусилля, що передається на проміжну опору при обриві дроту, підвішеного у випускаючих затискачах, складає 6000...9000 Н.

Розрахунок і конструювання опор. Розрахункова схема опори приймається відповідно до її конструкції: одностійкові опори без відтяжок розраховуються, як консольні, забиті в ґрунт; порталні опори розраховуються як забиті в ґрунті рами в припущенні жорсткого зв'язку стійок із траверсою при монолітному стику між ними і у припущенні шарнірного з'єднання – при болтовому стику. З'єднання одностійкових і порталних опор на відтяжках з фундаментами – шарнірне.

При великій гнучкості опор вертикальне навантаження створює додатковий згинальний момент, що виникає унаслідок вигину стійки від горизонтальних і несиметрично прикладених вертикальних навантажень і повороту її в ґрунті. Тому зусилля, що діють в одностійкових і порталних опорах без відтяжок при нормальному експлуатаційному режимі, повинні визначатися з урахуванням зазначеного додаткового моменту, тобто за деформованою схемою. Цей момент у місці защемлення стійки в ґрунті дорівнює сумі добутків усіх діючих на стійку вертикальних сил на значення прогинів стійки в рівнях їхнього розташування. На схемі стійки, показаної на рис. 6.7.5, додатковий згинальний момент дорівнює $P_1 f_1 + P_2 f_2 + P_3 f_3$, що складає зазвичай близько 15% від загального моменту.

Прогини в рівнях прикладання вертикальних сил визначаються як сума прогинів від усіх горизонтальних сил і згинальних моментів, викликаних несиметрично прикладеними вертикальними навантаженнями, і переміщення, викликаного поворотом опори в ґрунті.

При розрахунку перерізу позакентровано стиснутої стійки за першою групою граничних станів жорсткість її при визначенні прогинів повинна визначатися з урахуванням наявності тріщин у розтягнутій зоні бетону на стадії руйнування.

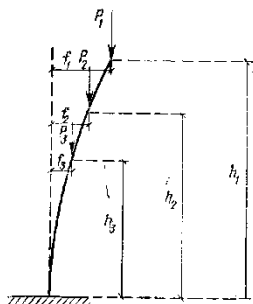


Рис. 6.7.5 – До розрахунку стійки за деформованою схемою

При розрахунку на утворення тріщин жорсткість стійки визначається з урахуванням роботи бетону в стиснутій і розтягнутій зонах.

Для конічних стійок треба враховувати зміну їхньої жорсткості по висоті внаслідок зменшення діаметра та товщини стінки.

Формули для визначення прогинів і згинальних моментів у різних перерізах по висоті стійки та допоміжні таблиці для визначення коефіцієнтів, що входять у ці формули, наведені в посібниках з проектування опор ЛЕП. Там же є приклади розрахунку одностійкової і порталної опор.

Розрахунок стійок за деформованою схемою при аварійному режимі не виконують, тому що кінець їх не може вільно прогинатися, оскільки він з'єднаний із сусідніми опорами, що залишилися з необірваними дротами і тросом.

Прогин проміжних опор нормами не обмежується.

Попередньо напружені опори ЛЕП з урахуванням зазначеного характеру діючого на них вертикального навантаження повинні розраховуватися при нормальному експлуатаційному режимі на утворення тріщин незалежно від того, чи застосовано для армування високоміцний холоднотягнутий дріт чи гарячекатану сталь (при аварійному режимі розрахунок на утворення тріщин не виконують).

Перерізи попередньо напружених стійок на утворення тріщин найпростіше розраховувати за методом ядрових моментів, тобто на основі відомої формули

$$M_r \leq f_{ctk} W_{pl} - M. \quad (6.7.4)$$

Для кільцевих перерізів

$$M = N(e_0 - r_y); \quad (6.7.5)$$

$$M = N_0 r_y = [A_{sp} \gamma_{s6} (\sigma_0 - \sigma_n) - \sigma_s A_s] r_y; \quad (6.7.6)$$

$$r_y = 0,8 r_{pl} = 0,8 \frac{r_1^2 + r_2^2}{4 r_2}, \quad (6.7.7)$$

де r_1 і r_2 – відповідно внутрішній і зовнішній радіуси кільця;
 $0,8$ – коефіцієнт, що враховує непружні деформації у стиснутій зоні бетону в позацентровому стиснутому елементі;

$$W_{pl} = \gamma W_0 = \left(2 - 0,4 \frac{r_1}{r_2} \right) A_{tot} \frac{r_1^2 + r_2^2}{4r_2}. \quad (6.7.8)$$

Після підстановки у формулу (6.7.4) відповідних значень і невеликих перетворень одержимо

$$N(e_0 - r_y) \leq A_{tot} f_{ctk} \frac{(2r_2 - 0,4r_1)(r_1^2 + r_2^2)}{4r_2^2} + \\ + [A_{sp} \gamma_{s6} (\sigma_0 - \sigma_n) - \sigma_s A_s] r_y, \quad (6.7.9)$$

$$\text{де } A_{tot} = \pi(r_1 + r_2)\delta + \alpha A_{sp} + \alpha A_s.$$

При аварійному режимі роботи стійки опору ЛЕП повинні бути розраховані на дію крутного та згинального моментів, що виникають при обриві дротів або тросів. При цьому у верхньому кінці одностійкової опори має місце чисте кручення, а в нижньому – спільна дія кручення і позацентрового стиску.

В останньому випадку напружено деформований стан стійки залежить від співвідношення чотирьох діючих зусиль: крутного та згинального моментів, поперечної та поздовжньої сил, що робить надзвичайно складним як теоретичні, так і експериментальні дослідження роботи таких елементів.

З цієї причини розрахунок стійок на спільну дію кручення і позацентрового стиску виконують викладеним нижче наближеним методом, що розглядає роботу елемента на основі принципу незалежності дії сил.

Визначаються головні розтягувальні напруження, що виникають у перерізі при дії крутного моменту та позацентрового стиску для експлуатаційної стадії роботи елемента. Якщо ці напруження менші або рівні 0,6 від розрахункової межі міцності бетону при розтяганні, то арматура для сприйняття крутного моменту та поперечної сили ставиться конструктивно:

$$\sigma_{mt} = \frac{T}{W_T} + \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 + \tau^2}, \quad (6.7.10)$$

де T – крутний момент; W_T – момент опору при крученні; σ – нормальні стискувальні напруження (підставляються зі знаком “мінус”);

$$\tau = \frac{QS_{tot}}{I_{tot}b}.$$

На основі результатів експериментальних досліджень момент опору при крученні кільцевих і пустотілих прямокутних перерізів визначається, виходячи з роботи бетону в пружній стадії, а для двотаврових перерізів – виходячи з роботи в пружнопластичній стадії:

$$\text{для кільцевого перерізу } W_{T,I} = \frac{\pi^3}{2} \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^4 \right]; \quad (6.7.11)$$

для пустотілого прямокутного перерізу

$$W_{T,I} = 2(b - \delta)(h - \delta)\delta, \quad (6.7.12)$$

де **b** і **h** – розміри сторін перерізу; **δ** – товщина стінки.

Двотавровий переріз для розрахунку розділяється на три прямокутники (рис. 6.7.6). Діючий на переріз крутний момент розподіляється між ними пропорційно до їхніх моментів інерції при крученні. Момент опору при крученні кожного прямокутника визначається за формулою

$$W_{T,pl} = \frac{b^2}{6}(3h - b), \quad (6.7.13)$$

де **b** і **h** – відповідно менша і більша сторони прямокутника.

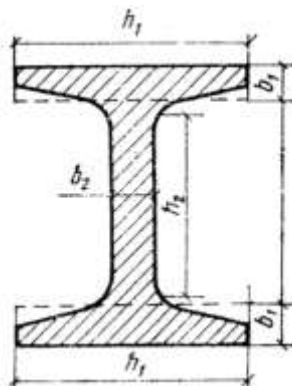


Рис. 6.7.6 – До розрахунку двотаврового перерізу на кручення

Моменти інерції при крученні для прямокутників визначають за формулою

$$I_T = \alpha W_T, \quad (6.7.14)$$

де коефіцієнт α при відношенні сторін $\frac{h}{b} \geq 3$ дорівнює 1; при $\frac{h}{b} = 2$ $\alpha = 0,93$ і при $\frac{h}{b} = 1,5$ $\alpha = 0,85$.

Якщо визначене за формулою (6.7.10) $\sigma_{mt} > 0,6 f_{ctk}$, то площу перерізу однієї вітки хомутів (або перерізу спіралі) на 1см довжини стійки та площу перерізу поздовжніх стержнів на 1см периметра ядра перерізу, що ставляться у перерізі для сприйняття крутного моменту, визначають за формулою

$$f_x = f_s = \frac{T}{2 f_{yd} A_s}; \quad (6.7.15)$$

для стійок кільцевого перерізу площа ядра перерізу

$$A_{tot1} = \frac{\pi(r_1 + r_2)^2}{4}.$$

До площі перерізу хомутів (або спіралі), знайденої за формулою (6.7.15), повинна бути додана площа, необхідна для сприйняття поперечної сили, що визначається за формулою

$$f_w = \frac{q_w}{f_{ywd} n}, \quad (6.7.16)$$

де n – число хомутів у поперечному перерізі, що розташовані паралельно до площини згину.

Хомути та спіраль доцільно виготовляти з холоднотягнутого дроту класу B500 діаметром 4...5 мм, призначаючи крок у межах 80...120 мм і зварюючи їх для утворення просторових каркасів із поздовжніми ненапружуваними стержнями. На кінцевих ділянках стійок довжиною по 500 мм, тобто на ділянках самоанкерування арматури, крок хомутів і спіралі зменшується до 40...50 мм. По довжині стійки кільцевого перерізу встановлюються монтажні внутрішні кільця з дроту класу A240C діаметром 8...10 мм через 1...1,5 м для того, щоб попередити зсув поздовжніх стержнів під час навивання спіралі. На кінцевих ділянках відстань між цими кільцями приймається рівною 150 мм.

Поздовжню арматуру стійок, по висоті яких змінюється значення діючих зусиль, доцільно робити з напружуваних і ненапружуваних стержнів, обриваючи останні послідовно в тих перерізах, де вони стають непотрібними за розрахунком. Обірвані стержні треба обов'язково заводити за місце теоретичного обриву на величину зони анкерування

арматури. В одному перерізі кільцевої стійки обривають по три стержні, розташовані через 120 дугових градусів по периметру.

Для напруженої арматури можуть застосовуватися окремі дротинки класу Вр1200...Вр1500, семидротові канати або стержні зі сталі класу А400Св або А600С. Як ненапружану для армування стійок використовують сталь класу А400С. Значення контрольованого напруження σ_0 для підвищення тріщиностійкості і зменшення деформативності стійки варто приймати рівним **0,70...0,75 f_{yk}** . Товщина стінок стійок для забезпечення мінімальної необхідної товщини захисного шару бетону повинна бути не менша 50...55 мм.

Клас бетону за міцністю на стиск – від С25/30 до С40/50, за морозостійкістю – не нижче F100. За наявності відповідних місцевих умов доцільно застосовувати керамзитобетон, що зменшує масу стійок на 20%.

Траверси порталних опор для ліній напругою 330 і 500 кВ виготовляють із попередньо напруженого залізобетону і вони можуть підтримуватися системою сталевих розтягнутих стержнів. У випадку застосування порталних опор для ЛЕП 35...220 кВ, де відстань між стійками невелика, траверси можуть бути зі звичайного залізобетону.

Для збільшення жорсткості порталної опори та зменшення діючих у ній згинальних моментів доцільним є жорстке з'єднання траверси зі стійками. Таке з'єднання може бути виконане за допомогою спеціальної залізобетонної обойми з заповненням зазорів між елементами цементним розчином (рис. 6.7.7). У будівельній практиці застосовується також шарнірне з'єднання траверси зі стійками – більш просте на монтажі. У цьому випадку з'єднання виконується за допомогою хомутів або наскрізних болтів.

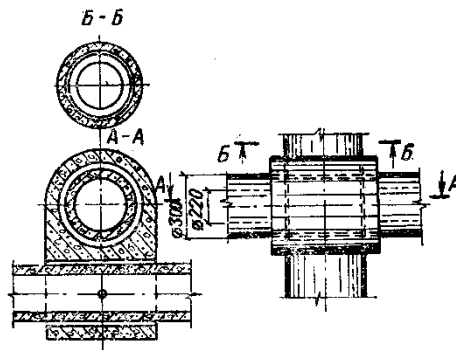


Рис. 6.7.7 – Конструкція жорсткого з'єднання траверси зі стійкою

Траверси слід розраховувати на зусилля, що виникають у них як при нормальному експлуатаційному режимі, так і при обриві дротів, що викликає появу в них згинального та крутного моментів.

Фундаменти опор. Стійки одностійкових і порталних опор без відтяжок не мають окремих фундаментів. Вони заглиблюються у ґрунт на 3 м, для чого в ґрунті для стійок кільцевого перерізу пробурюють циліндричні колодязі, діаметр яких на 10...12 см більший за діаметр стійки. Заглиблення менше 3 м, як показали дослідження і досвід будівництва, робити не слід через велику деформацію ґрунту при дії на опору горизонтальних сил. Як виняток, може бути допущене менше заглиблення (до 2,5 м) для невисоких опор ліній напругою до 35 кВ.

Зазор між стінками колодязя і поверхнею стійки заповнюється механічно утрамбованою піщано-гравійною сумішшю. При такому способі установки стійки можна вважати, що вона працює в основі з непорушеною структурою. Якщо необхідно міцніше заземлення стійки в ґрунті, у верхній її частині встановлюється залізобетонний ригель, для якого в ґрунті відривається канавка, що точно відповідає його розмірам.

Якщо ґрунт являє собою сухий сипучий пісок або містить велику кількість крупної гальки, то для закріплення стійки в ґрунті виникає необхідність відривати котлован. У цьому випадку стійка буде працювати в основі з порушеною структурою, що в більшості випадків призводить до необхідності установки одного або двох залізобетонних ригелів.

Відривати котлован необхідно для стійок пустотілого прямокутного або двотаврового перерізу.

Нижні кінці стійок повинні бути захищені від дії вологи обмащувальною гідроізоляцією, що закінчується на 0,6 м вище поверхні землі.

Стійки одностійкових і порталних опор з відтяжками встановлюються на окремі фундаменти, з'єднання з якими шарнірне. Ці фундаменти являють собою або збірні залізобетонні грибоподібні підножки або пальові фундаменти, що складаються з однієї-трьох призматичних паль, що занурюються в ґрунт на глибину від 4 до 6 м. Палі занурюються вібровтискуванням у пробурену в ґрунті шпару (лідер).

Рішення про вибір між грибоподібним підножником і пальовим фундаментом має прийматися у кожному конкретному випадку, залежно від місцевих умов і наявного устаткування. Масивні монолітні бетонні фундаменти застосовують тільки в одиничних випадках.

Фундаменти під відтяжки, що працюють на висмикування з ґрунту, влаштовуються у вигляді грибоподібних підножників або анкерних залізобетонних плит, або у вигляді висячих призматичних паль.

Залізобетонні грибоподібні фундаменти (рис. 6.7.8) складаються із плити та перпендикулярної до неї колони і встановлюються так, щоб вісь колони була продовженням осі стійки або відтяжки. Нижня частина стійки

забезпечується сталеву фундаментною плитою, у якій улаштовані сферичне виточення і центральний отвір. Ця плита спирається на опуклу сталеву подушку з центрувальним стержнем, встановлену нагорі колони підножника. Між торцем залізобетонної стійки та сталеву фундаментною плитою укладається азбестова прокладка для рівномірного розподілу тиску на торці.

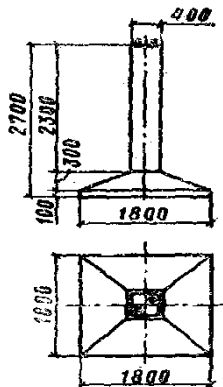


Рис. 6.7.8 – Грибовидний підколонник

Усі збірні залізобетонні фундаменти для стійок і відтяжок виготовляють з бетону класу С16/20 або С25/30. Формули для розрахунку фундаментів розглянутих типів і приклади розрахунку наведені у підручнику [4].

Тема 6.8. Штучні споруди на дорогах

Автомобільна дорога або залізниця, що проходить по місцевості, перетинає різні перешкоди: річки, яри, суходоли, хребти та ущелини, інші дороги. Щоб провести дорогу через ці перешкоди, будують різні штучні споруди, які відносяться до дороги: мости, тунелі, труби, інші споруди.

Дороги є комплексними спорудами, що мають дуже розвинуту інфраструктуру. Окрім власне об'єктів дороги, уздовж неї для забезпечення нормального обслуговування людей і проходження транспорту, влаштовують вокзали, станції, термінали, депо, платформи, зупинки, квиткові каси, заправні станції, інші транспортні службові будівлі.

Специфічними з погляду розрахунку є штучні споруди, по яких дорога проходить безпосередньо – мости. Повністю такі споруди називаються мостовими переходами.

Мостовий перехід – весь комплекс споруд надводного перетину дорогою, вулицею, пішохідною трасою або трубопроводом водної

перешкоди. В загальному випадку він складається з опор: **биків** (проміжні опори) і **стоянів, прогінних будов моста, насипів або виїмок, підходів** і регуляційних споруд (рис. 6.8.1). Для тимчасових мостів з тимчасовими опорами існують **кригорізи**.

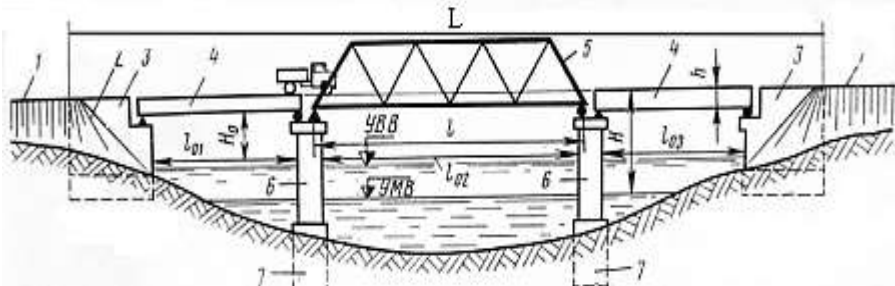


Рис.6.8.1 – **Основна схема моста**: 1 – насип моста, 2 – конус насипу, 3 – устій, 4 – прогінна будова (балка, проїзд зверху), 5 – прогінна будова (ферма, проїзд низом), 6 – проміжна будова – (бик), 7– фундамент опори

Кожний міст складається із *пролітної будови* та *опор* (рис. 6.8.1). Пролітні будови мають головні несучі елементи (балки, ферми, арки тощо), які перекривають відстані між опорами та підтримують проїзну частину мосту з тротуарами та всіма допоміжними конструкціями. Крайні опори, які розташовані в місцях спряження мосту з насипом підходів, називають *устоями*. Інші опори називають проміжними. Массивні проміжні опри називають *биками*.

Труби – це найпростіші споруди, які призначені для пропуску невеликих об'ємів води, тому їх влаштовують у місцях, де автомобільна дорога перетинає малі струмки або невеликі тимчасові водостоки, по яких стікає вода під час танення снігу або дощів. Трубу прокладають через тіло насипу таким чином, що дорога над нею не переривається і автомобілі не відчують змін умов руху.

Міст – споруда, що замінює насип у межах перетнутого дорогою водотоку. Міст складається з опор і прогінних будов, які перекривають вільний простір між опорами.

Мости звичайного типу або високого рівня – це мости, що розташовані на такій висоті над рікою, яка дозволяє вільно пропускати високі паводки та судна (рис. 6.8.1).

Розвідні мости розташовують на рівні, що визначається умовами проектування дороги. Як правило, цей рівень є недостатнім для пропуску під мостом суден і тому влаштовують спеціальний розвідний проліт.

Наплавні мости мають плавучі опори з понтонів або барж, які підтримують пролітну будову. Наплавні мости використовують на широких і глибоких ріках, коли постійні опори є дуже дорогими, а

інтенсивність руху по дорозі невелика. Наплавні мости влаштовують також як допоміжні під час будівництва основного мосту. Для пропуску суден влаштовують вивідні секції. На час льодоходу наплавні мости розбирають.



a



б

Рис. 6.8.2 – Типи шляхопроводів

a – розв'язка доріг в Греції, *б* – «Malpensa 2000 Airport» (Мілан, Італія)

На дорогах із невеликою інтенсивністю руху можуть використовуватися *поромні переправи*. Така переправа має пристані з обох боків ріки та плавучий пором, що циркулює між пристанями і служить для перевезки автомобілів і пасажирів.

Тунелі використовують у тих випадках, коли траса дороги проходить через товщу гірського масиву, а у міських умовах – для пропуску під землею вулиць, інженерних комунікацій і пішохідних переходів. Якщо під полотном дороги треба пропустити тільки інженерні комунікації, то використовують **підземні канали**.

Велику кількість складних штучних споруд влаштовують на гірських дорогах. Крім тунелів, тут нерідко виникає необхідність

влаштування **галерей**, що захищають дорогу від кам'яних і снігових лавин, а також балконів і **підпірних стін**, які підтримують дорогу на крутих гірських схилах.

Шляхопровід – міст, при якому одна дорога пропускається під іншою (рис. 6.8.2).

Віадук – міст, побудований при перетині дорогою глибоких ярів, ущелин не тільки для пропускання води, але й замість насипу, якщо його зведення виявляється неможливим (рис. 6.8.3).

Естакада – споруда значної довжини, призначена для підняття проїжджої частини дороги над оточуючою територією, із залишенням вільних просторів під дорогою (рис. 6.8.4).



а



б

Рис. 6.8.3 – Віадук

а – «Joao Gomes» (Фуншал, Португалія). Головний проліт 125 м.;

б – «Mentue» (Швейцарія). Головний проліт 151 м

Акведук – споруда мостового типу, призначена для пропускання над перешкодами водопроводів, які використовуються для водопостачання.

Продуктопровідні переходи – мостовий перехід для пропускання над перешкодами газо-, нафто-, бензино- та інших проводів.

Класифікація мостів за родом дороги, що прокладається:

залізничні на дерев'яній поперечці, залізобетонні безбаластні, на баласті, автодорожні, міські, пішохідні та комбіновані.

Класифікація мостів за видом використовуваного матеріалу:
кам'яні, дерев'яні, залізобетонні, металеві, комбіновані.



Рис. 6.8.4 – Естакади (Малайзія)

Класифікація мостів за характером роботи прогінних будов:
за статичною схемою роботи пролітні (прогінні) будови мостів поділяються на плитні, балкові, рамні, аркові та комбіновані:

- балкові – у разі виникнення тільки вертикальних опорних реакцій (рис. 6.8.5);



а



б

Рис. 6.8.5 – Балкові мости:
а – «Rio Niteroi» Бразилія; *б* – «Kwang Ahn» (Пусан, Корея)

- аркові – у разі виникнення розпору, який прагне розсунути опори, і наявністю основних несучих конструкцій аркового контуру (рис. 6.8.6);



а



б

Рис. 6.8.6 – **Типи аркових мостів:**

а – «Demkabrücke II», проліт 255 м (Утрехт, Голландія);

б – «York Millenium», головний прогін 80 м (Манчестер, Англія)

- рамні – у разі виникнення аналогічного розпору та виконання верхніх елементів опор жорстко з'єднаними із прогінними будовами;
- висячі – у разі виникнення розпору, який прагне зблизити анкерні масиви або опори, коли несуча кабельна конструкція працює як висяча нитка (рис. 6.8.7);
- підвісні – з обладнанням високих опор і з'єднанням прогінної будови моста з опорою за допомогою елементів, що працюють на розтяг. Такі мости ще називають вантовими, кабельними, вантово-балковими (рис. 6.8.8);
- комбіновані – об'єднання кількох схем, здебільшого це балкові схеми мостів, суміщені з висячими або підвісними (рис. 6.8.9).



а



б

Рис. 6.8.7 – **Типи висячих мостів:**
а – «Storebaelt East» (Данія); *б* – «Akashi-Kaikyo» (Японія)



а



б

Рис. 6.8.8 – **Типи вантових мостів:**
а – «Sun Marine» (Японія); *б* – «Sunshine Skyway» (США)



a



б

Рис. 6.8.9 – Типи комбінованих мостів:

a – «Great Belt East» (Данія-Зеландія); *б* – «Lake Maracaibo» (Венесуела)



Рис. 6.8.10 – Розвідний міст «Porta de Europa» в Барселоні (Іспанія)

- розвідні – можливість підняття або повороту прогінної будови для пропуску кораблів (рис. 6.8.10).
- складані (рис. 6.8.11)



Рис. 6.8.11 – Складаний міст в Кілі (Німеччина), головний проліт 25.6 м

Література

1. Інженерні споруди: Навчальний посібник / уклад. Д.Я. Кислюк, О.А. Ужегова, С.В.Ротко. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2016. – 368 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 72 с.
3. ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
4. ДБН В.2.3-22:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с.
5. ДСТУ 3760-2006. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. –К: Мінбуд України, 2006. – 20 с.
6. Залізобетонні конструкції. / За ред. А.Я.Барашикова. – К.: Вища школа, 1995. – 592с.

7. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення / Мінрегіонбуд України: ДБН В.2.6-98:2009. – Чинні від 01.06.11. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
8. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування / Мінрегіонбуд України: ДСТУ Б В.2.6.-156: 2010 – Чинний від 01.06.11. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. – Національний стандарт України.
9. Масюк Г. Х. Залізобетонні конструкції інженерних споруд промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2010. – 212 с.
10. Мурашко Л.А., Колякова В.М., Сморгалов Д.В. Розрахунок за міцністю перерізів, нормальних та похилих до поздовжньої осі, згинальних залізобетонних елементів за ДБН В.2.6-98:2009: Навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 62 с.
11. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунком за СНиП 2.0301-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтов та ін.; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків: Золоті сторінки, 2015. – 208 с.
12. С.В. Ротко, О.А. Ужєгова, І.В. Задорожнікова. Розрахунок кам'яних і армокам'яних конструкцій: Навчальний посібник / – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 355 с.
13. Eurocode-2: Design of concrete structures. – Part 1-1: General rules and rules for building; EN 1992-1-1. – [Final draft, december, 2004]. – Brussels: CEN, – 2004. – 225 p. – Європейський стандарт.

Контрольні питання:

Для самоконтролю засвоєння знань доцільно дати відповіді на наведені нижче питання, складені відповідно до тематики матеріалу у попередньому пункті.

Змістовий модуль 1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Резервуари. Водонапірні башти. Підпірні стіни. Підземні канали та тунелі.

Тема 1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Резервуари.

1. Для чого призначені інженерні споруди, що розташовуються в містах та населених пунктах?

2. Як класифікують інженерні споруди за призначенням? за місцем знаходження? за об'ємно-планувальним та конструктивним рішенням? за матеріалом?

3. Які вимоги ставлять до інженерних споруд?
4. Як класифікують залізобетонні резервуари і для чого їх застосовують?
5. Який напружений стан виникає у стінах залізобетонних резервуарів круглих і прямокутних у плані?
6. Чому при об'ємі до 5...10 тис. м³ зводять переважно циліндричні резервуари, а при більшому об'ємі – прямокутні?
7. Які основні уніфіковані параметри залізобетонних резервуарів?
8. Яка конструкція стін та перекриття збірних циліндричних резервуарів?
9. Яка конструкція стін та перекриття збірних резервуарів прямокутних у плані?
10. Які категорії вимог щодо тріщиностійкості ставлять до стінок резервуарів із напружуваною і ненапружуваною арматурою?
11. Як змінюється напружений стан у стінці циліндричного резервуара при шарнірному та жорсткому стику з'єднання стінки з дном?
12. Які розрахунки за першою і другою групами граничних станів треба виконати для стінки резервуара з напружуваною і ненапружуваною арматурою?
13. У чому принципова відмінність у розрахунку стін циліндричних і прямокутних резервуарів?
14. Які можливі розрахункові схеми стінки залізобетонного прямокутного в плані резервуара і чим зумовлюється вибір тієї чи іншої розрахункової схеми?
15. Які металеві конструкції називаються листовими? Перерахуйте ці конструкції.
16. Які конструктивні особливості металевих листових конструкцій?
17. Які форми дна металевих резервуарів для води ви знаєте? Охарактеризуйте їх.
18. Як розраховують тонколистові металеві конструкції?
19. Поясніть розрахунок опорних кілець металевих резервуарів.
20. Які ви знаєте типи та схеми металевих резервуарів для нафтопродуктів?
21. Опишіть вертикальні металеві циліндричні резервуари низького тиску. Як їх розраховують?
22. Опишіть вертикальні металеві циліндричні резервуари підвищеного тиску. Як їх розраховують?
23. Опишіть газгольдери низького тиску.
24. Опишіть газгольдери високого тиску.
25. Які основні конструкції газгольдерів ви знаєте? Охарактеризуйте ці конструкції.

Тема 2: Водонапірні башти.

Загальні відомості про водонапірні башти. Резервуари водонапірних башт. Опори водонапірних башт. Фундаменти.

1. З яких основних конструктивних елементів складаються водонапірні башти?
2. Які типи водонапірних башт ви знаєте?
3. Як залежить вартість водонапірної башти від корисного об'єму резервуара?
4. Які типи резервуарів використовують у водонапірних баштах?
5. Як можна підвищити тріщиностійкість залізобетонних резервуарів водонапірних башт?
6. У яких випадках для будівництва водонапірних башт використовують цегляні опори?
7. Які типи залізобетонних опор використовують для водонапірних башт?
8. Яку форму можуть мати опори водонапірних башт у вигляді оболонки?
9. Опишіть водонапірні башти з рамними опорами.
10. Опишіть спосіб зведення водонапірної башти методом підйому резервуара.
11. Опишіть водонапірну башту з опорою конічної форми.
12. Опишіть водонапірну башту з опорою комбінованої конструкції.
13. Охарактеризуйте типи фундаментів для водонапірних башт.
11. Які конструкції підлягають розрахунку в водонапірних баштах? Як їх розраховують?

Тема 3: Підпірні стіни.

Загальні відомості про підпірні стіни. Конструктивні рішення. Розрахунок і конструювання.

1. Які ви знаєте конструктивні схеми підпірних стін? Опишіть їх. У яких випадках їх застосовують?
2. Від яких параметрів залежить тиск ґрунту на підпірну стіну?
3. Як розподіляється тиск ґрунту по висоті підпірної стіни?
4. Як визначити інтенсивність тиску ґрунту вниз?
5. Як визначити рівнодійну горизонтального тиску землі на 1 м довжини стіни?
6. Як враховують наявність рівномірно розподіленого навантаження на поверхні землі при розрахунку підпірних стін?
7. Як визначити попередню ширину опорної плити та її винос?
8. Як розраховують та армують зовнішній і внутрішній виступи опорної плити?

9. Як розраховують та армують стіну?
10. Як розраховують збірні стінові панелі в контрфорсних та анкерних підпірних стінах?
11. Як розраховують контрфорси?

Тема 4. Підземні канали та тунелі.

1. Для чого призначені підземні канали та тунелі?
2. Яке інженерне обладнання має бути передбачене в тунелях?
3. З яких типових конструкцій будують канали та тунелі? Які їхні уніфіковані розміри?
4. Опишіть конструкцію односекційного тунелю.
5. Опишіть конструкцію двосекційного тунелю.
6. Які розміри об'ємних блоків для тунелів?
7. Які заходи треба передбачити при будівництві тунелів у ґрунтах із високим рівнем ґрунтових вод?

Змістовий модуль 2. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Залізобетонні бункери та силоси. Димові труби. Опори ліній електропередач. Штучні споруди на дорогах.

Тема 5. Залізобетонні бункери та силоси.

1. Що називають бункерами?
2. Які типи бункерів застосовують, яке їх призначення?
3. З яких конструктивних елементів складаються бункери?
4. Від чого залежать конструктивні рішення бункерів?
5. Як здійснюється армування збірних і монолітних бункерів?
6. Від чого залежить тиск сипучого матеріалу на вертикальну та похилу стіну бункера?
7. Які можливі схеми руйнування бункера?
8. Які зусилля, що виникають у стінках бункера, можуть спричинити те чи інше його руйнування?
9. Що називають силосами? Чим відрізняються силоси від бункерів?
10. Які типи силосів застосовують у будівництві?
11. З яких конструктивних елементів складаються силоси?
12. Яка конструкція окремо розміщених монолітних і збірних круглих в плані силосів і силосних корпусів?
13. Як здійснюють армування круглих силосів?
14. Як армують стінки круглих силосів, що зводяться у ковзній опалубці? З яких умов призначають товщину стін таких силосів?
15. Яка конструкція окремо розміщених монолітних і збірних прямокутних у плані силосів і силосних корпусів?
16. Як виконують армування прямокутних силосів?

17. Коли доцільно застосовувати круглі в плані силоси, а коли - прямокутні?
18. Від чого залежить діаметр круглого силосу?
19. Чому прямокутні в плані силоси з розмірами сторони понад 4 м не застосовують?
20. Як здійснюється попереднє напружування арматури в окремо розміщених силосах?
21. З яких елементів складають силосний корпус із квадратними силосами? Як виконують стики цих елементів та яке їхнє армування?
22. Що собою являє збірний круглий силос канелюрного типу?
23. Які види навантажень враховують у розрахунку силосів і силосних корпусів?
24. Які види розрахунків виконують для стінки силосу?
25. У чому полягає відмінність у визначенні горизонтального тиску сипучого матеріалу на вертикальну стінку в розрахунку силосу порівняно з розрахунком бункера?
26. Що враховує поправочний коефіцієнт, який вводять у розрахунок для визначення тиску сипучого матеріалу?
27. Який напружений стан виникає у стінках круглих у плані силосів від горизонтального тиску сипучого матеріалу?
28. Який напружений стан виникає у стінках прямокутних у плані силосів від горизонтального тиску сипучого матеріалу?

Тема 6. Димові труби.

1. Для чого призначені димові труби?
2. Чому цегляні димові труби не знаходять широкого застосування?
3. Як встановлюють висоту димових труб?
4. Для чого служить футерування? З яких матеріалів його виконують?
5. Опишіть конструкцію монолітних димових труб.
6. Опишіть конструкцію збірних димових труб.
7. Які навантаження треба брати до уваги при розрахунку стовбура димової труби?
8. Що таке зольне перекриття? З яких матеріалів його роблять?
9. Опишіть технологію влаштування футерування димової труби.
10. Охарактеризуйте напружений стан позacentровано стиснутого кільцевого перерізу при великих ексцентриситетах.
11. Які види фундаментів під димові труби ви знаєте? Опишіть їх.
12. Як розраховують і конструюють фундаменти під димові труби?

Тема 7. Опори ліній електропередач.

1. Які переваги та недоліки залізобетонних опор ЛЕП?
2. Які залізобетонні опори ЛЕП ви знаєте? Охарактеризуйте їх.

3. Які форми поперечного перерізу опор ЛЕП бувають? Які їх переваги та недоліки?
4. Охарактеризуйте стійки опор кільцевого перерізу.
5. Охарактеризуйте пустотілі стійки.
6. Охарактеризуйте стійки опор двотаврового перерізу.
7. Які навантаження діють на опори ЛЕП? Охарактеризуйте їх.
8. Як приймають розрахункову схему опори ЛЕП? Як при цьому враховують гнучкість опори?
9. На які режими розраховують опори ЛЕП?
10. Як розраховують опори ЛЕП на тріщиностійкість?
11. Як розраховують опори ЛЕП на дію крутного та згинального моментів?
12. Як армують опори ЛЕП різних поперечних перерізів?
13. Як розраховують траверси опор ЛЕП?
14. Опишіть фундаменти опор ЛЕП. Як їх вибирають?

Тема 8. Штучні споруди на дорогах.

1. Які дорожньо-транспортні споруди зустрічаються на автомобільних дорогах? Для чого вони призначені?
2. На які види поділяють дорожньо-транспортні споруди?
3. З яких основних конструктивних елементів складається міст?
4. З яких конструктивних елементів складається пролітна будова мосту?
5. Чим різняться між собою проміжні опори та устої мосту?
6. Яка різниця між мостами високого рівня, наплавними та розвідними? У яких випадках їх використовують?
7. Для чого призначені шляхопроводи? Чим вони відрізняються від мостів?
8. З яких конструктивних елементів складаються транспортні естакади? Коли їх використовують?

Розділ 7

ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ І МОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Тема 7.1. Нормативна і проєктна документація при виконанні реконструкції будівель і споруд

Усі процеси в будівництві регламентуються системою законодавчих актів і нормативних документів, які в сукупності є його нормативною базою.

Система нормативних документів у будівництві складається з будівельних норм і правил, державних стандартів та інших нормативних документів.

Нормативні документи в галузі будівництва поділяють на такі групи:

1. Організаційно-методичні і нормативні документи (стандартизація, нормування, сертифікація, метрологія, вишукування, проєктування, виробництво продукції).

2. Містобудівні будівельні норми (містобудівна документація та інформаційне забезпечення планування та забудови території).

3. Технічні нормативні документи (загальнотехнічні вимоги, об'єкти будівництва та промислова продукція, будівельні матеріали, експлуатація, ремонт, реставрування та реконструкція).

4. Рекомендовані нормативні документи, посібники (організаційно методичні, економічні та технічні нормативи і посібники з проєктування).

5. Кошторисні нормативи (суміщені норми технологічного і будівельного проєктування, законодавчі та нормативні акти).

У нашій державі нормативна база в будівництві перебуває у стадії реформування, поступово замінюються застарілі нормативи, створюються нові нормативні документи, водночас діє низка нормативів, перезатверджених Держбудом України з деякими змінами і доповненнями.

Як доповнення до основних будівельних норм і правил видаються відомчі, галузеві будівельні норми, які чинні лише у відомстві, для якого вони розроблені.

Зведення будь-якого об'єкта, або проведення реконструкції можна розпочинати тільки після розроблення організаційних, технічних, технологічних та економічних рішень, які мають бути відображені в проєкті організації будівництва (ПОБ) та проєкті виконання робіт (ПВР). Ці проєкти приймають на основі варіантного пророблення основних рішень.

Технологічну документацію розробляють у два етапи. На першому етапі складають проєкт організації будівництва водночас із розробленням будівельної та інших частин технічного (техноробочого) проєкту. Цим досягають узгодженості об'ємнопланувальних, конструктивних і технологічних рішень з умовами організації будівництва та виконання робіт.

Проект організації будівництва складається з таких основних документів: календарного плану будівництва; будівельних генеральних планів на підготовчий та основний періоди будівництва; організаційно-технологічних схем; відомостей про обсяги будівельних робіт і потребу в будівельних конструкціях, виробих, матеріалах та обладнанні; графіків потреби в основних будівельних машинах, кадрах будівельників; пояснювальної записки. Ці документи мають узагальнений характер, їх використовують для розподілу капітальних вкладень та обсягів будівельно-монтажних робіт за строками будівництва, а також обґрунтування кошторисів будівництва.

На другому етапі генеральна підрядна організація та організації, які виконують окремі види монтажних і спеціальних робіт, розробляють **проект виконання робіт**.

Вихідними матеріалами для розроблення проекту виконання робіт є такі: завдання від будівельної організації на розроблення ПВР; проект організації будівництва; робочі креслення; умови щодо забезпечення конструкціями, напівфабрикатами та матеріалами; використання будівельних машин і кадрів; кошториси.

Проект виконання робіт містить такі документи: календарний план будівництва; будівельний генеральний план; графіки забезпечення будівництва збірними деталями, напівфабрикатами та матеріалами; графіки руху робітників та основних будівельних машин по об'єкту; технологічні карти; рішення з техніки безпеки; переліки технологічного інвентарю, монтажного оснащення та схеми стропування вантажів; пояснювальна записка.

Основною складовою частиною ПВР є **технологічні карти**, які складають на всі робочі процеси. Технологічна карта містить: вказівку про її призначення; наочні схеми виконання процесу; технологічні розрахунки та графік виконання процесу; вказівки щодо виконання робіт; заходи з техніки безпеки; техніко-економічні показники; таблиці та відомості про використовувані матеріали, інструменти та пристрої; умовні позначення.

Затверджує ПВР головний інженер генпідрядної організації після погодження з головним інженером субпідрядних організацій (відповідно кожен свій розділ проекту). Затверджений проект має бути переданий виконавцям на будівельний майданчик за два місяці до початку будівництва для вивчення технологічних особливостей об'єкта.

Потоковість будівельних процесів

Потоковість — це така організація будівельного виробництва, за якої комплексний будівельний процес поділяють на прості процеси, призначають для кожного з них окремих виконавців, розбивають фронт робіт на захватки, на яких послідовно виконують прості процеси, з подальшим їх паралельним виконанням у часі на різних захватках. Розглянемо рис. 7.1.1а. Нехай m — кількість захваток або одиниць будівельної продукції, де захватка — це простір, на якому виготовляється одиниця будівельної

продукції, або частина будинку чи споруди, яка часто повторюється. Наприклад, m – кількість квартир у будинку, де за одиницю будівельної продукції вважатимемо фарбування дерев'яної підлоги. За n приймемо кількість простих процесів, які становлять комплексний процес фарбування підлоги: 1 – циклювання, 2 – шліфування, 3 – шпаклювання, n (4) – нанесення фарби.

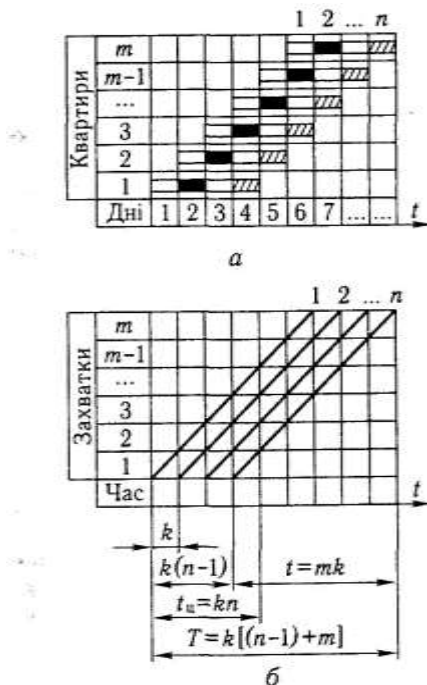


Рис. 7.1.1. Метод організації будівельних процесів і етапи розвитку будівельних потоків: **а** — потоковий метод; **б** — циклограма потоку

Потоково ці роботи можна виконати так: першого дня в квартирі № 1 виконують циклювання; другого дня циклювання підлоги ведуть у квартирі № 2, водночас у квартирі № 1 інші робітники шліфують підлогу, третього дня процес 1 – циклювання – виконують у квартирі № 3, процес 2 – шліфування – у квартирі № 2, а у квартирі № 1 виконують процес 3 – шпаклювання. Четвертого дня циклюють підлогу в квартирі № 4, шліфують у квартирі № 3, шпаклюють у квартирі № 2, а у квартирі № 1 наносять на підлогу фарбу. З п'ятого дня усі ланки робітників виконують прості процеси на нових фронтах робіт, і такий ритм повторюватиметься досить довго.

Кожний простий процес виконується безперервно і рівномірно, робітники ритмічно переходять з одного фронту робіт на інший, і це створює *окремий потік*.

У кожній квартирі роботи: циклювання, шліфування, шпаклювання, нанесення фарби повторюються, і таку закономірність зручно показати за допомогою циклограми (рис. 7.1.1б, де $i_{\text{ц}}$ - тривалість циклу).

Циклограма - це графік потокового процесу робіт, який демонструє розвиток простих процесів (окремих потоків) у просторі (на захватках) і в часі.

З визначення будівельного потоку випливає, що він передбачає спеціалізацію та масовість виробництва. Спеціалізація сприяє підвищенню кваліфікації виробника, що веде до підвищення якості продукції, а також скорочує тривалість робіт завдяки автоматизму рухів робітника та відпрацюванню раціональних прийомів виконання технологічних операцій. У систематично налагодженому потоковому виробництві продуктивність робіт зростає в середньому на 30%, а собівартість будівництва зменшується на 6...12%.

Потоковість – це об'єктивна вимога, адже щодня робітник певної професії виходить на роботу, а завдання інженерно-технічних робітників – організувати виробництво так, щоб робітник мав фронт робіт. Цьому сприяє також стабільність попиту на будівельну продукцію. Схеми та графіки ритмічних потоків показано на рис. 7.1.1а,б, проте такі випадки (однаковість обсягів робіт і витрат праці на різних захватках) є винятком, частіше обсяги різні і відповідно витрати праці для виготовлення будівельної продукції також різні. Для зрівнювання тривалості виконання робіт на різновеликих захватках приймають різну кількість виконавців (робітників), а якщо фронт робіт не дає можливості збільшити кількість робітників, то роботи виконують у кілька змін (збільшують тривалість робочого дня).

Тривалість окремого потоку на захватці називають *модулем циклічності* і позначають літерою k (рис. 7.1.1б). Загальна тривалість потоку на m захватках становить

$$t = km.$$

Різноманітність об'єктів будівництва, умов виробництва й особливостей організаційно-технологічних рішень їх зведення надають можливості для використання різних форм будівельного потоку.

За **с т р у к т у р о ю** можливі такі форми будівельних потоків:

спеціалізовані – будівельні потоки, створені для виконання робіт за відповідними технологічними стадіями будівництва (наприклад, зведення підземної чи наземної частини будівлі, влаштування покрівлі, опорядження поверхні);

об'єктні – група спеціалізованих за технологічними стадіями будівельних потоків, товарною продукцією яких є закінчені будівлі чи інженерні споруди;

комплексні – об'єднання об'єктних потоків для випуску цілих груп однотипних або різнотипних будівель чи інженерних споруд; товарна продукція їх – житлові мікрорайони, масиви, промислові підприємства.

У функціонуванні будівельного потоку розрізняють три періоди: перший – розгортання, нарощування виробничої потужності, другий – стає розвинення потоку, третій – згортання робіт. Тільки той потік, що характеризується рівномірним використанням усіх видів ресурсів упродовж тривалого часу, відповідає вимогам поточності будівельного виробництва.

Техніко-економічні показники

Для оцінки ефективності будівельних процесів при реконструкції використовують техніко-економічні показники, які визначають ступінь ефективності будівельного процесу за кількістю витраченого часу, трудових, матеріально-технічних і грошових ресурсів на одиницю кінцевої будівельної продукції.

Основні *техніко-економічні показники* ефективності будівельних процесів і будівельно-монтажних робіт такі:

собівартість – це грошові витрати на виконання будівельного процесу або одиниці будівельної продукції; собівартість виконання будівельного процесу складається з прямих і накладних витрат. Прямі витрати включають заробітну плату робітників, заготівельно-складські витрати, вартість доставки на приоб'єктний склад і витрати на експлуатацію машин, механізмів і устаткування. Накладні витрати охоплюють адміністративно-господарські витрати, витрати на утримання пожежної і сторожової охорони, спрацювання інвентарю та інструментів, випробування матеріалів і конструкцій тощо;

трудомісткість – витрати праці на одиницю будівельної продукції (наприклад, на 1м³ монолітного залізобетону) або на загальний обсяг виконаних робіт (наприклад, на екскавацію ґрунту під час влаштування котловану);

тривалість виконання процесу.

У разі потреби основні техніко-економічні показники можна доповнити додатковими: виробітком одного робітника за годину (день чи рік); витратами часу на одиницю будівельної продукції; рівнем механізації або автоматизації трудових процесів; показниками використання машин за часом чи основним технологічним параметром (вантажопідйомністю); виробітком машини за одиницю часу, вартістю машино-зміни тощо.

Контрольні питання:

1. На скільки груп поділяються нормативні документи в галузі будівництва, охарактеризуйте їх.

2. У скільки етапів розробляють технологічну документацію?
3. З яких основних документів складається проєкт організації будівництва.
4. Дайте визначення поняттю «потоковість».
5. Назвіть основні техніко-економічні показники ефективності будівельних процесів та будівельно-монтажних робіт.

Тема 7.2. Основи технологічного проєктування при реконструкції будівель і споруд

Технологічне проєктування – це комплекс підготовчих заходів до зведення будівель та споруд та їх реконструкції, який містить аналіз, вибір і розроблення технологічних методів виконання робіт і заходів щодо їх безпечного й економічно доцільного впровадження за певних умов об'єкта будівництва.

Аналіз і вибір основних технологічних методів будівництва здійснюють на початку розроблення архітектурно-конструктивної частини проєкту будівлі. Як правило, використані у проєкті конструктивні та об'ємнопланувальні рішення будівлі потребують застосування певної технології виконання будівельно-монтажних робіт. Це має бути підтверджено технологічною можливістю спорудження об'єкта на стадії його проєктного розроблення, виходячи з наявності техніко-технологічних засобів будівельних організацій. Проєктування складних, унікальних об'єктів виконують у тісній співпраці з будівельними організаціями, узгоджуючи конструктивні рішення з технічними та технологічними можливостями будівельників.

Обґрунтування технологічних можливостей будівництва за прийнятими архітектурно-конструктивними вирішеннями будівлі відображають в окремому розділі робочого проєкту – проєкті організації будівництва.

Прийняті рішення погоджують з установами, які експлуатують підземні і надземні мережі та комунікації, що розміщені в межах будівельного майданчика, та з установами – постачальниками ресурсів (електроенергія, вода тощо), які використовуватимуться для будівельного виробництва.

Залежно від складності будівництва проєкт виконання робіт розробляють на основний і підготовчий періоди будівництва, на окремі стадії та види робіт (наприклад, на зведення підземної частини будинку або на монолітні бетонні й залізобетонні роботи, на опоряджувальні або покрівельні роботи), а також окремо на роботи, які виконують в екстремальних умовах (взимку, в умовах підтоплення території тощо).

Приймаючи ті чи інші рішення при проєктуванні будинків і споруд, архітектор повинен постійно звіряти їх із технологічними можливостями

будівельного виробництва, враховуючи при цьому адекватність технологічних рішень, наявність конструкцій та матеріалів у певному регіоні, а також засобів для механізованого виконання процесів. Особливу увагу слід приділяти технологічним рішенням щодо інтер'єру та екстер'єру, а також вибору конструктивно-технологічних рішень стосовно дахів та покрівель. Саме ці рішення зазвичай є визначальними в оцінці якості та архітектурного рівня будинку (споруди).

Вибираючи варіант технологічного рішення стосовно інтер'єру, потрібно враховувати:

- 1) функціональне призначення приміщення (умови експлуатації опоряджувальних покриттів);
- 2) орієнтацію приміщень відносно сторін світу (для південної сторони пропонують холодні кольори, для північної – теплі);
- 3) вимоги санітарної гігієни до кожного з приміщень будинку та до об'єкта загалом;
- 4) відповідність вибраного методу вимогам сучасного рівня будівництва.

Під час розроблення опорядження екстер'єру слід враховувати всі чинники, які є визначальними для фасаду, зокрема класи та групи капітальності.

За сукупністю всіх вимог до благоустрою, довговічності і вогнестійкості основних конструкцій житлові та громадські будинки поділяють на **класи за капітальністю**:

I – великі житлові та громадські будинки заввишки більш як дев'ять поверхів, з підвищеним благоустроєм, I ступенем довговічності та вогнестійкості;

II – громадські будівлі масового будівництва і житлові будинки не вищі, ніж дев'ять поверхів, із середнім благоустроєм, II ступенем довговічності та вогнестійкості;

III – громадські будівлі в сільській місцевості і житлові будинки не вищі, ніж п'ять поверхів, зі зниженим благоустроєм, не нижчим за II ступенем довговічності і III ступенем вогнестійкості;

IV – тимчасові громадські будинки і малоповерхові житлові будинки з мінімальним благоустроєм.

Для житлових будинків встановлено шість груп капітальності (I – 150 років; II – 120; III – 100; IV – 50; V – 30; VI – 15 років).

Для будинків громадського призначення встановлено дев'ять груп капітальності (I – каркасні; II – особливої капітальності; III – з кам'яними стінами, залізобетонним перекриттям; IV, V – полегшена кладка, перекриття дерев'яні; VI ... IX – дерев'яні та інші полегшені конструкції).

У процесі проектування та будівництва потрібно дотримуватись таких екологічних вимог:

- не проектувати будівлі на землях, придатних для сільсько-

- лісогосподарського використання;
- не створювати непроникних екранів нижче від рівня ґрунтових вод;
- максимально гармонізувати будівлі, які проєктуються, з ландшафтом;
- максимально використовувати безвідходні технології, альтернативні джерела енергії;
- проєктувати багатофункціональні покрівлі, влаштовувати на них зелені газони, квітники та інші зелені насадження або геліоустановки;
- уздовж стін будинків передбачати спеціальні конструкції з ґрунтом, в яких можна висаджувати виноградну лозу та інші виткі рослини;
- усі автошляхи, тротуари, доріжки конструювати водопроникними з проміжками для трави.

Контроль якості будівельних робіт і продукції

Якість будівельної продукції – це сукупність властивостей продукції, що задовольняє певні вимоги відповідно до її призначення.

Якість характеризується архітектурно-естетичними, конструктивно-технічними, експлуатаційно-технічними, санітарно-гігієнічними, техніко-економічними та іншими параметрами.

Якість будівельної продукції визначається рівнем проєктних рішень, відповідністю цих рішень сучасним вимогам науково-технічного прогресу та будівельним нормам і правилам; якістю будівельних конструкцій, комплектуючих і матеріалів; якістю виконання будівельних робіт.

Управління якістю – це систематичний контроль та вплив на умови, які мають забезпечувати якість. Управління якістю охоплює: облік можливих джерел дефектів, визначення способів запобігання їм та чинників, які впливають на якість. Управління якістю може бути організаційним, технологічним, соціологічним.

Важливу роль у забезпеченні потрібного рівня якості відіграють контроль і нагляд у будівництві, що здійснюються за допомогою системи установ, організацій і підрозділів, функціональне призначення яких регламентовано законодавчими актами та нормативними документами.

До системи контролю і нагляду в будівництві належать органи державного і відомчого контролю, відповідні підрозділи генерального проєктувальника та замовника, а також служби будівельно-монтажних організацій, які здійснюють виробничий контроль якості будівельної продукції на різних етапах її створення.

Виробничий контроль якості в будівництві охоплює:

вхідний контроль робочої документації, будівельних матеріалів, комплектуючих, напівфабрикатів та обладнання;

операційний контроль будівельних процесів і операцій;

приймальний контроль виконаних робіт.

Оцінку якості і приймання завершеної будівельної продукції здійснюють спеціальні служби будівельних організацій.

Правильна організація управління якістю сприяє розробленню та впровадженню у виробництво конкретних технічних засобів, які зумовлюють безперервне її підвищення.

Контрольні питання:

1. Дайте визначення терміну «технологічне проектування».
2. Що необхідно враховувати при виборі технологічних рішень стосовно інтер'єру?
3. Охарактеризуйте громадські будинки по класах за капітальністю?
4. Яких екологічних вимог необхідно дотримуватись в процесі проектування та будівництва?
5. Охарактеризуйте контроль якості будівельних робіт і продукції.

Тема 7.3. Умови проведення реконструкції

Реконструкція будівель передбачає надання наявним будинкам і спорудам нових функціональних та естетичних якостей відповідно до зміни потреб суспільства. Прийняття рішення про реконструкцію будівлі визначається економічною доцільністю її здійснення та вимогами збереження архітектурних якостей будівлі на основі врахування величини зносу.

Тривалий термін існування будівель призводить до їх старіння: втрати будівлями та їхніми елементами початкових експлуатаційних якостей (міцності, стійкості тощо), що характеризується поняттям фізичного зносу будівель та їх конструкцій. Під час експлуатації будівель проведенням ремонтних робіт певною мірою запобігають збільшенню зносу конструкцій і елементів будівлі, але процес зношення безперервний і настає момент, коли витрати на ремонт стають недоцільними. Для забезпечення подальшої нормальної експлуатації будівлі потрібно виконати її реконструкцію із заміною чи підсиленням несучих конструкцій.

Крім фізичного визначають також поняття морального зносу будинку чи споруди.

Моральний знос будівлі характеризується втратами нею технологічних, санітарно-гігієнічних якостей відповідно до чинних будівельних норм і потреб суспільства.

Порівняно з новим будівництвом проведення реконструкції характеризується наявністю деяких специфічних чинників, що впливають на виконання будівельних робіт. Вони спричиняються:

- наявною територією майданчика реконструкції та її забудовою;

- об'ємно-планувальними рішеннями об'єкта реконструкції;
- новими видами реконструктивних робіт;
- специфічним навколишнім середовищем;
- вимогами норм експлуатації будівель, які реконструюють.

Будівельний майданчик реконструкції визначається обмеженими умовами для складування конструкцій та розміщення будівельних машин і механізмів; наявністю поблизу будинків і споруд доріг, проходів, підземних та наземних інженерних мереж, які експлуатуються. Обмежені умови складування матеріалів і розміщення машин ускладнюють постачання та застосування будівельних конструкцій і машин з великими габаритами.

Будинки, споруди, дороги, проходи й інженерні мережі, розміщені поряд із майданчиком реконструкції, потрібно позбавити від руйнівного та небезпечного впливу реконструктивних робіт, вживши заходи спеціального захисту чи застосувавши відповідні безпечні технології.

Об'ємно-планувальні параметри об'єкта і конструктивні рішення реконструкції значно обмежують можливість застосування певних технологічних методів та засобів їх механізації. Невеликі параметри робочих зон виконання реконструктивних робіт всередині приміщень, зокрема за висотою, необхідність проведення робіт на перекриттях зі зниженою несучою здатністю потребують застосування малогабаритної техніки і ручних машин.

Реконструкція будинків потребує виконання робіт, які зазвичай не застосовуються у новому будівництві: це роботи зі знесення та розбирання будинків і конструкцій методами руйнування, зламу, різання, роботи з тимчасового або постійного підсилення конструкцій.

Реконструкція промислових підприємств здебільшого здійснюється в умовах специфічного навколишнього середовища, зумовленого їхнім технологічним процесом.

Підвищена температура повітря, його загазованість, запиленість, підвищений рівень шуму основного виробництва значною мірою впливають на терміни виконання реконструкції та якість робіт, оскільки ці чинники спричиняють підвищену втомлюваність будівельників і їх потребу в засобах індивідуального захисту, а іноді й неможливість застосування певних будівельних технологій.

Під час проведення реконструктивних робіт у будинках, що експлуатуються, ставляться вимоги щодо забезпечення безпечної та комфортної експлуатації будинків і умов безперешкодного проведення в них основного технологічного процесу. При цьому виконання будівельних робіт не повинно спричинювати підвищений рівень шуму, загазованості, запиленості, вібрацій. Реконструкцію потрібно виконувати в максимально короткі терміни.

Специфічні чинники реконструкції обмежують застосування сучасних технологій виконання будівельних робіт, знижують виробіток і підвищують собівартість реконструкції. Значна кількість специфічних умов реконструкції визначає її відмінність від нового будівництва і потребу врахування їх при виборі конструктивних рішень реконструкції та технологічних методів виконання робіт.

Підвищення ефективності реконструкції досягається узгодженням проєктних рішень і технологічних методів виконання реконструктивних робіт на стадії розроблення проєкту, для чого створюють проєктно-будівельні організації.

Технічне обстеження. Для визначення можливості реконструкції, приймання проєктних рішень до початку проєктування виконують технічне обстеження будинку чи споруди. Звіт про технічне обстеження будівлі є обов'язковим документом, на основі якого розробляють проєктну документацію.

Під час технічного обстеження будинку чи споруди визначають її конструктивну схему, розмірні параметри будинку і несучих конструкцій, деформації та пошкодження і визначають чинники, що їх спричинили, міцність матеріалів несучих конструкцій, оцінюють їх фізичний знос і несучу здатність, можливості проведення реконструкції будинку чи споруди та підсилення конструкцій.

Технічне обстеження будівлі виконують візуальним та інструментальним методами.

Візуально визначають конструктивну схему будинку, характер деформацій та пошкоджень конструкцій.

Візуальним обстеженням із використанням найпростіших інструментів (висок, рівень, лінійка, молоток, бурав та ін.) визначають величину фізичного зносу елементів будинку. В окремих випадках допускається можливість розкриття конструктивних елементів.

Оцінку фізичного зносу житлових будинків виконують за «Нормативними документами з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель та споруд», затвердженими наказом Держбуду України, що є обов'язковими для всіх підприємств, організацій і установ, незалежно від форм власності та відомчого підпорядкування. Величина фізичного зносу на момент його оцінки характеризує ступінь погіршення технічних і пов'язаних з ними експлуатаційних показників будинку чи споруди (конструкцій, технічних пристроїв) порівняно з первісними.

Величина фізичного зносу окремих конструкцій, частин будинків і споруд, технічного обладнання визначається за таблицями «Нормативних документів» порівнянням наведених у них ознак фізичного зносу з виявленими під час обстеження.

Приблизну оцінку зносу елементів будинків і споруд наведено у табл. 7.3.1.

Таблиця 7.3.1 – Приблизна шкала оцінки зносу елементів будівлі

Фізичний знос, %	Оцінка технічного стану	Загальна характеристика технічного стану
0-20	Добрий	Пошкоджень і деформацій немає, наявні окремі несправності, що не впливають на експлуатацію елемента й усуваються під час ремонту
21-40	Задовільний	Елементи будинку чи споруди в цілому придатні для експлуатації, але потребують ремонту, який найдоцільніше виконувати на цій стадії
41-60	Незадовільний	Експлуатація елементів будинку чи споруди можлива лише за умови проведення їх ремонту
61-80	Аварійний	Стан несучих конструктивних елементів аварійний. Обмежене виконання конструкціями будинку чи споруди своїх функцій можливе у разі проведення охоронних заходів або повної заміни цих елементів
81-100	Непридатний	Елементи будинку чи споруди перебувають у зруйнованому стані. За 100%-го зносу залишки елемента повністю ліквідують

Питома частка елементів у відновній вартості будівлі приймається згідно з укрупненими показниками відновної вартості будинків різного призначення, а для елементів, що не мають затверджених показників, - за кошторисною вартістю.

Приклад визначення величини фізичного зносу будинку наведено у табл. 7.3.2.

Ефективна експлуатація будинку чи споруди здійснюється в межах фізичного зносу до 40%, реконструкцію доцільно проводити за фізичного зносу будівлі до 60%. У межах фізичного зносу 61...80 % будинок є аварійним, його реконструкція потребує значних витрат, що можуть перевищувати витрати на нове аналогічне будівництво, тому в більшості випадків такі будівлі зносять. За фізичного зносу понад 80% будівля є фактично зруйнованою.

Таблиця 7.3.2 – Результати обчислення величини фізичного зносу будівлі

№ пор.	Елемент будинку	Питома частка елемента l_i , %	Фізичний знос Φ_{ei} , %	$\Phi_{ei} l_i/100$
1	Фундамент	4	10	0,40
2	Стіни	20	13	2,60
3	Перегородки	7	15	1,05
4	Перекриття	11	10	1,10
5	Дах	5	36	1,90
6	Підлога	12	31	3,72
7	Сходи	4	15	0,60
8	Вікна і двері	12	25	3,00
9	Опорядження внутрішнє	8	30	2,40
10	Інше	8	25	2,00
11	Санітарно-технічне обладнання, зокрема:	6,7	-	-
	центральне опалення	1,6	30	0,48
	водопровід	0,5	40	0,20
	гаряче водопостачання	1,4	45	0,63
	каналізація	3,2	32	1,02

Обміри. Точну форму, розміри, взаємне розміщення конструктивних елементів і приміщень будинку чи споруди визначають обміром. Вимірюють і фіксують прямолінійні, косокутні та криволінійні контури.

Під час обмірів виявляють відхилення стін і опор від вертикалі, розміри склепінчастих перекриттів у п'ятах і замках, товщину плоских перекриттів, розміри й будову сходів. Обміри виконують за допомогою рулеток, ультразвукових та лазерних приладів вимірювання. Для встановлення значень деформацій будівлі застосовують геодезичні прилади теодоліти та нівеліри.

Обміри поділяють на схематичні, архітектурні й архітектурно-археологічні.

За відсутності початкових матеріалів схематичні обміри виконують окомірною зйомкою та зарисовками з уточненням їх кількома основними вимірюваннями. Результати схематичних обмірів є основою для подальших вимірювань.

Архітектурні обміри найпоширеніші в практиці підготовки до проєктування реконструкції будівель. За таких обмірів рядових будівель міської забудови всі прямі лінії та кути, які спостерігачу здаються

прямими, приймають як прямі. Отвори однакових типів вимірюють вибірково; криві лінії фіксують у двох-трьох точках.

Архітектурно-археологічні обміри виконують здебільшого перед реставрацією пам'яників архітектури, якщо потрібно встановити абсолютно точні розміри елементів будинків та їх положення в просторі.

Обміри в сучасних міських умовах зазвичай виконують на основі інвентаризаційних креслень як уточнення і доповнення їх або за підготовленими схемами.

Першою дією з обміру будинку чи споруди є його уважний зовнішній огляд з метою визначення зручного підходу для вимірювань усіх фасадів. Потім установлюють місця і площини розрізів, місця відхилення від вертикалі та інші особливості об'єкта.

Під час проведення обміру розміри визначають із точністю до цілих сантиметрів. Висоту фіксують також у сантиметрах, а позначки – в метрах з двома десятковими знаками.

Кожну лінію (наприклад, весь фасад або його окрему частину), що вимірюється, бажано вимірювати двічі й у двох напрямках: спочатку зліва направо, а потім справа наліво. Записи ведуть наростаючим підсумком. Фіксують усі отвори, виступи і заглиблення фасадної площини. Особливо ретельно слід установлювати і фіксувати осі отворів.

Внутрішні обміри виконують у кожному окремому приміщенні і з особливою ретельністю фіксують осі отворів. Тільки за допомогою осей отворів можна сумістити зовнішні та внутрішні вимірювання, а головне встановити місця і товщину внутрішніх стін і перегородок. У сходових клітках вимірюють і фіксують розміри між стінами, а також площадок.

Вертикальні обміри здійснюють для визначення висоти приміщень, простінків і товщини перекриттів. Розміри всередині приміщень вимірюють від підлоги до стелі та до низу і верху вікна.

У сходових клітках фіксують висоту країв поверхових площадок. За допомогою розмірів від рівня площадки одного поверху до рівня іншого визначають товщину перекриттів, вираховуючи з цього розміру висоту приміщення.

Якщо будинок чи споруду побудовано з цегли або однакових штучних каменів інших видів, бажано визначити середню висоту ряду кладки і протяжність каменя зі швом по горизонталі. Знаючи ці розміри і полічивши кількість рядів по висоті і каменів по довжині в окремих частинах будівлі, можна визначити розміри будівлі без безпосереднього вимірювання його. Висоту одного ряду визначають вимірюванням у кількох місцях певної кількості рядів (понад 10) і обчисленням середньої величини ряду. Так само визначають і протяжність одного каменя зі швом.

Для фіксування й отримання точних зображень будинку та його окремих частин і деталей застосовують різні фотографічні способи. Так, для зображення фасаду треба мати фотографії загального вигляду будівлі й

характерних його деталей. Маючи їх, а також обмірні розміри основних горизонтальних і вертикальних ліній об'єкта, можна з достатньою точністю накреслити його фасади.

Фотографічні знімки бажано робити з можливо меншим перспективним скороченням як по горизонталі, так і по вертикалі, фотографувати будівлю з підвищених точок, застосовувати телеоб'єктиви, які мають менший кут поля зору, що за великих відстаней до об'єкта дає можливість отримати досить докладний знімок із малим перспективним спотворенням.

Точні результати за зображенням на основі фотографування можна отримати методами фотограмметрії, суть яких полягає в тому, що натурні знімки за допомогою комп'ютера і аналітичних розрахунків перетворюють на ортогональні проєкції.

Щоб сумістити початковий знімок із прямокутною сіткою екрана, на знімку слід вибирати горизонтальні й вертикальні відрізки однакової довжини, які будуть основою для цієї операції.

Фотограмметрія є методом безконтактних технічних вимірювань. Завдяки можливості фіксувати велику кількість точок в один фізичний момент можна визначати також складні деформації, повторюючи знімки у часі.

Визначення міцності матеріалів виконують інструментами та приладами механічної дії й ультразвуковими.

Найпростіший, хоч і найменш точний інструмент цього виду – молоток Фізделя. На ударному торці молотка впресовано кульку певного розміру. Ударом молотка «від ліктя», що приблизно зрівнює силу різних людей, на досліджуваній поверхні залишається слід – лунка. За величиною її діаметра за таблицею оцінюють міцність матеріалу.

Точнішим інструментом є молоток Кашкарова. У цьому разі силу удару кулькою по досліджуваному матеріалу визначають за розміром сліду на спеціальному сталевому стрижні, розміщеному за кулькою.

Найточнішими інструментами або приладами механічної дії є пружинні. Принцип дії цих приладів ґрунтується на врахуванні певної сили удару, що спричинений спуском зведеної пружини. Прилад цього типу має вигляд корпусу, в якому розміщено спіральну пружину, з'єднану зі стрижнем-ударником. Після спуску гачка пружина відпускається, і стрижень-ударник завдає удару.

За допомогою ультразвукових приладів визначають міцність бетонних і кам'яних конструкцій, однаковість за щільністю, наявність каналів, пустот і прихованих дефектів у них. Принцип дії таких приладів ґрунтується на визначенні швидкості проходження ультразвукових коливань, що генеруються приладом, через різні матеріали і різні ділянки конструкції.

Визначити розміщення металевої арматури в залізобетоні, її перетини і товщину захисного шару можна електромагнітними приладами. За їх допомогою вимірюють різницю частот при впливі на суцільний бетон або на місця знаходження арматури різних діаметрів.

Для визначення вигинів горизонтальних елементів будівель (балок, стель, перемичок) застосовують нівелір або прилади, дія яких ґрунтується на зміні рівня рідини в трубі.

Для визначення вигинів і деформацій вертикальних поверхонь, їх форми і характеру відступів від вертикальності і площини застосовують нівелір з насадкою, що дає можливість вести візуалізацію, починаючи з 0,5 м.

Для спостереження за зміною тріщин або встановленням їх стабілізації, що відбулася в бетонних і кам'яних конструкціях, застосовують маяки. Маяк має вигляд смужки з гіпсу, скла або металу, що накриває обидва краї тріщини. Маяки з гіпсу і скла у разі продовження деформації, що спричинила появу тріщин, руйнуються; вимірюючи величини розходження половинок маяка, визначають характер зміни тріщини або її стабілізацію. Металевий маяк прикріплюють до одного краю тріщини, і він може пересуватися по другому її краю, на якому фіксують первинне і подальші положення кінця маяка.

Основи будинків і споруд, що експлуатуються, обстежують інженерно-геологічним дослідженням ґрунтів майданчика за допомогою свердловин та обстеженням основ і підшви фундаменту методом відкриття шурфів.

У результаті аналізу візуальних та інструментальних обстежень, обміру будівлі та її елементів, інженерно-геологічних досліджень визначають загальний стан будівлі, виконують розрахунки несучої здатності найпроблемніших несучих конструкцій, визначають можливості проведення реконструкції, ставлять вимоги і надають рекомендації щодо потреби підсилення чи заміни несучих конструкцій.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте умови проведення реконструкції.
2. Для чого необхідне технічне обстеження і як його виконують?
3. Як проводиться оцінка фізичного зносу будинків?
4. Що виявляють під час проведення обмірів?
5. Опишіть способи визначення міцності матеріалів.

Тема 7.4. Реконструкція житлових і громадських будівель

Метою реконструкції житлових і громадських будинків є приведення у відповідність їх до сучасних архітектурно-планувальних,

санітарно-технічних і комфортних вимог та подовження терміну їх експлуатації. Будинки, побудовані 60...100 років тому, не відповідають сучасним вимогам, а масове житло, побудоване в 50...60-х роках ХХ ст., ще більшою мірою потребує реконструкції. Цього можна досягти переплануванням будівель із заміною несучих конструкцій та інженерних систем або несучих конструкцій і перекриттів. Крім того, для збільшення корисних площ будівель застосовують також добудову нових приміщень надбудовою та прибудовою.

Надбудови за конструктивними ознаками можна поділити на такі, що виконують:

- без додаткових навантажень на основні несучих конструкції;
- із додатковими навантаженнями;
- з підсиленням основних несучих конструкцій;
- зі зміною конструктивної схеми;
- із застосуванням додаткових несучих опор.

Надбудови без додаткових навантажень на основні несучі конструкції виконують зі збереженням їх у наявному стані. Якщо вони не мають пошкоджень і перевантажень, то їх не підсилюють. Зазвичай це є збільшення висоти будинку зі збереженням його внутрішньої структури, особливостей габаритів, несучої основи. У такий спосіб можна надбудувати 1-2 поверхи у більшості будинків традиційної забудови заввишки в два - п'ять поверхів. Такі надбудови можливі внаслідок ущільнення ґрунту основи в процесі експлуатації будинку в разі задовільного стану фундаментів і потрібного запасу міцності стін і опор.

Надбудови зі зміною конструктивної схеми будинку здійснюють, звільнивши від додаткового навантаження, тобто маси надбудованих поверхів, основні несучі елементи наявного будинку і передавши додаткове навантаження на ті конструкції, які ненавантажені або навантажені слабо. Такі надбудови доцільно споруджувати лише тоді, коли потрібний об'єм надбудови не можна здійснити без зміни конструктивної схеми з підсиленням основних несучих конструкцій, що слід довести під час обстеження будинку та підготовки до проектування. Надбудови зі зміною конструктивної схеми дають можливість підвищити будівлю на 3...4 поверхи.

Надбудови із застосуванням додаткових несучих опор можуть бути споруджені над будь-яким будинком і на будь-яку висоту. Конструктивне рішення таких надбудов - це спорудження нових опор або інших несучих елементів частини будівлі, що надбудовується, які засновуються на власних фундаментах. Ці несучі конструкції можна розміщувати як усередині габариту наявного будинку, так і поза ним. З урахуванням труднощів улаштування фундаментів для додаткових опор їх бажано розміщувати з більшими відстанями, ніж у новому будівництві. У більшості випадків застосовують масивні монолітні бетонні фундаменти

або фундаменти з набивних паль. Планування та конструкції поверхів, що надбудовуються, при цьому можуть бути зовсім іншими, ніж у наявному будинку.

Конструктивне рішення такої надбудови має два основних варіанти. У першому випадку влаштовують платформу (стіл) основи, на якому нові поверхи можуть мати які завгодно конструктивні схеми. У другому – на кожному поверсі або через поверх передбачають несучі елементи у вигляді балок (ферм, рам), що встановлюються на додаткових колонах надбудови.

У такий спосіб був надбудований 59 поверхами заввишки 244 м центральний залізничний вокзал Нью-Йорка, який є архітектурно-історичною пам'яткою. Різні конструктивні схеми надбудов наведено на рис. 7.4.1...7.4.3.

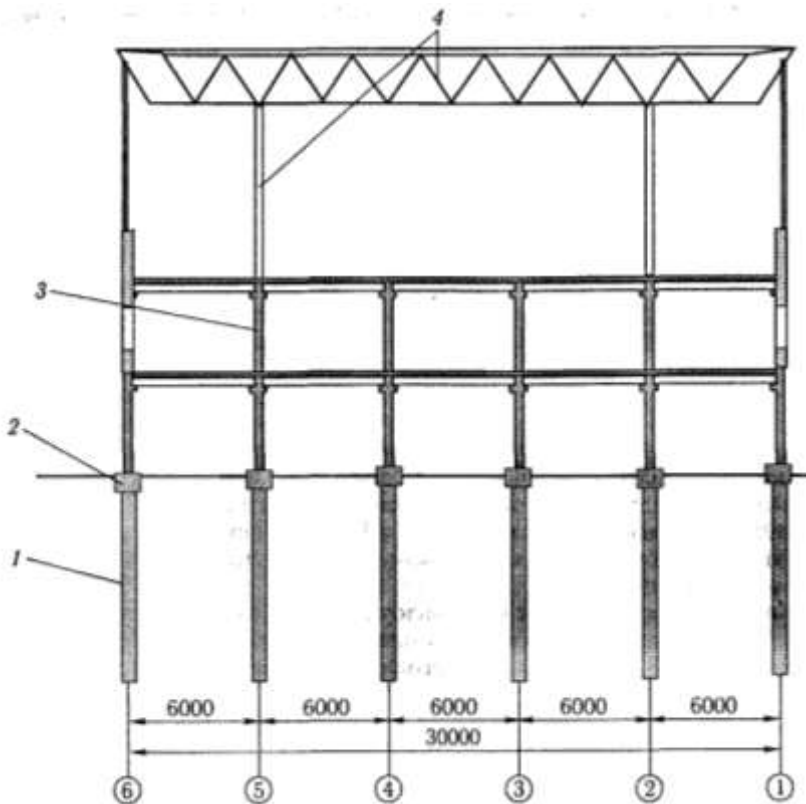


Рис. 7.4.1 – Надбудова поверху з легких металевих конструкцій: 1 – палі наявної споруди; 2 – ростверк тієї самої споруди; 3 – наявні елементи каркаса і перекриття; 4 – металеві конструкції надбудови

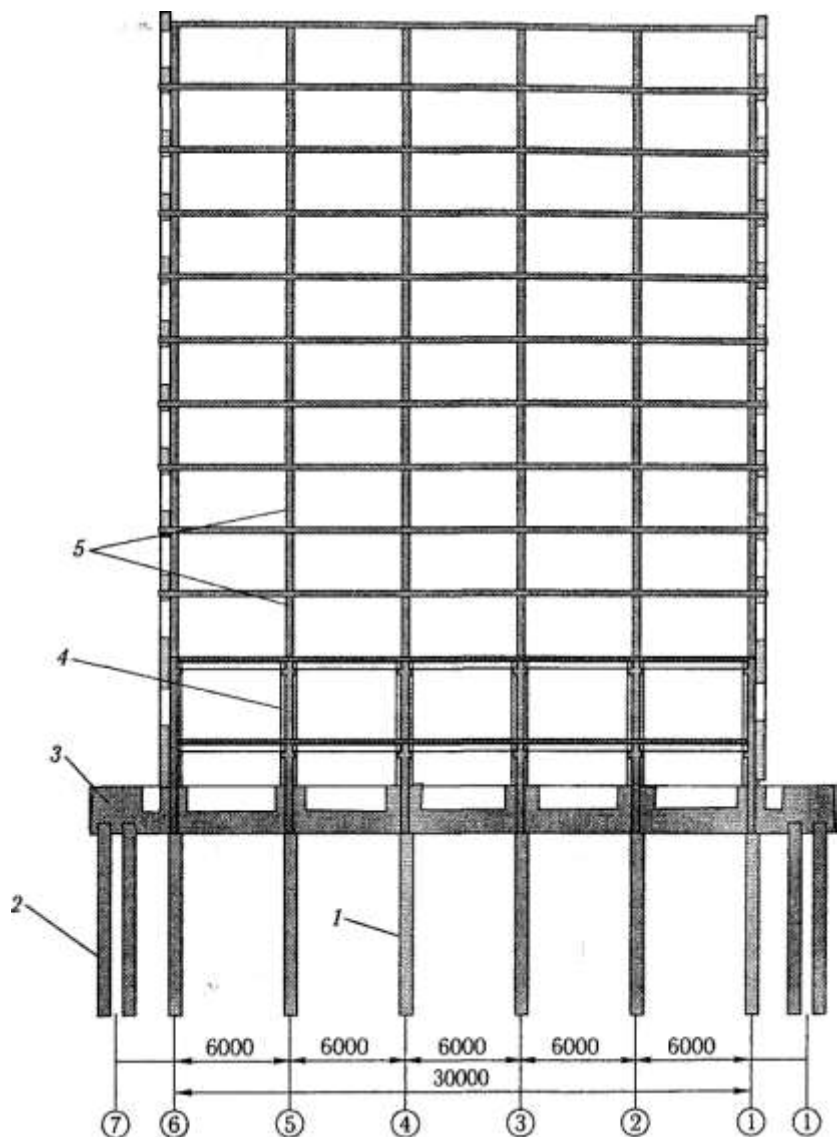


Рис. 7.4.2 – Надбудова багатоповерхової частини з підсиленням наявних конструкцій: 1 – палі конструкції, що надбудовується; 2 – додаткові палі; 3 – плита-ростверк підсилення; 4 – підсилення наявних колон; 5 – конструкції каркаса надбудови

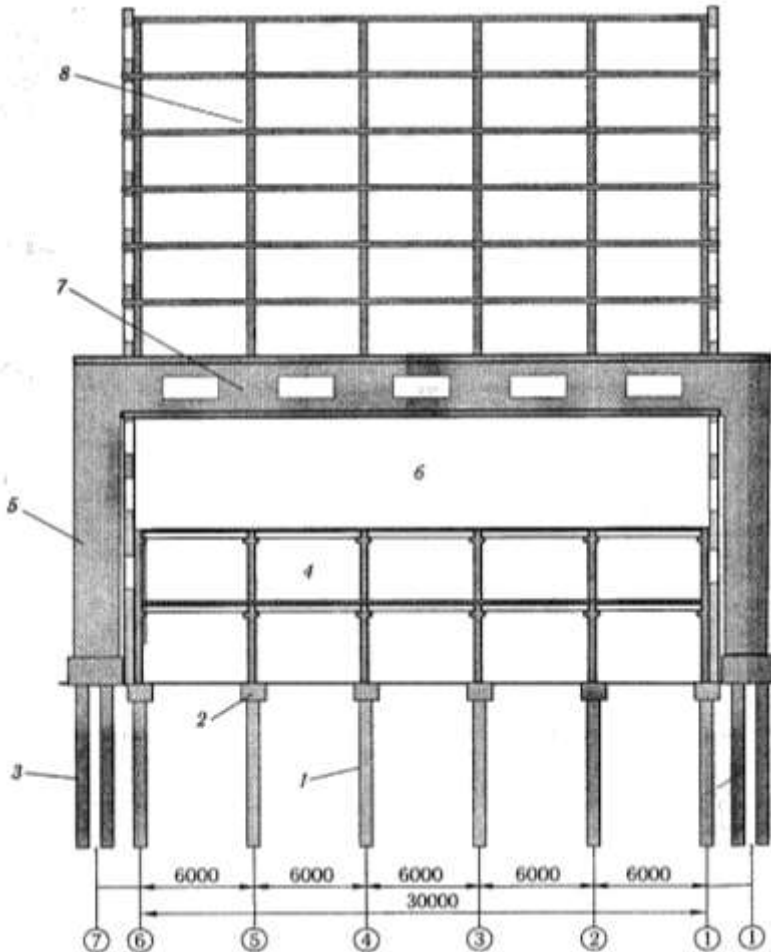


Рис. 7.4.3 – Надбудова багатоповерхової частини з переобпиранням:
 1 – палі споруди, яка надбудовується; 2 – ростверк тієї самої споруди;
 3 – додаткові палі; 4 – наявні елементи каркаса і перекриття; 5 – додаткові
 опори; 6 – загальні приміщення; 7 – додаткові конструкції платформи
 основи; 8 – конструкції каркаса надбудови

Прибудови вважають додатками до наявних будинків у плані, а також розглядають як включення невеликих старих будинків у нові будівельні комплекси.

Роль архітектора під час розроблення проєкту реконструкції громадських та житлових споруд має бути основною. Розробляючи проєкт

реконструкції, архітектор повинен пам'ятати, що навіть незначна перебудова будинку чи споруди може спричинити його пошкодження. Щоб запобігти цьому, слід не перевищувати навантаження на фундаменти, не планувати пробивання значної кількості прорізів і пазів у несучих стінах, не відключати систему опалення взимку, не залишати будинок без даху на довгий час. Виконують прибудови до наявного будинку із улаштуванням робочого шва. Підшву нового фундаменту прибудови зазвичай закладають на одному рівні з фундаментом наявного будинку.

Реконструючи громадські й житлові будинки, дотримуються таких умов: роботи проводять із відселенням або без відселення з будинків мешканців чи організацій; будівельним роботам передують розбирання старих конструкцій.

Реконструкцію слід проводити у чіткій відповідності до проекту виконання робіт, у якому розроблено методи і терміни їх виконання. Низька культура виробництва та зволікання зі строками робіт досить часто призводять до того, що ще міцні будівлі у період реконструкції або після її закінчення потребують додаткового підсилення несучих конструкцій, мають тріщини у стінах та інших конструкціях чи підвищену їхню вологість.

Відомо два організаційно-технологічних прийоми реконструкції:

1) виконання всіх робіт із розбирання старих конструкцій, а потім зведення нових;

2) розбирання спочатку тільки тих конструкцій, які відкривають фронт для певних робіт, а потім інших. У першому випадку роботи виконують за допомогою баштового крана: знімають покрівлю, дах, покриття, перегородки, перекриття тощо. У будинку розбирають усе, крім фундаментів і несучих стін, а потім виконують внутрішні конструктиви знизу вгору так, як і при новому будівництві, з використанням баштового крана. У другому випадку застосовують малу механізацію. Роботи ведуть одночасно на всіх поверхах.

Матеріали на робочі місця подають за допомогою малої механізації або вручну від приймальних площадок, винесених у вікна або на балкони. На виносні площадки матеріали і конструкції подають підйомниками та кранами. Якщо вантажі подають на поверх крізь віконні отвори кранами, то на нижніх поверхах не повинні знаходитися люди.

Підсилення фундаментів виконують у таких випадках: при руйнуванні окремих ділянок фундаментів від осідання, розмивання ґрунтів, раніше здійснених конструктивних змін, зокрема виникнення отворів; при збільшенні навантаження на фундаменти від конструкцій заміни чи надбудов.

Зношені кам'яні фундаменти зміцнюють ін'єкцією цементного розчину під тиском 2...10 атм у шви між каменями.

Кам'яні стрічкові фундаменти підсилюють розширенням підшви, заглибленням, розширенням із одночасним заглибленням, утворенням фундаментної плити, буроін'єкційними палями. Роботи виконують захватками близько 3...5 метрів, а за потреби і меншими. Для збереження цілісності будинку під час відкриття фундаментів навантаження від розміщених вище стін і поверхів повністю або частково передають на тимчасові опори. Виконуючи земляні роботи, стінки виїмок потрібно закріпити.

Підсилення і способи усунення дефектів стін. За наявності в стінах дефектів застосовують різні способи їх усунення: підсилення простінків і стовпів; ремонт і підсилення перемичок; відновлення проектного положення стін; збільшення жорсткості стінового каркаса будівлі. Крім того, можливі перекладення окремих ділянок стіни, підвищення теплозахисних властивостей і поліпшення естетичного вигляду стіни.

За наявності в стіні тріщин давнього походження без слідів їх розкриття останнім часом, такі тріщини ліквідують, якщо стіна загалом не втратила своєї форми і несучої здатності.

Тріщини завширшки до 40 мм заповнюють нагнітанням розчину під тиском близько 2,5 атм.

Місця розміщення отворів для нагнітання розчину вибирають залежно від розташування тріщин на стіні: на ділянках із вертикальними або похилими тріщинами їх улаштовують через 0,8...1,5 м, а на горизонтальних тріщинах – через 0,2 ... 0,3 м.

Іноді при ліквідації тріщин на найпомітніших ділянках стіни укладають кілька цеглин, які називаються замком, а в довгих і широких тріщинах улаштовують замок з якорем із прокатного профілю, що укріплюють у стіні анкерами.

Якщо в стіні виявлено наскрізні тріщини у вигляді розривів кладки в місцях з'єднання зовнішніх і внутрішніх стін або в зовнішніх кутах, для зміцнення їх застосовують металеві накладки зі штабової сталі. Кінці накладок загинають у бік стіни для кращого зчеплення з нею і фіксують болтами, які розміщують від тріщини на відстані, що дорівнює приблизно півтори товщини стіни. У простіших випадках за порівняно невеликої довжини і ширини тріщини накладки можна кріпити до стіни йоржами з одного боку стіни. Якщо стіни відхиляються від вертикалі, виправити їх можна за допомогою вертикальних накладок із прокатних профілів (швелера № 12...16) із кріпленням їх йоржами.

Дефекти стін у вигляді спучення, порушень початкової форми усувають накладанням прокатних профілів із двох боків стіни в горизонтальному або вертикальному напрямках. Ці профілі називають розвантажувальними жорсткими поясами.

У разі застосування поясів у паралельних стінах будинку їх зв'язують між собою тяжами, які влаштовують на рівні конструкції підлоги для збільшення жорсткості усього стінового каркаса.

Крім системи жорстких накладок загальне відновлення жорсткості стінового кістяка як просторової конструктивної системи здійснюють за допомогою заздалегідь напружених поясів або тяжів з круглої арматурної сталі. Пояси є простими у виконанні і дуже ефективними. Тяжі діаметром 28...40 мм розміщують на рівні тих перекриттів, в яких є тріщини. На кутах будинку встановлюють опорні швелери № 12...15 завдовжки близько 1,5 м, до яких приварюють тяжі.

У плані будинку пояси мають утворювати замкнені контури, за можливості близькі до квадрата зі співвідношенням не більше ніж 1:1,5. Довжина поясів на кожній зі стін може досягати 15...18 м. Попереднє напруження поясів створюють натяжними муфтами, які передбачають зазвичай у середній частині кожної ділянки периметра поясу. Зусилля натягнення контролюють динамометричним ключем відповідно до розрахункової величини. Система напружених поясів утворює в стіновому каркасі стискальні зусилля, які гасять розтягнення і деформації, що є наслідком порушення форми стінового каркаса.

При зміцненні стінового каркаса напруженими поясами зменшується витрата металу порівняно з жорсткими накладками. Конструкція напружених поясів складається зі стандартизованих вузлів, а роботи з улаштування є суто монтажними. Невеликі перерізи металевих поясів дають можливість зберегти поверхню фасаду, для чого всі складові частини поясів потрібно розміщувати у заздалегідь підготовлених борознах.

Часткову перекладку стін виконують при заміні зовнішнього шару стіни у разі його зносу або відшаровування облицювальних рядів, з кріпленням нових каменів перев'язуванням з наявною кладкою або за допомогою анкерів.

Складнішою є заміна окремих ділянок стіни (найчастіше простінків) у випадку їх руйнування від перевантаження або для зміни розмірів. У першому випадку (без зміни перекриттів у приміщенні) над місцем, що замінюється, підвішують на тимчасових стояках і балках ділянку стіни і перекриття. Потім цю частину стіни розбирають і викладають знову.

Простінки підсилюють за допомогою залізобетонних і металевих обойм-«сорочок». Залізобетонні підсилення є ефективнішими і за можливості доцільніше застосовувати їх. Для значного підсилення стін можна оштукатурювати їх по сталевій сітці з чарунками близько 150×150 мм і перерізом 4...6 мм.

У цьому разі металеві накладки по кутах роблять трохи довшими за відстань між верхнім і нижнім упорами (біля стелі та підлоги). Потім їх

стискають за допомогою болтів, чим досягають потрібного попереднього напруження конструкції, що працює на стиснення.

Підсилення та зміцнення перемичок. За наявності в перемичках незначних тріщин їх ліквідують розчином. У разі великих деформацій (наскрізних тріщин по всій висоті перемички та пошкоджень її нижньої поверхні) перемички посилюють, зміцнюючи металевими кутиками або збірними залізобетонними перемичками.

Улаштування отворів. Іноді виникає потреба збільшити ширину та висоту віконних і дверних отворів. За порівняно невеликих розмірів розширення отвору простінки, що при цьому зменшуються з його боків, посилюють накладками із залізобетону або металевого стояка з передаванням на них навантаження від перемички. Складнішим завданням є об'єднання двох або трьох віконних отворів першого поверху для влаштування вітрин. За великих розмірів отворів простінки посилюють двома металевими профілями, а за можливості – проміжними стояками в середній частині отвору. У разі об'єднання двох отворів в один зі збереженням або збільшенням їх висоти використовують міцніший металевий каркас.

Значно зменшує капітальність будинку чи споруди пробивання отворів у несучих стінах для вікон або дверей, тому ці отвори потрібно проектувати якомога меншими (рис. 7.4.4а), вводячи для об'єднання фасаду пілястри, пояски тощо. Якщо надбудовують поверх, то для зменшення маси надбудови вікна та двері доцільно робити якомога більшими (рис. 7.4.4б), зберігаючи при цьому загальний вигляд будинку.

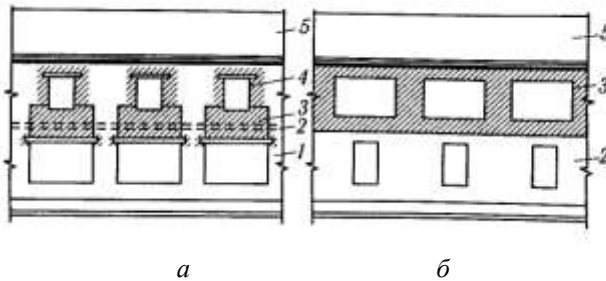


Рис.7.4.4 – Реконструкція одноповерхового будинку у двоповерховий:
а – улаштування міжповерхового перекриття; б – надбудова поверху;
1 – стара кладка; 2 – нове міжповерхове перекриття; 3 – нова кладка;
4 – пробиті прорізи; 5 – дах

Характерним є процес улаштування отворів у несучих стінах. Отвори у стінах прорізають або пробивають за допомогою механізованого інструменту (електроінструмент з дисковою пилою, пневмо-, електро- та гідромолотки). Спочатку над майбутнім отвором у стінах вирубують горизонтальні борозни з двох протилежних боків, куди заводять балки з

прокатного металу (найчастіше зі швелера). Балки стягують між собою болтами, після чого пробивають отвір для вікна чи дверей (рис. 7.4.5).

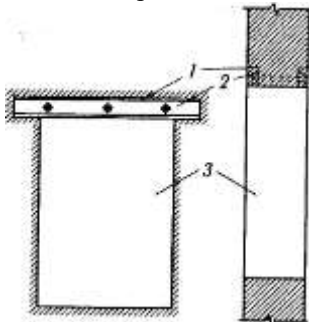


Рис. 7.4.5 – Пробивання прорізів у несучих стінах: 1 – металева балка; 2 – стяжні болти; 3 – пробитий проріз

Заміна перекриттів. У разі реконструкції будівлі з відселенням повністю або частково замінюють перекриття, що виконують зі збірного чи монолітного залізобетону. Нові перекриття зі збірного залізобетону монтують знизу вгору за допомогою монтажних кранів, заздалегідь розібравши старі перекриття повністю або в межах робочої захватки. У старих цегляних будинках з товстими стінами плити укладають безпосередньо на стіни, заводячи їх у пази, які влаштовані в стінах. В інших випадках, коли прорізи ослаблюють конструкцію стін, у них заздалегідь улаштовують пояс із прокатного металу або із монолітного залізобетону, на який укладають плити. Інколи для обпирання плит у малоповерхових будинках зводять нові стіни. У разі повного розбирання всіх старих перекриттів слід забезпечити стійкість стін, що залишаються, і за потреби виконати їх тимчасове підсилення.

Заміна перекриттів на монолітні залізобетонні може виконуватись як за повного, так і за поповерхового розбирання старих перекриттів у межах захваток. У першому випадку зведення нових монолітних перекриттів здійснюється знизу вгору за традиційними методами влаштування опалубки на столах чи риштуваннях і згори вниз із застосуванням опускних систем опалубки.

Для зміни перекриттів можна застосовувати також метод підйому їх. У такому разі перекриття можуть бути повністю монолітними або складатися з настилів з монолітними ділянками для їх з'єднання. Всі перекриття виконують на зручній позначці, на рівні першого поверху. Потім їх підіймають за допомогою системи домкратів на проектні позначки, де кріплять до стін або колон. Велике значення за цього методу має те, що опори в приміщенні можуть бути розташовані вільніше і раціональніше з погляду планування, розподілу навантажень.

У разі виконання робіт без відселення влаштовують ділянки залізобетонного перекриття при загальному збереженні дерев'яних перекриттів. Водночас підсилюють окремі пристінні частини кількох балок накладками з прокатного металу та зводять нові балки із такого самого металу, на яких влаштовують незнімну опалубку з профнастилу з наступним виконанням монолітного залізобетонного перекриття. За наявності в будинку металевих балок дерев'яне заповнення між ними замінюють на залізобетонне.

Відновлення і підсилення конструкцій балконів виконують укладанням додаткової арматури і шару бетону, якщо це дозволяють позначки приміщень, в які ведуть балконні двері. Так можна підсилювати балкони із залізобетону.

У балконах на консольних металевих балках найчастіше підсилюють саме ці балки в найвразливішому місці, зокрема наварюванням накладок на стінки балок або кутиків на їхні нижні полиці.

Для охорони природного середовища сміття та рештки зруйнованих конструкцій спускають униз по спеціально обладнаних коробах-сміттепроводах у бункер-накопичувач, з якого сміття перевантажують на автотранспорт для вивезення за межі будівельного майданчика (рис. 7.4.6).

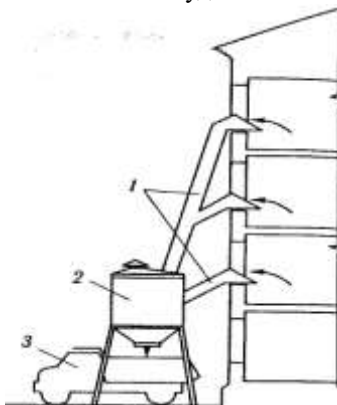


Рис. 7.4.6 – Схема сміттєвидалення: 1 – сміттєпровід; 2 – бункер-накопичувач; 3 – автотранспорт

Контрольні питання:

1. Яка мета реконструкції житлових і громадських будівель?
2. Опишіть способи проведення надбудови.
3. В яких випадках виконують підсилення фундаментів?
4. Опишіть способи підсилення дефектів стін.
5. Наведіть варіанти підсилення та зміцнення перемичок та конструкцій перемичок.

Тема 7.5. Реконструкція промислових будівель

У зв'язку із сучасною тенденцією технічного переобладнання промислових підприємств виникає потреба реконструкції будинків і споруд, в яких вони розміщені. Нині ще експлуатуються промислові споруди, збудовані 80...100 років тому. Проте моральне старіння технологічного обладнання відбувається значно швидше – за 5...7 років. Це призводить до того, що нове устаткування потребує перепланування будинку і, як правило, зміцнення або заміни деяких конструкцій навіть у капітальних спорудах. Слід зазначити, що в економічно розвинених країнах спостерігається тенденція будівництва промислових споруд з особливо легких і недовговічних конструкцій. Такі будинки можна повністю розбирати і утилізувати разом з технологічним обладнанням, а для нових технологій будувати нову промислову споруду. Проте за умов, які склалися в Україні, економічна ефективність капітальних вкладень у реконструкцію зазвичай вища, ніж у нове будівництво. Ці показники можуть бути кращими, якщо буде старанно відпрацьовано технологію і організацію робіт, а в будівництві застосовуватимуться нові спеціальні машини, здатні ефективно працювати в умовах реконструкції.

Реконструкція промислових будівель може бути проведена за такими архітектурно-планувальними рішеннями: заміна не несучих конструкцій, перегородок і фундаментів під технологічне обладнання; укріплення окремих несучих конструкцій; часткова заміна несучих конструкцій; повна заміна несучих конструкцій.

Будівельні роботи в умовах реконструкції промислових споруд ускладнюються потребою функціонування основного виробництва, припиненням робіт через об'єктивні причини, впливом підвищеної кількості небезпечних чинників тощо.

Характерним видом робіт за будь-якої реконструкції є знесення, розбирання та демонтаж будівель і конструкцій.

Знесення та розбирання промислових споруд можуть бути повними або частковими. Повне знесення споруди виконують у разі значного фізичного зносу конструкцій споруди або якщо на її місці має бути зведена інша споруда. Часткове розбирання виконують при зніманні окремих конструкцій під час перепланування або заміні їх на міцніші. В обох випадках частину конструкцій (якомога більшу) демонтують, а частину ламають, якщо конструкції неможливо демонтувати. Демонтовані конструкції можуть бути застосовані повторно.

Розбирають споруди в послідовності, зворотній будівництву, а саме: демонтують технологічне обладнання та інженерні комунікації; розбирають огорожувальні конструкції (покрівлю, підлогу, ненесучі стіни); демонтують або руйнують несучі конструкції; розбирають конструкції фундаменту.

Демонтаж технологічного обладнання та конструкцій виконують за допомогою слюсарних інструментів, металорізок, домкратів, лебідок, вантажопідіймальних і транспортних машин.

Елементи покрівель розбирають із сортуванням матеріалів і виробів для їх подальшого застосування або утилізації. Демонтаж конструкцій дерев'яного даху виконують блоками за допомогою монтажного крана з подальшим розбиранням їх на елементи на спеціально організованих майданчиках.

Залежно від конструкції, якості матеріалу й обсягу робіт підлоги розбирають вручну або механізовано. Бетонні підлоги або підлоги з неякісним покриттям на бетонній підготовці руйнують за допомогою відбійних молотків і гідромолотів.

Ненесучі стіни розбирають з обвалами, якщо їх зроблено із цегли або дрібних блоків, і вручну – без обвалів із штабелюванням. Стіни з великих блоків, плит і заводських щитових виробів розбирають за допомогою вантажопідіймальних машин і відбійних молотків або електрифікованого інструменту.

Залізобетонні і металеві несучі конструкції демонтують за допомогою кранів і лебідок. Стіни обвалюють тягачами, захоплюючи тросами за простінки, або знімають блоками, попередньо зруйнувавши відбійними молотками чи механізованим інструментом. Забороняється обвалювати несучі масивні конструкції на нижні перекриття. Перекриття демонтують кранами, попередньо зруйнувавши місця кріплення. Масивні бетонні конструкції заздалегідь розламують на менші шматки механічним, термічним способом або за допомогою вибуху. Для цього застосовують пневматичні, гідравлічні, електричні молоти, свердильні машини, різні різакі (кисневі, електричні, плазмові), вибухові речовини.

Особливості земляних робіт. Основною технологічною особливістю земляних робіт в умовах реконструкції є мала площа, а також насичення земляного масиву залишками будівельних конструкцій та підземних комунікацій. За таких умов досить великий обсяг земляних робіт виконують вручну. Крім того, стінки багатьох земляних виїмок потрібно закріплювати у вертикальному положенні.

Найчастіше в умовах реконструкції використовують гідравлічні екскаватори зі зворотною лопатою та малим об'ємом ковша (до 1 м³), а також з грейферним ковшем.

Для умов реконструкції розроблено малогабаритні машини для земляних робіт. Іноді ці машини настільки малі, що оператор стоїть за виносним пультом для її управління. Такі машини подають у виїмки автокранами або мостовими кранами діючого підприємства. Ґрунт з виїмок вивозять за територію цеху, а потім завозять для зворотного засипання. Зворотнє засипання виконують шарами завтовшки 0,3...0,5

м із обов'язковим ущільненням ґрунту. Для земляних робіт можуть успішно застосовуватись, як самостійно, так і в комплекті з екскаватором, малогабаритні пневмоколісні навантажувачі. Такі навантажувачі маневрені, швидкохідні і не завдають шкоди підлозі, якщо її треба зберегти.

Особливості бетонних робіт. Характерним для бетонних робіт в умовах реконструкції є обмежені умови, різноманітність конструкцій та обсягів робіт, потреба застосування спеціальних бетонних сумішей.

Для влаштування підземних конструкцій найбільше (до 80 % обсягу) використовують монолітний бетон.

За умов реконструкції застосовують заздалегідь заготовлені опалубки, з яких перспективними є уніфікована дрібнощитова, блок-форми, незнімна. В окремих випадках успішно застосовують великощитову опалубку.

Найбільший ефект від застосування блок-форм отримують, якщо висота конструкції не перевищує 2 м, а об'єм – 5...8 м³.

Незнімну опалубку виготовляють із залізобетонних плит завтовшки 100 мм, армоцементу завтовшки 35 мм, склоцементних листів завтовшки до 18 мм, а також застосовують готові труби з різних матеріалів, металеві листи та металеву сітку.

Бетонну суміш подають в опалубку всіма відомими способами, крім того, використовують цеховий транспорт основного підприємства – мостові крани, електрокрани тощо (рис. 7.5.1).

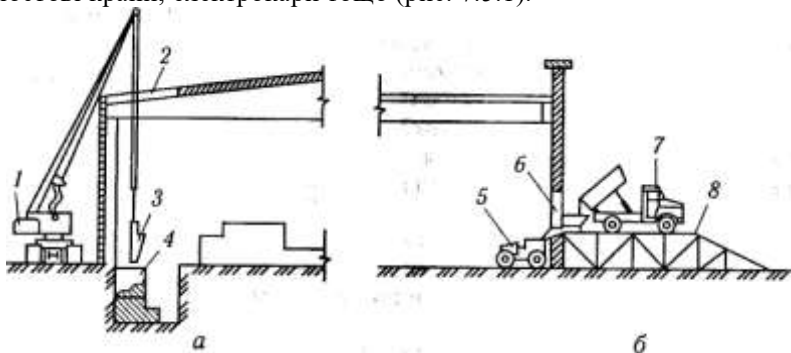


Рис. 7.5.1 – Подання бетонної суміші через тимчасові прорізи в будинку: а – крізь прорізи в покритті; б – крізь прорізи в стінах; 1 – кран; 2 – проріз у покритті; 3 – баддя; 4 – місце бетонування; 5 – мотовізок; 6 – проріз у стіні; 7 – автосамоскид; 8 – естакада

Для доступу будівельних машин і транспорту до місця бетонування в конструкціях покриття або стінах роблять тимчасові прорізи (рис. 7.5.2).

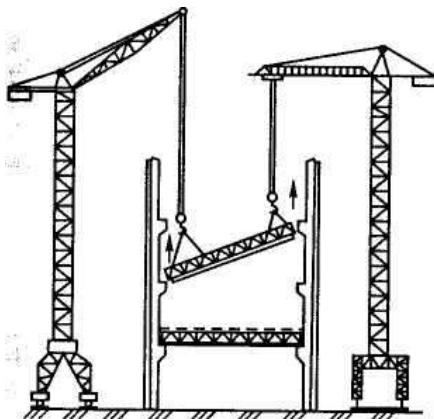


Рис.7.5.2 – Демонтаж конструкцій двома кранами.

В умовах реконструкції за достатніх обсягів робіт використовують також бетононасоси. Останнім часом на базі бетононасосів з гідравлічним приводом розроблено установки з продуктивністю $5 \dots 60 \text{ м}^3/\text{год}$, які значно розширюють сферу застосування трубопровідного транспорту. Ефективність бетононасоса підвищується, якщо його оснастити гідравлічним маніпулятором або шарнірно-зчленованою стрілою з бетоноводом.

Особливості монтажно-демонтажних робіт. Під час реконструкції промислових будівель виникає потреба не тільки у монтажі нових конструкцій, а й у демонтажі старих.

Організаційна послідовність таких робіт може бути роздільною або комплексною. За роздільної послідовності спочатку демонтують усі старі конструкції, а потім монтують нові, а при комплексній на місце кожної демонтованої конструкції монтують нову. Монтажно-демонтажні роботи виконують одними і тими самими машинами. За умов реконструкції слід застосовувати спеціальні машини з малими габаритами, які могли б переносити конструкції у глиб фронту робіт через технологічне устаткування, переміщатися з вантажем, мали допоміжні гідравлічні захоплювачі та інші пристрої.

Здебільшого будівельники застосовують крани, призначені для використання в умовах нового будівництва. Таке рішення не завжди ефективне, оскільки немає можливості використовувати крани на проектну потужність (рис.7.5.3). Будівельні організації, які використовують стандартне обладнання й машини, розробляють комбіновані монтажні крани (рис.7.5.4). Для підвищення

вантажопідйомності самохідного крана іноді під кінцем стріли ставлять допоміжну опору або збільшують масу противаги.

Найчастіше в умовах реконструкції для виконання на обмежених площах невеликих обсягів робіт застосовують найпростішу монтажну оснастку і обладнання – домкрати, талі, лебідки, важелі, клини.

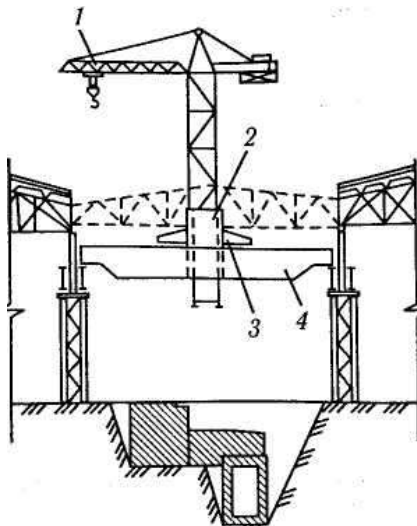


Рис. 7.5.3 – Використання мостового крана зі змінним баштово-стріловим обладнанням: 1 – баштово-стрілове обладнання; 2 – обойма; 3 – візок; 4 – мостовий кран

Підсилення конструкцій значно дешевше, ніж демонтаж та заміна їх на нові. Потреба у підсиленні конструкцій промислових споруд виникає у зв'язку зі збільшенням на них навантажень або коли в результаті старіння зменшилась їхня несуча здатність. Найчастіше підсилюють залізобетонні фундаменти, колони, балки і плити перекриттів. Складно підсилювати фундаменти та балки, легше – колони та плити.

Підсилення фундаментів виконують збільшенням площі опирання, заглибленням, закріпленням ґрунту основи, пересаджуванням на палі. Для збільшення площі підшви фундаменту його розвантажують (під несучі конструкції, що на нього опираються, підводять тимчасові опори), відкопують по периметру ґрунт і добетонують тіло фундаменту до потрібних розмірів. Зв'язок добетонованої частини зі старою забезпечують збільшенням шорсткості старої поверхні насічкою, оголенням старої арматури і з'єднанням її з новою, вирубанням спеціальних пазів, обтягуванням

обручами тощо. Збільшення заглиблення фундаменту практикують нечасто у зв'язку з тим, що відкопаний фундамент треба підвішувати до тимчасових балок і шпренгелів, а потім під ним робити підкоп і заповнити цей простір бетоном чи кладкою. Пересаджування фундаменту на палі – це технологічно і конструктивно найдосконаліше рішення. Поряд із фундаментом з двох протилежних боків відкопують приямки, з яких у ґрунт удавлюють збірні палі або виконують їх бурунабивними. У створі з палями над ними крізь фундамент пробивають отвір і забетоновують балку, яка спирається на палі.

Підсилення фундаменту можна виконувати також буриін'єкційними палями, які пропускають крізь тіло фундаменту. Здебільшого для зменшення осідання фундаменту під навантаженням нові його частини вдавлюють у ґрунт домкратами або клинами до з'єднання зі старою частиною. В окремих випадках замість підсилення фундаментів закріплюють ґрунт основи методами силікатизації, цементації або смолизації, але це досить високовартісні способи.

Підсилення залізобетонних колон і стовпів із кам'яної кладки виконують збільшенням поперечного перерізу обетонуванням або кладкою з усіх, з кількох або з одного боку. Зв'язок нової частини зі старою виконують з'єднанням нової арматури зі старою. Можна підсилювати колони металевим кожухом або вертикальними елементами з прокатного металу. Металеві колони підсилюють додаванням до поперечного перерізу прокатного металу за допомогою болтів та електрозварювання.

Підсилення балкових елементів виконують установленням у нижній частині металевого шпренгеля, який охоплює торці опорних частин. Залізобетонні балки та плити добетонують зверху, збільшуючи їхню робочу висоту. Для цього нову арматуру обов'язково з'єднують зі старою.

Металеві балкові елементи підсилюють установленням у нижній частині попередньо напружених стрижнів.

Перед підсиленням балки та плити розвантажують і за потреби розчищають опори.

Контрольні питання:

1. Опишіть доцільність проведення реконструкції промислових будівель.
2. Охарактеризуйте знесення та розбирання промислових споруд.
3. Наведіть особливості земляних робіт.
4. Наведіть особливості бетонних робіт.
5. Опишіть особливості монтажних-демонтажних робіт.

Тема. 7.6. Експлуатація та ремонт будівель та споруд

Необхідність забезпечення справного стану конструкцій, частин будинків і споруд, а також інженерного обладнання, їхньої надійної роботи упродовж нормативного терміну служби потребує виконання науково обґрунтованих методів експлуатації будинків та споруд. Основою цих методів є єдина система планово-запобіжних ремонтів (ПЗР). **Система ПЗР** – це сукупність організаційних і технічних заходів з нагляду та ремонту будинків і споруд. Ці заходи проводять періодично у встановлені терміни з метою запобігання передчасному зношенню, аваріям, підтримання конструкцій та інженерного обладнання в належному експлуатаційному стані.

Для визначення категорії технічного стану покрівель та гідроізоляції керуються даними, наведеними в нормативних документах.

За системою ПЗР встановлено такі види технічних оглядів: систематичний, загальний періодичний, позачерговий. За систематичних оглядів обстежують окремі конструктивні елементи будинків, споруд або їх обладнання (дах, покрівля, водопровід, центральне опалення, каналізація тощо).

За загальних оглядів обстежують будинок (споруду) в цілому: всі конструкції, інженерне обладнання, опоряджувальні та гідрозахисні покриття, елементи зовнішнього благоустрою.

Періодичні огляди здійснюють двічі на рік: навесні та восени. Весняний огляд проводять з 1 по 30 квітня після танення снігу. За результатами весняного огляду складають перелік заходів, потрібних для підготовки будинку (споруди) до експлуатації в наступний зимовий період.

Осінній огляд будинків (споруд) проводять з 1 по 30 вересня до початку опалювального сезону для перевірки їх готовності до експлуатації в зимовий період. У процесі проведення осіннього огляду визначають обсяг робіт потокового ремонту будинків (споруд) для внесення у перспективний план ремонту наступного року.

Позачергові обстеження здійснюють після великих злив, снігопадів, ураганів, землетрусів та інших стихійних явищ, які можуть завдати пошкоджень окремим частинам будинків (споруд).

Огляди будинків і споруд проводить спеціальна комісія, головою якої призначають головного інженера чи керівника служби технічного нагляду.

Результати технічного огляду заносять до спеціального журналу технічної експлуатації будинків та споруд.

За системою ПЗР встановлено два види ремонтів: поточний і капітальний.

Періодичність ремонтів визначається термінами служби тих або інших конструкцій.

Експлуатаційна служба на кожний будинок (споруду) оформляє паспорт технічного стану і журнал з експлуатації, в який заносять результати всіх обстежень і ремонтів.

Поточний ремонт полягає в системному і своєчасному проведенні робіт для захисту конструктивних елементів та обладнання будинків (споруд) від передчасного зносу, а також ліквідації дрібних пошкоджень, які виникли в процесі експлуатації.

Він передбачає виконання таких основних робіт:

- комплекс процесів, метою виконання яких є консервування і відновлення початкового вигляду окремих конструктивних елементів, інженерного обладнання, опоряджувальних покриттів та елементів благоустрою;
- заходи щодо усунення дрібних дефектів, не пов'язаних із заміною основних конструкцій та обладнання будинку (споруди);
- роботи з налагодження і регулювання інженерного обладнання (системи опалення, вентиляції тощо).

Приймання виконаних робіт полягає в перевірці відповідності їх переліку і обсягам, передбаченим планом проведення поточного ремонту, якості виконаних робіт, наявності актів на приховані роботи. Завершуються ці роботи складанням акта, який є основним документом для оплати та списання матеріалів.

Капітальний ремонт полягає в заміні або відновленні окремих конструктивних елементів та обладнання будинків (споруд) у зв'язку з їх зносом або руйнуванням.

Будинки (споруди) для капітального ремонту відбирають так:

- проводять загальний огляд будинку (споруди) і виконують технічні дослідження для визначення потреби ремонту цього будинку (споруди), результати огляду оформлюють відповідним актом. У процесі досліджень вивчається необхідність, доцільність і характер передбаченого ремонту, можливість його проведення окремо від розміщених навколо будинків або разом із ними, доцільність ремонту в існуючих габаритах або з їх зміною та інших параметрів. Після закінчення досліджень організація, що їх проводила, складає звіт, в якому наводить фактичні дані огляду та обстеження конструкцій, пропозиції щодо їх підсилення або заміни, а також розрахунки, які підтверджують ці пропозиції;
- обстежені будинки (споруди) заносять до титульного списку проєктних робіт;
- включають будинок (споруду) до титульного списку капітального ремонту, який затверджується замовником.

Капітальний (особливо комплексний) ремонт будинків (споруд) через специфічність умов виконання належить до складних, як правило, більш трудомістких робіт, ніж нове будівництво. Тому проводити його слід лише за наявності потрібної проєктно-технологічної документації.

За результатами проведення капітального ремонту складається акт, на основі якого експлуатаційна служба вносить відповідні відомості до технічного паспорта будинку чи споруди.

Найскладніші і трудомісткіші процеси під час ремонту – це експлуатація та ремонт покрівель і дахів, на які руйнівні чинники впливають найбільше. Для своєчасного виявлення та ліквідації дефектів на дахах і покрівлях чинними нормативами передбачено проведення двох видів огляду – чергових і позачергових. Чергові огляди за часом їх проведення поділяють на весняні й осінні, а за обсягом виконання – на візуальні та інструментальні.

Позачергові технічні огляди проводять після землетрусів, сильних вітрів, злив і великих снігопадів.

Під час обстеження технічного стану дахів та покрівель потрібно проводити обстеження: загального стану покриття, стану водовідводів, стану покрівельного покриття і теплоізоляційного шару. Результати обстеження технічного стану даху та покрівлі фіксують у спеціальному акті.

Ремонти дахів та покрівель поділяються на два види: поточний і капітальний.

Поточний ремонт виконують у плановому порядку, він полягає в систематичному і своєчасному проведенні робіт зі збереження окремих елементів даху та покрівлі від передчасного зносу і своєчасному усуненню пошкоджень, які виникають у процесі експлуатації.

Поточний ремонт дахів і покрівель поділяють на три види: технічне обслуговування (ТО), поточно-профілактичний (ПП) і поточно-непередбачений (ПН) ремонт.

Технічне обслуговування полягає в проведенні робіт зі своєчасної підготовки до експлуатації дахів і покрівель у весняно-літній і осінньо-зимовий періоди року. До робіт із технічного обслуговування мають належати:

- в осінньо-зимовий період — очищення покрівлі від сміття, листя, бруду, снігу, льоду; очищення водоприймальних лійок.
- у весняно-літній період — очищення покрівлі від сміття та бруду, очищення і за потреби закріплення водоприймальних лійок, труб; дрібний ремонт покрівельного покриття, антисептування та вогнезахисне оброблення несівних елементів даху або антикорозійне оброблення, якщо елементи даху металеві; ремонт карнизних звисів, ходових доріжок.

Очищати покрівлі від снігу слід лише дерев'яними лопатами, скидати сніг рівномірно по всій площині покрівлі, виключаючи нерівномірність навантаження кроквяної системи. При цьому для збереження покрівлі потрібно залишати на її поверхні шар снігу не менше ніж 5 см.

Поточний профілактичний ремонт полягає в своєчасній ліквідації пошкоджень з метою запобігання їх подальшому розвитку. Обсяг робіт при цьому відповідає записам в акті обстеження. Такий ремонт проводять не рідше ніж один раз на три роки.

Поточний непередбачений ремонт полягає в терміновому виправленні випадкових пошкоджень і дефектів, які призводять до протікання покрівлі та водостоків або руйнування окремих елементів даху та покрівлі.

Капітальний ремонт дахів і покрівель полягає у відновленні експлуатаційної здатності елементів даху та покрівлі, які за результатами обстеження цього потребують.

Комплекс робіт з ремонту будинків і споруд або їх окремих елементів містить:

- 1) огляд і обстеження будинку (окремих елементів);
- 2) виявлення і класифікацію руйнувань;
- 3) розроблення загальної концепції ремонту;
- 4) розроблення проекту на виконання ремонтних робіт;
- 5) виконання робіт з ремонту будинку (його окремих елементів);
- 6) контроль якості виконаних робіт.

Ремонт бетонних і залізобетонних конструкцій найчастіше зумовлений корозією арматури (руйнування захисного шару), появою тріщин, корозією бетону. Причинами такого стану залізобетонних конструкцій можуть бути:

- виготовлення неякісних конструкцій з дефектами;
- відхилення від вимог нормативної документації як під час виготовлення конструкцій, так і під час монтажу їх;
- неправильна експлуатація конструкцій.

Підготовка залізобетонних конструкцій до ремонту має такі процеси:

- очищення зовнішніх поверхонь конструкцій;
- видалення шару бетону, який утратив проектну міцність;
- очищення відкритої поверхні арматури та закладних деталей від іржі.

Ці процеси можна виконувати механічними, термічними та хімічними методами.

Вибір найдоцільнішого методу виконання робіт залежить передусім від стану зовнішніх поверхонь конструкції, а також від вимог до них проекту виконання ремонтних робіт. Найчастіше використовують методи очищення бетонних поверхонь піскоструминним або водоструминним

апаратом, хімічними реагентами (кислоти, луги, розчини), механічними пристосуваннями (зубило, долото, металева щітка), а також термічними методами (струминний вогневий пальник).

Для очищення арматури та закладних деталей бажано використовувати лише механічні методи. У разі виявлення слідів руйнування арматури солями обійтися механічними методами неможливо, тому треба застосовувати водоструминний метод її очищення.

Для антикорозійного захисту арматури найчастіше використовують матеріали на основі епоксидної смоли або на мінеральних в'язучих з додаванням штучних смол. У першому випадку товщина покриття (в два шари) має становити близько 0,4 ... 0,5 мм; у другому - 1,0 мм.

Тріщини в бетоні – це природне явище і ремонту вони підлягають, якщо мають загрозові для конструкції розміри:

для агресивного середовища – понад 0,1 мм;

у вологих внутрішніх приміщеннях – понад 0,2 мм;

у сухих приміщеннях – понад 0,3 мм.

У таких випадках тріщини потрібно заповнити спеціальними матеріалами, виявивши попередньо причину їх появи. Причинами появи тріщин можуть бути: усадка бетонної суміші, вплив екзотермічної теплоти, різкий перепад температур, зміни в умовах обпирання конструкції, зовнішні навантаження, корозія арматури.

Як матеріали для заповнення тріщин використовують епоксидну смолу, поліуретанові смоли, колоїдно-цементний клей. Наносять їх на конструкції методом ін'єкції або просочування.

Ремонт дефектів поверхонь бетонних і залізобетонних конструкцій може виконуватися методами оббетонування, торкретування, нанесення захисного шару на окремі частини конструкції чи покриття поверхонь всієї конструкції захисними матеріалами.

Під час ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій інколи виконують роботи з їх підсилення.

Ремонт кам'яних конструкцій найчастіше виконують через появу висолів (особливо на декоративній цеглі), низьку морозостійкість і вивітрювання цегли та розчину в швах кладки, руйнування опоряджувально-захисних покриттів, появу тріщин у кладці, високу вологість цегли. Основними причинами руйнування кам'яної кладки можуть бути помилки проектування, неправильна експлуатація кам'яних конструкцій, технологічні порушення.

Поява висолів на кам'яних конструкціях є результатом потрапляння в глину, з якої виготовляють цеглу, солей магнію або кальцію. Спочатку висолі руйнують опоряджувальні покриття на кам'яних конструкціях, а потім і самі конструкції. Якщо висолі виступили лише на окремих каменях (цеглинах), то їх слід вирубати з конструкції та замінити новими.

Якщо висолами покрита вся поверхня кам'яних конструкцій, потрібно позбавитися від них методом вакуумування (під дією вакууму крізь конструкції проходить вода, яка вимиває солі магнію чи кальцію).

Низька морозостійкість цегляних конструкцій пов'язана насамперед із низькою морозостійкістю цегли. Тому перш ніж використовувати цеглу в конструкції, слід перевірити її на морозостійкість, оскільки відремонтувати такі конструкції дуже складно. Як правило, в цих випадках зруйновану цеглу доводиться повністю замінювати. У випадку незначних руйнувань кам'яних конструкцій через низьку морозостійкість цегли їх можна захистити, застосувавши додаткову зовнішню теплоізоляцію.

Найпоширенішим дефектом кам'яної кладки є тріщини. Причинами їх появи можуть бути просадка фундаменту (передусім нерівномірна); непередбачені під час проєктування будівлі збільшення навантажень на кам'яну кладку в процесі її експлуатації; низька марка цегли та розчину, на якому її клали.

Перш ніж починати ліквідовувати тріщини в кам'яних конструкціях, слід позбавитися причин їх появи. Якщо тріщини мають ширину понад 10 мм, за ними встановлюють нагляд (ставлять маяки з гіпсу, на яких пишуть дату встановлення). Поодинокі тріщини невеликих розмірів заповнюють цементним розчином. Якщо розміри тріщин значні, кладку в зоні руйнувань розбирають на глибину в півцеглини, а потім закладають якісною цеглою; інколи в тріщини завширшки 4 мм нагнітають цементний розчин.

Після завершення ремонту кам'яних конструкцій слід зовнішні їх поверхні обробити гідрофобними матеріалами ГКР-10, ГКР-11, ГКР-94.

Під час ремонту кам'яних конструкцій інколи виконують роботи з їх підсилення.

Ремонт дерев'яних конструкцій, як правило, пов'язаний із незадовільним захистом їх від вологи. Постійний контакт деревини з вологою призводить до її гниття.

Загалом причинами руйнування дерев'яних конструкцій можна вважати:

- незадовільні умови експлуатації конструкцій;
- руйнування конструкцій через недоліки проєкту;
- порушення технологічних вимог як під час виготовлення конструкцій, так і в процесі їх монтажу.

Від надійного теплозахисту і захисту дерев'яних конструкцій від грибів та комах залежить як періодичність їх ремонту, так і довговічність взагалі.

Для захисту дерев'яних конструкцій використовують антисептики, які за своїми властивостями та способами нанесення поділяють на такі групи:

антисептики, які використовують у вигляді водних розчинів: фториду, кремнефториду амонію, кремнефториду натрію та ін. Їх застосовують для конструкцій, які під час експлуатації не зазнають зволоження та вимивання водою.

Антисептичні пасти на основі кузбаслаку, екстракту на фториді натрію, глині та ін.

Перші дві пасти наносять на конструкції будь-якої вологості, оскільки водою вони не вимиваються і не впливають на корозію металу. Екстрактів пасти – неводостійкі (легко вимиваються водою), їх застосовують для конструкцій, захищених від дії вологи. В іншому разі такі покриття захищають гідрозахисними обмазками на основі бітуму або кузбаслаку.

До маслянистих антисептиків належать кам'яновугільні (для просочування деревини), кам'яновугільні напівкоксіві й сланцеві (для просочування шпал). Такі антисептики використовують для захисту конструкцій, що працюють в атмосферних умовах, а також у воді та землі.

Антисептики можна наносити на конструкції фарбувальними, штукатурними методами, методом просочування в гарячих і холодних ваннах. Для боротьби з комахами застосовують метод шприцювання інсектицидами.

З метою профілактики від займання дерев'яних конструкцій на них наносять вогнезахисні покриття на основі діамонійфосфатів, сульфатів амонію, бури та борної кислоти. Ці операції бажано виконувати в заводських умовах (під тиском в гаряче-холодних ваннах).

Використовують такі види вогнестійких покриттів: рідке скло і літопон із додаванням вермикуліту; сульфит-атмосферостійкі ПХВ і парафін з пігментами, крейду, хлорпарафін, оліфу, уайт-спірит, сурик та інші компоненти:

Під час ремонту інколи виконують роботи з підсилення дерев'яних конструкцій.

Ремонт металевих конструкцій найчастіше виконують через корозію металу і, як наслідок, зниження несучої здатності їх. Корозія металу буває атмосферною, ґрунтовою, від блукаючих струмів, рідинною та структурною (через неоднорідність металу).

Ремонту підлягають також конструкції, які мають дефекти, спричинені їх перенапруженням (помилки проєктантів або організацій, які експлуатують конструкції), а також неякісними з'єднаннями в стиках (передусім неякісним зварюванням).

Металеві конструкції можна захистити від корозії за атмосферних умов двома основними методами: зниженням агресивної дії середовища та ізоляцією металевих конструкцій спеціальними покриттями. Перший метод полягає у винесенні з приміщень окремих технологічних процесів, герметизації обладнання, організації надійнішої вентиляції приміщень. До

спеціальних покриттів металу належать лакофарбові матеріали, металізація, гумування, футерування, газоплазмові напилення. Під час ремонту металевих конструкцій інколи виконують їх підсилення.

Ремонт покрівель. Основними причинами руйнування покрівель можуть бути: природне старіння матеріалів покрівлі або їх низька якість; недосконалість конструктивних рішень як щодо покрівлі, так і щодо даху; порушення технології влаштування покрівлі; неправильна її експлуатація.

Для висушування утеплювача використовують аератори, які мають вигляд циліндра діаметром 50 ... 70 мм і завдовжки 200 ... 400 мм з козирком і перфорованою нижньою частиною. Їх ставлять по поверхні покрівлі в шаховому порядку (один аератор на 50 м² покрівлі). Через аератори дифундує пара вологи, яка накопичилася в утеплювачі.

Найчастіше використовують такі способи ремонту рулонного покрівельного килима:

- підплавлення покрівельного шару рулонних матеріалів;
- нанесення шару (шарів) бітумно-емульсійних або бітумно-полімерних матеріалів; хімічна модифікація покрівельного шару полімерними гідроізоляційними композиціями («Термабутил», «Бутислан» та ін.);
- напилення на поверхню старої покрівлі поліуретану.

Під час ремонту мастикових покрівель, залежно від їхнього стану, найчастіше виконують такі процеси: заміну або підсилення елементів примикань на карнизних звисах і розжолобках; нанесення додаткових шарів мастикового покриття з ремонтом окремих місць старої покрівлі; нанесення нового захисного шару.

Під час ремонту металевих покрівель найчастіше замінюють клямери; якщо на поверхні покрівлі утворилася іржа, покрівлю вкривають захищеним шаром на основі бітумного лаку або епоксидної смоли в суміші з алюмінієвою пудрою; підтягують гайки на кріпленнях профільованих листів до лат; інколи замінюють окремі картини покрівлі. Під час капітального ремонту замінюють окремі елементи конструкції даху, оновлюють на них захисні покриття.

У процесі ремонту азбестоцементних покрівель частіше виконують такі операції: зняття дефектних азбестоцементних листів, підготовка й установлення нових листів з приготуванням ущільнювачів (шайби, розчин); ліквідація тріщин в окремих листах азбошиферу, фарбування покрівлі спеціальними фарбами. Під час капітального ремонту замінюють пошкодженні крокви, лати, азбошиферне покриття (якщо закінчився установлений термін його експлуатації).

Перелік операцій під час ремонту черепичних покрівель залежить від виду черепиці. Так, для покрівель із керамічної (глиняної) та цементно-піщаної черепиці здійснюють заміну окремих пошкоджених плиток, ремонт елементів примикань, ущільнення стиків між окремими рядами черепиці. Під час ремонту покрівель із металочерепиці слід перевірити

надійність її кріплення до лат, герметизацію в місцях перелому скату покрівлі, а також фарбування окремих місць, які мають механічні пошкодження.

За потокового ремонту індустриальних покрівель зазвичай замінюють фартухи в місцях примикань і переливних патрубків, нащипинники над стиками збірних покрівельних елементів та захисне покриття.

У процесі ремонту багатофункціональних (експлуатованих) покрівель частіше ремонтують пішохідні доріжки, замінюють окремі елементи примикань між обладнанням і покрівлею, замінюють або підсилюють окремі гідрозахисні елементи покрівлі та захисний шар.

Контрольні питання:

1. Які види технічних оглядів споруд Ви знаєте?
2. В яких випадках і ким здійснюються позачергові обстеження?
3. Наведіть комплекс робіт з ремонту будинків і споруд.
4. Опишіть особливості ремонту кам'яних конструкцій.
5. Опишіть особливості ремонту дерев'яних конструкцій.
6. Опишіть особливості ремонту металевих конструкцій.
7. Опишіть особливості ремонту покрівель.

Тема 7.7. Реставрація пам'яток архітектури

Реставрація полягає в укріпленні пам'ятки архітектури та її оновленні. Основними методами реставрації є консервація, фрагментарна та повна реставрація.

Основне завдання **консервації** – це збереження пам'ятки архітектури такою, якою вона є нині. Консервація пам'ятки залишає непорушеною її оригінальність і дає змогу з часом провести потрібні реставраційні роботи. Існують пам'ятки архітектури, для яких консервація – не лише бажаний, а й єдиний метод реставрації (пам'ятки зі складною будівельною історією, пам'ятки давнини тощо).

Фрагментарна реставрація пам'ятки має на меті повніше виявлення прихованих особливостей її архітектури, конструкцій або будівельної історії.

Повна реставрація передбачає максимально повне, хоч і не завжди достовірне, розкриття старовинних особливостей споруди, вияв істотних рис її як пам'ятки історії архітектури.

При цьому роботи мають найскладніший характер, оскільки водночас з елементами консервації та фрагментарної реставрації здійснюється також відтворення втрачених з часом частин пам'ятки.

До початку реставрації мають бути проведені потрібні дослідження (історико-бібліографічні, архівні, натурні) та складений проєкт реставрації.

Під час реставрації будівель із дерева найважливішим є захист їх від подальшого руйнування під впливом біологічних чинників (грибків, комах), для чого дерев'яні конструкції насамперед слід захистити від зволоження, яке сприяє розвитку біологічних руйнівників деревини. З цією метою вживають конструктивних заходів (улаштування або ремонт фундаменту, покрівлі, зовнішньої обшивки), а також оброблюють поверхні деревини хімічними засобами.

Способи оброблення поверхні можуть бути різними, найчастіше використовують фарбування (щіткою або за допомогою пневмоустановки) та просочування конструкцій із дерева. Технологія виконання робіт за першим методом така сама, як і малярних. Технологічно складнішим є другий метод – просочування. Він має такі різновиди: просочування рідиною під тиском, накладання антисептичних блоків, багаторазове (без просушування) нанесення антисептиків на дерев'яні поверхні, витримування у спеціальних ваннах (підставних або підвішених), панельне просочування.

Просочування рідиною під тиском використовують для локальної консервації місць деревини, які починають гнити. Просочувальну рідину вливають або вприскують під незначним тиском через наконечник з балона або звичайною медичною грушею.

До засобів локального захисту конструкцій із деревини належить і метод накладання антисептичних блоків у вигляді пакетів, коробок, мішечків, виготовлених з картону, паперу, мішкочини, які наповнюють сухим водорозчинним захисним матеріалом. Накладають їх у місцях можливого зволоження конструкції атмосферними опадами з таким розрахунком, щоб захисний розчин потрапляв разом з водою в деревину.

Метод багаторазового нанесення антисептиків застосовують для захисту тих місць деревини, які потребують надійнішого захисту (глибшого просочення захисних рідин). У цьому разі розчин наносять на поверхню з такою швидкістю, щоб він встигав просочитися у конструкцію без втрат на випаровування, інколи поверхню, яку захищають, під час нанесення розчину закривають поліетиленовою плівкою.

Витримування в підставній (або підвішеній) ванні з просочувальною рідиною використовують лише для захисту окремих конструкцій. Як ванну використовують поліетиленові чохла, в які наливають просочувальну рідину. Для того щоб під час просочування конструкцій у ванні не потрапляла вода, над ними слід улаштувати тимчасові накриття. Найчастіше цей спосіб використовують для захисту тих частин дерев'яних конструкцій, які розміщені у землі. На цю частину конструкції одягають поліетиленовий мішок, конструкцію разом із мішком закопують у землю і після цього у мішок заливають просочувальну рідину.

Над мішком влаштовують куполоподібний клапан, який захищає його від потрапляння води.

Під час панельного просочування на дерев'яну конструкцію або на весь об'єкт накладають спеціальну просочувальну панель (або комплект панелей). Ця панель складається з непромокальної плівки, яку називають аерозахистом, і шару спеціального матеріалу (фільтрувального паперу), який передає просочувальну рідину деревині.

Як аерозахист найчастіше використовують поліетиленову плівку над панеллю ставлять резервуар із просочувальною рідиною, з нього рідину подають до конструкції через спеціальний живильник, який складається з 1...10 шарів фільтрувального паперу, армованих бяззю. Кількість шарів паперу залежить від просочувальних властивостей деревини, висоти панелі та швидкості капілярного підняття розчину. Розміри панелей відповідають розмірам захисних конструкції але мають бути не більше, ніж 3 м заввишки і 6 м завдовжки. Залежно від конструкції тривалість просочування рідини становить 15...30 діб.

У процесі реставрації кам'яних споруд найчастіше закріплюють основи і фундаменти та укріплюють наземні конструкції. Як правило, пошкодження кам'яних споруд є результатом порушення їх статичної рівноваги. Нерівномірне осідання фундаментів спричиняє виникнення тріщин у стінах і склепіннях, перекоси отворів і руйнування перемичок над ними, нахили окремих стін або й усієї споруди в цілому. Для закріплення основи під фундаментами виконують цементацію, силікатизацію ґрунту, використовують хімічні розчини та влаштовують палі.

З хімічних розчинів найчастіше застосовують силікат натрію, хлорид натрію, кремнефтористоводневу, фосфорну та сірчану кислоти, сульфат алюмінію, алюмінат натрію, карбамідні смоли та ін.

Під час реставрації для підсилення фундаментів використовують буро-ін'єкційні палі, або, як їх ще прийнято називати, коренеподібні палі – один із різновидів бурунабивних паль. Назва «коренеподібні» пов'язана з формою фундаменту, який утворюється із пучка паль, що розходяться в ґрунті під різними кутами нахилу від наявного фундаменту і нагадують корені дерев. Окремі палі мають діаметр 50...280 мм (частіше 127...190 мм) і заглиблення понад 100 діаметрів (близько 20 м) Матеріал палі – це дрібнозернистий бетон, який подається інектором у свердловину під тиском.

Підсилення основ і фундаментів буроін'єкційними палями має певні переваги порівняно з іншими методами. Виконання підсилення може не змінити зовнішнього вигляду та конструктивних особливостей пам'ятки. Роботи можуть бути виконані з підвальних приміщень. Палі можуть пронизувати тіло наявного фундаменту під будь-яким кутом.

До влаштування коренеподібних паль здебільшого підсилюють конструкцію тіла фундаменту. Найчастіше старі фундаменти виготовлено із бутової кладки. Їх підсилення полягає у розчищенні швів, заміні окремих каменів і заповненні швів цементним розчином.

Іноді тіло фундаменту закріплюють цементациєю, для чого в ньому вибурюють ряд свердловин, крізь які в кладку нагнітають рідкий цементний розчин під тиском до 0,1 МПа.

Після укріплення тіла фундаменту через 2...3 дні цементують контакт фундаменту з ґрунтом. Свердловину доводять до рівня на 0,4...0,5 м нижче від підшови фундаменту.

Тиск нагнітання при цементациї контакту «фундамент-ґрунт» становить до 0,2 МПа. Якщо витрата цементацийного розчину становить 1 л/хв упродовж 10 хв за відповідного тиску нагнітання, то його припиняють. Вид і склад цементацийних розчинів залежать від конструкції, матеріалу, стану фундаментів, інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов майданчика і в кожному окремому випадку параметри розчинів потрібно підбирати в лабораторії.

Технологічний цикл установа буроін'єкційних паль охоплює буріння фундаментів і, у разі потреби, стін та інших конструктивних елементів будівель та споруд, які підсилюються, встановлення труби кондуктора, буріння свердловини в ґрунті до проєктної позначки, заповнення свердловини тверднучим розчином, встановлення в неї арматурного каркаса, опресовування.

Буріння свердловини виконують верстатами колонкового буріння з промиванням свердловини водою. Під час проходження через нестійкі обводнені ґрунти буріння здійснюють із промиванням свердловин глинистим (бентонітовим) розчином або під захистом обсадних труб.

Заповнення свердловини цементним розчином до виливу його зі свердловини проводять через робочий орган бурового верстата або через трубу-ін'єктор.

Безпосередньо після заповнення свердловини розчином у неї вставляють арматурний каркас. Його опускають у свердловину окремими секціями, довжина яких залежить від умов виготовлення буроін'єкційних паль. Стикують окремі секції зварюванням.

Після надання армокаркасу проєктного положення та за відсутності витікання розчину зі свердловини (допускається зниження рівня розчину у свердловині не більше ніж на 0,5 м) здійснюють опресування палі. Для цього у верхній частині труби кондуктора встановлюють тампон (обтюратор) з манометром і через ін'єктор нагнітають розчин під тиском 0,2...0,3 МПа впродовж 3...4 хв. Опресування може бути зупинене, якщо витрати розчину за цей час не перевищують 200 л. За більших витрат розчину слід провести вистоювання паль упродовж доби, після чого опресування повторити. Вид та склад тверднучих розчинів, потрібних для

виготовлення бруоін'єкційних паль, залежить від умов їх використання і в кожному окремому випадку параметри розчинів потрібно підбирати в лабораторії.

Конструкції пам'яток історії та архітектури із цегляного мурування з часом руйнуються внаслідок впливу на них агресивних атмосферних чинників: замерзання, зволоження, абразивне вітряне навантаження. Відновлення первісного вигляду цегляних мурувань досягається реставрацією та консервацією. Технологія виконання цих робіт передбачає:

- заміну деструктивної та значно засоленої цегли;
- ін'єктування тріщин і пустот у зовнішньому муруванні;
- розчищення зовнішньої поверхні цегли від забруднення;
- шпаклювання каверн і заповнення швів мурування;
- тонування вставленої цегли;
- укріплення крихкої цегли;
- гідрофобізація поверхні мурування.

Доповнення в муруванні рекомендується виконувати цеглою, яка за своїми властивостями близька до реставрованої. Мурувальний розчин за складом має максимально наближатися до первісного.

Для очищення поверхні цегляного мурування застосовують як механічний, так і хімічний методи. Вибір методу залежить від ступеня збереженості цегли, наявності пофарбувань, виду забруднень. Очищення поверхні передбачає піскоструминне, пароводяне та хімічне очищення.

Піскоструминне очищення цегляних поверхонь можна застосовувати тільки у тому випадку, коли поверхня цегли і мурувальні шви не вивітрені, цегла і матеріал у швах міцні та щільні. Силу струменя піску визначають дослідним методом. Після піскоструминного очищення потрібно захистити мурування від руйнувань укріплювальними та водовідштовхувальними розчинами.

Пароводяне очищення поверхні слід виконувати в два етапи: перший - очищення парою, другий – змивання забруднень гарячою водою. У разі сильного забруднення пароводоструминне оброблення слід поєднувати з механічним очищенням жорсткими щетинними щітками з коротким ворсом.

У випадку появи на очищеній поверхні висолів перед промиванням їх слід зчистити щетинними щітками, потім промити водою з висушуванням після кожного промивання до повного видалення солей.

Якщо висоли все-таки залишаються на поверхні, то слід змивати солі слабким 1% -м розчином соляної кислоти, потім промити холодною водою з додаванням 2 % -го розчину соди для створення нейтрального середовища на оброблюваній поверхні.

У разі загального забруднення поверхні рекомендується очищення паром за температури $+100^{\circ}\text{C}$ з наступним промиванням гарячою ($60\dots70^{\circ}\text{C}$) і холодною водою до чистої поверхні.

Останнім часом для боротьби з висолами використовують вакуумсекції.

З хімічних методів очищення для надто забруднених ділянок цегли рекомендується застосовувати змивку ФА (водний розчин фториду амонію) з додаванням синтетичних мийних засобів (СМЗ).

Змивку готують так: $150\dots200$ г фториду амонію кислого засипають у пластикову посудину, розчиняють у 1 л води ($+35 \pm 5^{\circ}\text{C}$), фільтрують крізь два шари марлі. Перед застосуванням додають $5\dots10$ г СМЗ. Готовий розчин зберігають не більше доби.

Поверхню, яку очищують, попередньо змочують водою для зменшення всмоктування змивки у поверхню. Наносять змивку вологою щіткою. Через 5-10хв поверхню зачищають жорсткою капроною щіткою, змочуючи водою. Залишки змивають великою кількістю води. Процес очищення прискорюють, застосовуючи механічні щітки, які обертаються. Для запобігання корозії металу не рекомендується застосовувати щітки з чорного металу. У випадку недостатнього очищення операцію повторюють. Витрати змивки становлять 500 г/м^2 .

Задовільних результатів з очищення поверхні від кіптяви та інших забруднень досягають застосуванням $5\dots10$ %-го розчину соляної кислоти з наступним промиванням водою.

Висоли з поверхні видаляють щітками та скребками. Очищення виконують обережно, щоб не пошкодити поверхню основи. Щільний шар руйнують за допомогою $1\dots5$ %-го водного розчину соляної кислоти з подальшим очищенням щітками і скребками. Очищену поверхню промивають великою кількістю води.

Виведення старих лакофарбових покриттів на поверхні здійснюють змивками, приготовленими на основі кислот, солей, лугів, органічних розчинників. Для видалення фарби ПХВ, ХВ, олійної, нітроемалей, ґрунтовок, шпаклівок тощо використовують змивку СМВ-1. Очищують вертикальні та горизонтальні поверхні згори вниз. Змивку рівномірно наносять валиком, щіткою або флейцом на поверхню, яку очищують. Через $10\dots20$ хв за температури повітря $+10\dots20^{\circ}\text{C}$ шар фарби розм'якшується та набухає. Він легко видаляється шпателем або ганчіркою. Витрати змивки СМВ-1-300 становлять 500 г/м^2 . Якщо поверхня недостатньо очищена, операцію повторюють. У разі потреби роблять компрес із ганчірки, змоченої у змивці, яку накривають поліетиленовою плівкою для запобігання висиханню. Залишки змивки видаляють ганчіркою, змоченою уайт-спіритом або іншими органічними розчинниками. Витрати розчинника становлять $0,2 \text{ кг/м}^2$. Нині для зняття

старих лакофарбових покриттів усе частіше використовують спеціальні електронагрівні пристрої.

Шпаклюванню підлягає цегла, яка має тріщини завглибшки не більш, як 2...3 см. За глибших тріщин цегла підлягає повній або частковій заміні.

Для шпаклювання каверн і вибоїн на цеглі рекомендується такий розчин (в об'ємних частинах): вапно-гісто – 1, цемент – 0,5, цементівка – 3, пігмент (залізний сурик, червоний) – до потрібного кольору.

Розчин розбавляють водою з додаванням полівінілацетатної емульсії у співвідношенні 1:4 за об'ємом.

Перед шпаклюванням цеглу ретельно очищують від продуктів руйнування, цегляного дрібняка і порошу до «здорової» поверхні. Перед початком робіт цеглу змочують водою. Шпаклювання виконують пошарово, кожний шар завтовшки не більше ніж 0,5 см. Наступний шар накладають після тужавіння попереднього. У процесі робіт і після закінчення (упродовж двох діб) потрібно забезпечити періодичне змочування шпаклювального шару для кращого тужавіння та запобігання усадці розчину.

Для заповнення швів слід вибирати розчини, які за складом близькі до первісних. Розчини можуть мати домішки цементівки, кам'яного дрібняка, цементу. Склад розчинів для заповнення швів (у об'ємних частинах): вапно-гісто – 1, портландцемент – 1, пісок – 0,3, цементівка – 3.

У разі потреби у розчини додають лугостійкі пігменти. Для кращого зчеплення розчину з основою слід додавати до нього полівінілацетатну емульсію (5 % об'єму розчину).

Перед шпаклюванням слід ретельно очистити і помити стіни, видалити забруднення та продукти руйнування цегли і розчину. Зі швів треба видалити всі залишки деструктованого розчину. Мурування змочується водою. Заповнення швів виконується шарами завтовшки не більш як 1...2 см. Нанесений розчин ретельно ущільнюють. Наступний шар накладають після тужавіння попереднього. Кількість шарів залежить від глибини шва, який вивітрився. У процесі роботи і після її завершення, упродовж двох діб потрібно забезпечити періодичне змочування мурування для кращого тужавіння і запобігання усадці розчину. Оброблення швів слід виконувати акуратно, не забруднюючи поверхню поблизу них. Безпосередньо після заповнення шва цегляну поверхню потрібно протерти вологою ганчіркою від залишків розчину. Наступного дня поверхню цегли слід очистити щіткою.

Тонування окремої цегли, яка відрізняється від загального тону стіни, слід виконувати розчинами, в'язкими в яких є клеї, рідке калієве скло; наповнювачами – крейда, спеціальні цементи (глиноземистий, білий) і атмосферо- та лугостійкі пігменти. Тонування містить такі операції: видалення пилу; ґрунтування розрідженим фарбувальним розчином;

фарбування (тонування). Основною вимогою при фарбуванні є отримання тонкого і, за можливості, рівномірного шару без напливів і затікань. Нанесений шар не повинен розпорошуватися та блищати. Для закріплення шару фарби на поверхні потрібно просочувати затоновані ділянки розчинами на основі силіційорганічних сполук.

Для укріплення поверхні цегли рекомендується застосовувати розчини на основі полімерних матеріалів, які мають відповідати таким вимогам: поліпшувати фізико-механічні властивості матеріалу; глибоко проникати в матеріал; не змінювати колір і фактуру поверхні, яка укріплюється; полімеризуватися на повітрі. Цим вимогам відповідають силіційорганічні розчини на основі етилсилікатів і поліметилсилоксанів.

Дослідами доведено, що структурне зміцнення забезпечує клейова композиція на основі ціанакрилового клею – низьков'язкого мономеру, який твердне за дуже короткий час.

Для зміцнення застосовують клей «Циакрин СО-9Т» в органічному розчиннику (ацетон, розчинник №646, метилметакрилат). Зміцнювальний розчин рівномірно наносять щіткою 3...5 разів залежно від пористості та ступеня руйнування цегли. Розчин наносять до повного насичення, про що свідчить поява блиску від надлишку зміцнювального розчину на поверхні.

Для запобігання руйнуванню поверхні матеріалу водою його покривають плівкою з гідрофобних рідин ГКР-10, ГКР-11, ГКР-94. Така плівка не пропускає у матеріал воду, але пропускає повітря, створюючи тим самим найсприятливіші для матеріалу і конструкції умови експлуатації. Такі покриття бажано наносити на гладенькі поверхні. Перед їх нанесенням на пористі матеріали слід ліквідувати раковини, підмазавши окремі місця. У розчин для підмазування бажано додавати емульсію ПВА (10...15 % маси цементу).

Контрольні питання:

1. Дайте визначення поняттю реставрація?
2. Які види реставрації Ви знаєте?
3. Наведіть особливості проведення реставрації кам'яних споруд.
4. Що використовують під час реставрації для підсилення фундаментів?
5. Наведіть технологію виконання робіт при реконструкції пам'яток історії та архітектури.

Література:

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1.
3. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова.
4. Беляков Ю.І., Снежко А.П. Реконструкція промислових підприємств. - К. : Вища школа, 1988.- 252 с.
5. Барашиков А.Я., Малишев А.Н. Оцінка технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд. - К.: Віпол, 1998. - 232 с.
6. Валовой О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд. - Кривий Ріг :Мінерал, 2003. - 253 с.
7. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навчальний посібник. - К: «Центр навчальної літератури», 2004. - 304 с.

Розділ 8.

ПЕРЕДДИПЛОМНА ПРАКТИКА

Переддипломна практика здобувача вищої освіти ступеня магістр відповідає Законам України «Про освіту» [1], «Про вищу освіту» [2], Положенням [3], [4] і спрямована на забезпечення всебічної практичної підготовки здобувачів другого (магістерського) ступеня вищої освіти ОП «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання.

Практична підготовка здобувачів освіти є невід’ємною складовою освітнього процесу в ЛНТУ і спрямована на закріплення теоретичних знань, набуття й удосконалення практичних навичок та умінь, визначених освітньою програмою «Будівництво та цивільна інженерія» [3].

Переддипломна практика магістра є завершальним етапом практичної підготовки здобувачів вищої освіти і проводиться на випускному курсі з метою узагальнення та вдосконалення здобутих ними знань, практичних умінь та навичок, оволодіння професійним практичним досвідом та готовності їх до самостійної трудової діяльності, а також збору матеріалів для випускної кваліфікаційної магістерської роботи. Зміст переддипломної практики визначається залежно від обраної теми магістерської роботи та бази практики, визначається індивідуальною програмою здобувача. Переддипломна практика проводиться паралельно з розробкою теми відповідної магістерської роботи. Тому практична спрямованість повинна бути чітко визначена в процесі навчання магістра, а засвоєння програмного матеріалу дисциплін орієнтоване на вимоги практичної діяльності.

Переддипломна магістерська практика має науково-дослідний і практичний характер, її основною метою є творче використання знань і умінь, набутих у процесі навчання, розвиток навичок науково-дослідної роботи і вирішення практичних проблем будівельної галузі.

«Практика – обов’язковий компонент освітньої програми, який спрямовано на формування й розвиток предметних компетентностей шляхом виконання навчальних та виробничих завдань на підприємствах, організаціях, в закладах та установах майбутньої професійної діяльності здобувача вищої освіти» [5].

8.1. Мета і завдання практики

«Метою практики є оволодіння здобувачами вищої освіти сучасними методами, формами організації праці у галузі майбутньої

професії, формувати у них, на базі одержаних в ЛНТУ знань, професійних умінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи у реальних ринкових і виробничих умовах, виховання потреби систематично поновлювати свої знання та творчо їх застосовувати у процесі практичної діяльності» [4, п. 2.2].

«Переддипломна практика здобувачів вищої освіти проводиться перед виконанням кваліфікаційної роботи магістра. Метою практики є узагальнення та систематизація набутих знань, практичних умінь та навичок, оволодіння практичним досвідом, а також можливість збору матеріалів для кваліфікаційних робіт магістра» [4, п. 2.9].

Основною метою переддипломної магістерської практики є реалізація застосування професійних знань магістрів у дослідницькій експериментальній діяльності, розвиток у магістрів дослідницького типу мислення, отримання ними нових об'єктивних наукових знань через призму науково-дослідницької практики.

Переддипломна магістерська практика покликана забезпечити: ознайомлення здобувачів із досвідом роботи будівничого, формування ділових якостей, набуття навичок роботи у колективі.

Метою практики магістрів є:

- закріплення компетентностей та результатів навчання, отриманих під час вивчення обов'язкових освітніх компонентів за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, зокрема «Методологія наукових досліджень», «Нормативне забезпечення будівництва», «Управління проєктами у будівництві», «Автоматизоване проєктування та BIM-технології у будівництві», «Сучасні технології у будівництві», «Інженерні споруди», «Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель та споруд» та застосування їх у практиці роботи підприємств, організацій та установ;
- набуття методологічних навичок виконання науково-дослідної роботи;
- надбання умінь і навичок під час виконання певних робіт на робочому місці на базі практики.

Задачі практичної підготовки магістрів:

- поглиблення, розширення, систематизація та закріплення компетентностей та результатів навчання, отриманих під час вивчення обов'язкових освітніх компонентів за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, зокрема «Методологія наукових досліджень», «Нормативне забезпечення будівництва», «Управління проєктами у будівництві», «Автоматизоване проєктування та BIM-технології у будівництві», «Сучасні технології у будівництві», «Інженерні споруди», «Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель та споруд» та інших;

- поглиблене вивчення організації та технології роботи підрозділів підприємств і установ;
- надбання вмінь та навичок за напрямками майбутньої професійної діяльності;
- вивчення методів аналізу, оцінки та прогнозування ефективності роботи організацій та підприємств.

Разом з тим, метою саме переддипломної магістерської практики є отримання інформації, необхідної для виконання магістерської роботи. Тому для кожного здобувача програма практики затверджується індивідуально, з урахуванням обраної ним теми магістерської роботи та бази практики. Напрямок дослідження визначає керівник магістерської роботи.

8.2. Зміст практики

Переддипломна магістерська практика є одним із найважливіших засобів формування професійних навичок у майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії, які завершують навчання у Луцькому національному технічному університеті за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія й орієнтовані на роботу в проєктних та будівельних організаціях і підприємствах різних форм власності, будівельних компаніях та інших установах.

Зміст та форма практики визначається програмою практики, єдиною для денної та заочної форм навчання, яка розробляється кафедрою будівництва та цивільної інженерії і відповідає навчальному плану підготовки магістрів з будівництва та цивільної інженерії [5, пп. 4.3.4, 4.3.5].

Зміст практики повинен забезпечити закріплення компетентностей і результатів навчання та формування у здобувачів професійних навичок, необхідних для якісної роботи за фахом. При цьому необхідно, щоб накопичення практичних навичок і вмінь відбувалося послідовно, починаючи з ознайомлення з майбутньою спеціальністю, набуття перших практичних навичок самостійної роботи на робочих місцях, до використання професійних знань за обраною спеціальністю.

Отриманий здобувачем за час проходження практики матеріал має бути використаний у магістерській роботі, для підготовки наукових публікацій, доповідей на наукових конференціях тощо.

Переддипломна магістерська практика спрямовується на практичну та науково-дослідну діяльність, тому вона має базуватися на таких принципах:

- посилення орієнтації на майбутню професію;
- зростання індивідуалізації навчання;

- підвищення професійного рівня;
- творчий підхід до наукових досліджень.

Після проходження практики складається звіт. У звіті необхідно відображати всю виконану роботу відповідно до програми. Кожне виконане питання змісту практики оформляється у звіті окремим розділом.

Дослідницько-аналітична частина магістерської практики передбачає роботу, яка складається з таких етапів:

- визначення проблеми (наукового питання) дослідження та її актуальності;
- укладення картотеки й оформлення бібліографії з теми, вибраної для дослідження;
- критичний аналіз публікацій з теми дослідження;
- вивчення й аналіз нормативно-правових документів, що регламентують відповідний напрямок дослідження;
- конкретизація теми дослідження та обґрунтування її актуальності.

8.3. Бази практики

Для проведення переддипломної магістерської практики визначаються бази практик. При підготовці фахівців за цільовими договорами з підприємствами, організаціями, установами бази практики передбачаються у цих договорах.

«Базами проведення практики можуть бути підприємства (організації, установи) різних видів економічної діяльності, а також навчальні кабінети, навчальні заклади, лабораторії, навчально-виробничі майстерні, навчально-практичні центри, полігони, будівельні об'єкти, поля, ферми, колекційно-дослідні поля тощо, а також бази за межами України за умови забезпечення ними виконання у повному обсязі робочих навчальних планів і програм практики.» [4, п. 3.2]

У випадку проходження практики на підприємствах базовими мають обиратися ті підрозділи, які мають багаторічний досвід роботи на ринку будівельних послуг, у проєктній діяльності користуються сучасними комп'ютерними прикладними програмними комплексами, застосовують передові технології будівництва, використовують ефективні будівельні матеріали тощо.

У випадку, коли підготовка фахівців здійснюється університетом за замовленням фізичних або юридичних осіб, бази практики забезпечують ці особи (з урахуванням усіх вимог наскрізної програми практики) або університет, що визначається умовами договору (контракту) на підготовку фахівців.

«Підприємства (організації, установи), які використовуються як бази практики, повинні відповідати таким вимогам:

- наявність структур, що відповідають освітнім програмам або спеціалізаціям, за якими здійснюється підготовка фахівців в університеті;
- забезпечення кваліфікованого керівництва практикою здобувачів вищої освіти;
- надання здобувачам вищої освіти на час практики можливості працювати на штатних посадах, робота на яких відповідає програмі практики (за наявності відповідних вакансій);
- надання здобувачам вищої освіти права користуватися науковою бібліотекою, лабораторіями, технічною та іншою документацією, необхідною для виконання програми практики, з урахуванням політики конфіденційності;
- можливість наступного працевлаштування випускників університету (на загальних підставах при наявності вакансій).» [4, п. 3.6]

«Визначення баз практики здійснюється керівництвом Університету на основі прямих договорів із підприємствами, організаціями, установами, незалежно від їх організаційно-правових форм і форм власності.» [4, п. 3.5]

Із базами практики ЛНТУ укладає договори на її проведення
<https://docs.google.com/document/d/1arIWtWPVO88cKrH9Xwg8ZG64a19r7xdv/edit>.

Здобувачі можуть направлятись для проходження переддипломної практики за індивідуальним планом на місця їх майбутнього працевлаштування за наявності договору про працевлаштування випускників Луцького національного технічного університету.

8.4. Організація та керівництво практикою

Розподіл здобувачів вищої освіти затверджується наказом ректора за поданням керівників від кафедри не пізніше як за місяць до початку практики [4, п. 3.7]. Якщо підготовка фахівців здійснюється за замовлення фізичних та юридичних осіб, бази практики забезпечують ці особи або університет.

«Здобувачі вищої освіти можуть самостійно за погодженням відповідних кафедр визначати місце проходження практики, в тому числі як в Україні, так і за кордоном.» [4, п. 3.8]

Керівника переддипломної практики призначає кафедра.

«До керівництва переддипломною практикою від університету залучаються досвідчені викладачі кафедр, які безпосередньо здійснюють керівництво кваліфікаційною роботою магістра. Такі керівники відповідають за якість звіту, виконання індивідуального завдання, підписують звіт та щоденник практики і не беруть участі в діяльності комісії щодо захисту звіту. Завідувач кафедри підписує направлення на

проходження практики і відповідає за роботу керівника практики від університету на підприємстві, в установі, організації.» [4, п. 4.4]

Керівник практики від кафедри зобов'язаний проконтролювати готовність бази практики. Для цього за 2 місяці до початку практики бази практики надається програма і договір про проведення практики, після чого разом з підписаним договором база практики надає інформацію про відповідність наявної матеріально-технічної бази, кадрового забезпечення вимогам програми та кількість студентів, яку може прийняти.

Керівник до початку практики складає разом зі здобувачем план проходження практики, видає індивідуальне завдання.

Керівник практики забезпечує проведення усіх організаційних заходів перед відбуттям здобувачів на практику:

- підготовку проєкту наказу,
- інструктаж про порядок проходження практики;
- інструктаж з безпеки життєдіяльності та з техніки безпеки;
- надання здобувачам-практикантам необхідних документів: направлення
- <https://docs.google.com/document/d/1hBnPdT59kqHA7xLC5yOU13ACHoVDcS2/edit>, програма, щоденник
- https://docs.google.com/document/d/1_6Eu_oKfVKi87mV0XGi6Y8TlrCLFGR-g/edit, календарний план, методичні вказівки щодо проходження практики та оформлення звітної документації);
- ознайомлення здобувачів із системою звітності з практики, а саме: подання щоденника, письмового звіту, підготовка доповіді, повідомлення, виступу тощо.

Керівник практики забезпечує якість проходження практики згідно з програмою, а також якість і правильність оформлення та своєчасність подачі документації з проходження практики.

8.5. Обов'язки здобувачів вищої освіти під час практики

Під час проходження практики здобувачі вищої освіти мають чітко дотримуватися вимог законодавства, статуту та правил внутрішнього розпорядку бази практики, виконувати вимоги з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, протипожежної безпеки, передбачені відповідними правилами та інструкціями; виконувати вимоги освітньої програми, дотримуючись академічної доброчесності, та досягати визначених результатів навчання [3].

Режим роботи, встановлений для працівників бази практики, є обов'язковим для здобувачів, які проходять практику.

За порушення трудової дисципліни і правил внутрішнього трудового розпорядку здобувачі несуть дисциплінарну відповідальність перед адміністрацією університету та бази практики.

Здобувачі повинні сумлінно виконувати програму практики, намагатися розширити знання та оволодіти навичками роботи в умовах практики, виконувати завдання і доручення керівників від бази практики, спрямовані на засвоєння практичних навичок діяльності фахівця будівництва та цивільної інженерії.

Здобувачі вищої освіти при проходженні практики зобов'язані:

- до початку практики одержати від керівника практики консультації щодо оформлення всіх необхідних документів;
- своєчасно прибути на базу практики;
- у повному обсязі виконувати всі завдання, передбачені програмою практики та вказівками її керівників;
- вивчити та дотримуватись правил проходження практики, охорони праці, техніки безпеки і виробничої санітарії;
- нести відповідальність за виконану роботу;
- своєчасно подати керівнику практики звітну документацію, що передбачена програмою практики, підготувати звіт і скласти екзамен з практики.

8.6. Підведення підсумків практики

Після закінчення терміну практики здобувачі звітують про виконання програми та індивідуального завдання. Загальна і характерна форма звітності за практику – це подання письмового звіту, підписаного і оціненого безпосередньо керівником від бази практики і керівником практики від кафедри, а також складання екзамену з практики.

Письмовий звіт разом з іншими документами, установленими на кафедрі (щоденник, характеристика та інше), подається на перевірку керівнику практики від кафедри.

«Звіт із практики захищається здобувачами вищої освіти, які проходили практику як в Україні, так і за кордоном. Результати складання екзамену оцінюються відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу» комісією, призначеною завідувачем кафедри. До складу комісії входять завідувач кафедри, гарант, керівник практики від університету і, за потреби, від баз практики, провідні викладачі кафедри університету.» [4, п. 5.4]

Звіт має містити відомості про базу практики (структура, оснащення, діяльність тощо), виконання здобувачем усіх розділів програми практики та індивідуального завдання, мати розділи з питань охорони праці, висновки і пропозиції, список використаної літератури та

інші. Оформлюється звіт за вимогами, які містяться у програмі практики. Висновком звіту є висновки і рекомендації за результатами дослідження.

Оформлений звіт разом із щоденником і висновками керівників практики від кафедри про виконання програми науково-дослідницької практики подається на кафедру для презентації і захисту. Презентація і захист звіту проводяться на базі практики або на кафедрі в присутності керівників від кафедри і від бази практики.

Комісія приймає захист у здобувачів на базах практики в останні дні її проходження або на кафедрі протягом перших десяти днів після її завершення.

Оцінка за практику виставляється в заліково-екзаменаційну відомість і в індивідуальний план здобувача (з оцінкою і з виставленням балів за шкалою ЄКТС). Для оцінювання знань використовують чотирибальну національну шкалу та стобальну шкалу оцінювання ЄКТС [3, п. 6.3].

«Підсумкова оцінка з практичної підготовки визначається за результатами її проходження, виконання/оформлення та захисту звіту відповідно до вагових коефіцієнтів, встановлених критеріями оцінювання. За кожен критерій оцінювання здобувач освіти може максимально отримати 100 балів. Здобувач освіти вважається таким, що виконав програму практичної підготовки, якщо набрав 60 і більше балів за шкалою ЄКТС. У разі отримання негативної оцінки «незадовільно» (менше 60 балів ЄКТС) за результатами проходження практичної підготовки, виконання і захисту звіту здобувач освіти зобов'язаний повторно пройти практичну підготовку.» [3, п. 6.3.7].

«Університет має право надати здобувачу вищої освіти, який з поважних причин не виконав програму практики, можливість пройти практику повторно.» [3, п. 5.7].

Шкали оцінювання

Оцінка за національною шкалою	Визначення назви за шкалою ЄКТС	Оцінка ЄКТС	Кількість балів від 1 до 100
Відмінно	Здобувач у повному обсязі виконав завдання переддипломної практики, отримав позитивні відгуки керівників практики, послідовно та логічно доповів про результати практики під час захисту, продемонстрував глибокі знання з досліджуваної теми та вміння чітко викладати власні думки, супроводжував доповідь змістовними ілюстративними матеріалами, продемонстрував високий	A (відмінно)	90 – 100

	теоретичний і методичний рівень під час виконання практичних завдань, виявив комунікативні та організаторські вміння, дав вичерпні аргументовані відповіді на всі запитання членів комісії		
Добре	Здобувач повністю виконав завдання, отримав позитивні відгуки керівників практики, але з окремими несуттєвими зауваженнями, достатньо змістовно доповів про результати практики, під час захисту супроводжував доповідь ілюстративними матеріалами, в цілому аргументовано і без суттєвих помилок відповіді на всі запитання членів комісії	В (дуже добре)	85 – 89
Добре	Програма практики виконана. Компетентність здобувача вища за середній рівень, проте нижча за попередній. Є незначні неточності при оформленні звіту або при його захисті	С (добре)	75 – 84
Задовільно	Здобувач виконав завдання переддипломної практики, але з окремими недоліками, висвітленими у відгуках керівників практики, доповів про результати практики під час захисту без суттєвих порушень	D (задовільно)	65 – 74
	Звіт задовольняє мінімальні критерії. Здобувач виконав завдання переддипломної практики з недоліками, висвітленими у відгуках керівників практики, доповів про результати практики під час захисту	E (достатньо)	60 – 64
Незадовільно	Звіт не задовольняє мінімальні критерії. Здобувач частково виконав завдання переддипломної практики зі значними недоліками, висвітленими у відгуках керівників практики	FX (недостатньо з можливістю повторного складання)	35 – 59
Незадовільно	Звіт не задовольняє мінімальні критерії. Здобувач не виконав завдання переддипломної практики.	F (незадовільно з обов’язковим повторним курсом)	0 – 34

Література

1. Закон України «Про освіту».
2. Закон України «Про вищу освіту».
3. Положення №710 «Про організацію освітнього процесу в Луцькому національному технічному університеті» (введене в дію наказом №30-01-02 від 27 січня 2022 р.)
4. Положення №659 «Про практичну підготовку здобувачів вищої освіти у Луцькому національному технічному університеті» (введене в дію наказом ректора №313-05-35 від 27.04.2021 р.)
5. Положення №620 «Про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу Луцького національного технічного університету» (введене в дію наказом №44-05-35 від 28 січня 2021 р.)
6. Види навчально- та науково-дослідної роботи студентів (навчально-методичний посібник по підготовці та написанню рефератів, курсових та дипломних робіт з дисциплін циклу професійно-практичної підготовки): Видання 2-ге / За заг. ред. І.П. Репко. – Харків: ФОП Шейніна О.В. – 2009. – 104 с.
7. Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень: Навч. посібник / О.В. Крушельницька. – К.: Кондор, 2003. – 192 с.
8. П'ятницька-Позднякова І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: Навч. посібник – К.: Знання України, 2003. – 116 с.

Розділ 9

ПІДГОТОВКА ТА ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ / ПРОЄКТУ

Виконання кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія в Луцькому національному технічному університеті здійснюється відповідно до Закону України «Про вищу освіту», на основі освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» [1], з урахуванням Порядку проведення інструментальної перевірки на академічний плагіат текстів рукописів кваліфікаційних робіт/проєктів здобувачів вищої освіти, рукописів дисертацій та рукописів статей, поданих до опублікування у періодичних виданнях у Луцькому національному технічному університеті (Положення № 552, введене в дію наказом № 182-05-35 від 07.05.2020 р.) [2], Положення про протидію та запобігання академічному плагіату у кваліфікаційних роботах/проєктах здобувачів вищої освіти у Луцькому національному технічному університеті (Положення № 553, введене в дію наказом № 182-05-35 від 07.05.2020 р.) [3], Положення про організацію роботи екзаменаційної комісії з проведення атестації здобувачів вищої освіти у Луцькому національному технічному університеті (Положення № 559, введене в дію наказом ректора № 221-05-35 від 16.06.2020 р.) [4], Положення про організацію освітнього процесу (Положення № 582, введене в дію наказом № 237-05-35 від 26.06.2020 р.) [5], Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу Луцького національного технічного університету (Положення № 620, введене в дію наказом № 44-05-35 від 28.01.2021 р.) [6].

Кваліфікаційна робота/проєкт на здобуття освітнього ступеня «магістр» передбачає самостійне розв'язання комплексної спеціалізованої проєктної задачі у сфері будівництва та цивільної інженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій (відповідно до восьмого рівня Національної рамки кваліфікацій). У кваліфікаційній роботі/проєкті не може бути академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації [3, п. 3.3].

Згідно ст.15 Закону України «Про відпустки», здобувачам вищої освіти, які працюють та успішно виконали навчальний план за заочною формою навчання, на період підготовки до захисту кваліфікаційної роботи магістра надається додатково оплачувана відпустка тривалістю чотири місяці [4, п. 1.9].

9.1. Загальні вказівки

Метою виконання кваліфікаційної роботи є перевірка застосування здобувачами вищої освіти спеціальних умінь і знань інноваційного характеру при розробці проєктних рішень будівельних об'єктів, систематизація і закріплення теоретичних та практичних знань зі спеціальності, розвиток навиків самостійної роботи майбутнього фахівця в умовах сучасного будівництва.

У процесі виконання роботи здобувачі вищої освіти повинні поєднати набуті спеціальні знання, вміння та отримані результати наукових досліджень в єдину систему знань і умінь при вирішенні конкретних задач з проєктування будівель і споруд. Для досягнення мети при проведенні наукових досліджень магістранти повинні:

- освоїти сукупність методів та засобів експериментальних і теоретичних досліджень за обраною темою;
- навчитись складати програми та методики виконання експериментальних і теоретичних досліджень; освоїти методику користування сучасними вимірювальними приладами та апаратурою;
- набути знання для оцінки прийнятих інженерних рішень і творчо застосовувати отримані теоретичні знання для вирішення конкретних інженерних задач;
- навчитись складати звіти про наукову роботу, готувати статті тощо.

Кваліфікаційні роботи/проєкти повинні відповідати вимогам оригінальності, унікальності та неповторності винесених на публічний захист положень. Форма викладу матеріалу повинна відповідати високим вимогам наукової цінності, зокрема, відзначатися певним ступенем абстрагованості матеріалу, активним застосуванням наукового апарату, логічного мислення, аргументованістю суджень, об'єктивністю думок, точністю формулювання [3, п. 3.5].

У кваліфікаційній роботі/проєкті треба стисло та аргументовано викласти зміст і результати досліджень, уникати загальних слів, бездоказових тверджень, тавтологій. При виконанні кваліфікаційної роботи/проєкту автор повинен обов'язково посилається на авторів (укладачів) і джерела, з яких він запозичив матеріали або окремі результати. Тому необхідно неухильно дотримуватися загальноприйнятих та стандартизованих правил цитування і посилань на наукові джерела та матеріали тощо [3, п. 3.6].

Магістерська робота повинна містити дві частини – практичну (інженерну) та науково-дослідну. У практичній частині розробляються архітектурні та інженерні рішення будівель або споруд, технологія їх зведення, окремі питання економіки будівництва, охорони праці, техніки

безпеки. Інженерні рішення розробляються з урахуванням отриманих наукових результатів.

Науково-дослідна частина включає: аналіз задачі; аналітичний огляд опублікованої літератури; обґрунтування і формулювання задач дослідження; обґрунтування методик дослідження; опис проведення експериментальних або теоретичних досліджень; викладення отриманих результатів, їх аналіз та висновки; пропозиції щодо практичного використання отриманих результатів.

Для оприлюднення та публічного ознайомлення зі змістом кваліфікаційних робіт, запобігання академічного плагіату кваліфікаційні роботи мають бути розміщені на офіційному сайті ЛНТУ (у репозитарії) [1, с. 16].

Захист кваліфікаційної роботи/проєкту відбувається прилюдно на засіданні екзаменаційної комісії з атестації здобувачів вищої освіти. У процесі публічного захисту здобувач вищої освіти повинен показати вміння чітко і упевнено викладати зміст прийнятих проєктних рішень, аргументовано відповідати на запитання та вести дискусію. Доповідь здобувача вищої освіти повинна супроводжуватися графічними матеріалами та пояснювальною запискою, призначеними для загального перегляду.

Ухвалення екзаменаційною комісією рішення про присудження ступеня магістра з будівництва та цивільної інженерії та видачу диплома за результатами підсумкової атестації студентів оголошуються після оформлення в установленому порядку протоколів засідань екзаменаційної комісії [1, с. 16].

Кваліфікаційна робота повинна відповідати таким вимогам:

- бути актуальною, містити новизну, виконуватись на рівні сучасних досягнень науки і техніки;
- спрямовуватися на розв’язання практичних завдань майбутньої діяльності, творчий пошук нових пріоритетних наукових рішень;
- містити опрацювання спеціальних наукових і методичних літературних джерел;
- узагальнювати та розвивати фахові вміння магістранта.

Під час виконання кваліфікаційної роботи магістранти повинні вирішити такі задачі:

- розробити проєктні рішення будівельного об’єкта на сучасному науково-технічному рівні;
- визначити шляхи удосконалення існуючих проєктних рішень будівельного об’єкта в цілому або окремих елементів, технології будівельного виробництва, архітектурно-планувальних рішень тощо;

- виконати наукові дослідження за обраними напрямками з метою отримання нових знань інноваційного характеру;
- застосувати отримані нові наукові знання у проєктних рішеннях будівельного об'єкта, що розробляється;
- дати порівняльну техніко-економічну і наукову оцінку розробленим проєктним рішенням порівняно з аналогами.

Вирішення поставлених у проєкті задач має забезпечити економію матеріальних ресурсів, підвищити продуктивність праці, скоротити терміни та знизити вартість будівництва.

Відповідальність за правильність прийнятих рішень (архітектурно-конструктивних і технічних, методів виконання робіт), обґрунтувань, розрахунків та якість оформлення несе здобувач – автор кваліфікаційної роботи. Результатом магістерського дослідження має бути певна наукова новизна, самостійність, дослідний характер, актуальність.

Організаційні питання з виконання кваліфікаційної роботи вирішує завідувач кафедри та секретар екзаменаційної комісії.

До виконання кваліфікаційної роботи допускаються магістранти, які успішно склали заліково-екзаменаційну сесію, завершили переддипломну практику та захистили звіт.

Кожному здобувачеві вищої освіти кафедра призначає наукового керівника, який надає науково-методичну допомогу магістрантові у його самостійній роботі над кваліфікаційною роботою. Науковий керівник індивідуально консультує магістранта, допомагає йому скласти план кваліфікаційної роботи, завдання до практики, а також контролює дотримання графіка виконання, рецензує частини роботи та завершений рукопис, готує здобувача до захисту кваліфікаційної роботи.

Тематика кваліфікаційних робіт розробляється випусковою кафедрою відповідно до затверджених програм вивчених дисциплін, відображає актуальну проблематику сучасності. Тематика щорічно переглядається та оновлюється.

Здобувачу вищої освіти надається право самостійно обирати тему кваліфікаційної роботи згідно з тематикою, затвердженою кафедрою. Крім того, магістерські роботи можуть виконуватися за тематикою, яку замовлятимуть державні установи, підприємства та підприємницькі структури, що уклали із закладом вищої освіти контракти на підготовку магістрів або мають із ним договори співпраці та співдружності. Магістрант за погодженням із керівником може запропонувати свою тему дослідження за умов відповідного обґрунтування доцільності її розробки (відповідно до попередньої власної науково-дослідницької роботи, до місця роботи, можливостей отримання потрібної інформації на об'єкті дослідження тощо).

Обрані магістрантами й узгоджені з науковими керівниками теми кваліфікаційних робіт затверджуються на засіданні кафедри та вносяться

до загального подання на ім'я ректора для затвердження наказом по університету. Разом із вибором теми визначається об'єкт, за матеріалами якого буде виконуватися робота.

Здобувач має право попередньо обрати керівника кваліфікаційної роботи, для чого подається письмова заява на ім'я завідувача кафедри.

Керівниками кваліфікаційних робіт призначають висококваліфікованих фахівців кафедри з числа професорів і доцентів.

За поданням кафедри наказом по університету за 6 місяців до захисту за кожним здобувачем закріплюється тема кваліфікаційної роботи, ще до початку переддипломної практики, а також керівник та консультанти з певних розділів. Зміна теми після виходу наказу по університету не дозволяється.

Науковий керівник роботи видає здобувачу вищої освіти завдання на кваліфікаційну роботу встановленого зразка, допомагає в розробці календарного плану виконання роботи; рекомендує необхідну монографічну і навчально-методичну літературу, довідкові матеріали, оригінальні статті у спеціальних наукових періодичних виданнях; проводить систематичні, передбачені розкладом або календарним планом, індивідуальні консультації; перевіряє виконання роботи як за окремими частинами, так і всієї; сприяє вирішенню питань організаційного характеру; контролює якість оформлення роботи та її своєчасний попередній захист; допомагає у підготовці роботи до захисту.

Основою для розробки кваліфікаційної роботи є:

- завдання на проєктування (готує і видає студенту керівник кваліфікаційної роботи);
- будівельні норми, інші нормативні та керівні документи, чинні у сфері будівництва.

Складання плану роботи. Планом кваліфікаційної роботи є складений у визначеному порядку перелік розділів і розгорнутий перелік питань, які повинні бути висвітлені в кожному розділі. Правильно побудований план є організаційним початком роботи, допомагає систематизувати матеріал, забезпечити послідовність його викладу.

План кваліфікаційної роботи магістрант складає самостійно з урахуванням ідей та індивідуального підходу. Магістрантам рекомендується складати план кваліфікаційної роботи після опрацювання основних літературних джерел з теми дослідження, чіткого визначення основних понять, що входять у назву теми.

Виконання кваліфікаційної роботи охоплює період від вибору теми до захисту роботи. Ці етапи оформлюються у вигляді плану-графіка.

Складання індивідуального календарного плану роботи сприяє своєчасності і якості її виконання. Доцільно скласти план роботи з

урахуванням визначених термінів проміжного контролю виконання кваліфікаційної роботи.

Завершена кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, орієнтовно 60 сторінок друкованого тексту та графічної частини. Графічний матеріал включає в себе креслення інженерних рішень запроєктованої будівлі/споруди та демонстраційного матеріалу, в якому висвітлюється зміст наукових досліджень.

У пояснювальній записці наводяться: обґрунтування вибраної теми роботи, прийняті архітектурно-планувальні та конструктивні рішення, питання технології будівельного виробництва та технології зведення об'єкту, економіки будівництва, техніки безпеки, охорони праці, охорони навколишнього середовища, обґрунтування напрямків наукових досліджень, їх проведення, отримані результати наукових досліджень і шляхи їх запровадження у розроблюваній темі.

Кваліфікаційна робота має бути розроблена та оформлена відповідно до цих методичних вказівок, а також вимог Міжнародної системи одиниць (СІ), ДБН, ДСТУ, інших чинних нормативних документів у сфері будівництва та цивільної інженерії.

При висвітленні теми кваліфікаційної роботи здобувачі повинні показати здатність диференціювати, інтегрувати та уніфікувати знання; застосовувати правила, методи, принципи, закони у конкретних ситуаціях; інтерпретувати схеми; аналізувати та оцінювати факти і прогнозувати очікувані результати від прийнятих рішень. Матеріал має бути викладений логічно, послідовно, з дотриманням вимог стандартів Системи проектної документації для будівництва (СПДБ), а також стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД) [8, п.6.1].

Пошук літератури за темою кваліфікаційної роботи є досить копіткою справою, оскільки визначає ступінь інформованості в досліджуваній галузі. Зазвичай, обрання теми дослідження відбувається тоді, коли магістрант уже має деякі знання у певній галузі дослідження.

Пошук повинен охоплювати як актуальну літературу попередніх років, так і свіжі наукові публікації. Пошук у мережі Інтернет дає змогу отримати найновішу інформацію про стан досліджень, вивченість проблеми та про головні напрямки сучасних досліджень.

Під час пошуку й аналізу літературних джерел слід заздалегідь потурбуватися про підготовку бібліографії та про коректність посилань у процесі написання роботи. Тому, роблячи виписки, слід зазначати дані про літературні джерела: прізвище автора та його ініціали, назву статті або книги, видання, рік, том, номер, сторінку. Доцільно із самого початку готувати список використаних джерел згідно з вимогами до його оформлення на окремих аркушах паперу: це полегшує процес написання й оформлення роботи і гарантує коректність посилань.

Організація та проведення наукових досліджень ґрунтуються на наукових принципах експериментального або теоретичного дослідження. Продуманість методики та організаційних аспектів суттєво полегшує сам процес дослідження й опрацювання результатів.

Аналіз і статистичне опрацювання отриманих даних, інтерпретація результатів досліджень і формулювання висновків підводять підсумок виконаної роботи.

9.2. Порядок виконання кваліфікаційної роботи

Підготовка магістра триває 1 рік і 4 місяці – три семестри: протягом перших двох семестрів студенти магістратури здобувають теоретичні знання і практичні навички, у третьому семестрі – переддипломна практика і безпосередньо виконання кваліфікаційної роботи. Виконання кваліфікаційної роботи, кожного розділу зокрема, здійснюється на основі складеного здобувачем і погодженого керівником індивідуального плану роботи. План-графік включає такі основні пункти:

1. Вибір теми кваліфікаційної роботи.
2. Вибір бази переддипломної практики.
3. Прикріплення до наукового керівника від кафедри.
4. Затвердження бази переддипломної практики.
5. Узгодження з керівником теми кваліфікаційної роботи.
6. Затвердження теми кваліфікаційної роботи на кафедрі.
7. Оформлення завдання на кваліфікаційну роботу; узгодження графіка роботи.
8. Початок переддипломної практики (початок вересня – III семестр).
9. Робота з літературними джерелами. Складання бібліографії з теми кваліфікаційної роботи.
10. Виконання розрахунково-теоретичної та графічної частини роботи.
11. Вивчення проблеми, досліджуваної в роботі, на базі практики.
12. Виконання наукової частини кваліфікаційної роботи.
13. Захист звіту про переддипломну практику.
14. Виступ на науковій конференції.
15. Написання заключного розділу кваліфікаційної роботи — пропозицій (напрямів) з удосконалення проблеми за темою кваліфікаційної роботи.
16. Здача кваліфікаційної роботи керівникові на перевірку.
17. Виправлення зроблених зауважень. Здача остаточного варіанта кваліфікаційної роботи.
18. Подання рукопису кваліфікаційної роботи для перевірки на академічний плагіат згідно з [2].
19. Написання керівником відгуку на кваліфікаційну роботу.

20. Передання кваліфікаційної роботи на зовнішнє рецензування.
Отримання рецензії.
21. Підготовка до виступу на захисті кваліфікаційної роботи.
22. Захист кваліфікаційної роботи.

У разі невиконання індивідуального плану кваліфікаційної роботи керівник повідомляє завідувача кафедри доповідною запискою, яку розглядають на засіданні кафедри, приймають певні рішення, про що повідомляють деканат.

Для контролю за ходом виконання кваліфікаційної роботи здійснюються контрольні перевірки після завершення кожного етапу, графік проведення яких оголошується на початку проєктування.

9.3. Зміст пояснювальної записки

Пояснювальна записка починається з титульного аркушу, завдання, анотації (резюме), змісту та вступу. Далі йде виклад основної частини, в кінці наводяться висновки по роботі, список використаних джерел, додатки (за потреби).

Титульний аркуш (бланк видається секретарем екзаменаційної комісії або виконується власноруч здобувачем вищої освіти за шаблоном кафедри).

Завдання на магістерську роботу (видається керівником кваліфікаційної роботи з підписами консультантів, керівника проєкту та завідувача кафедри).

Анотація (резюме) іноземною мовою (максимально стислий виклад усієї кваліфікаційної роботи/проєкту обсягом до 1 сторінки).

Зміст (складається автором роботи після формування пояснювальної записки з позначенням сторінок, розділів та підрозділів).

Вступ

Вихідні дані кваліфікаційної роботи

Умови району будівництва

Технологічний процес на об'єкті або його функціональна характеристика

Розділи основної частини (в тому числі: архітектурно-будівельна частина; розрахунково-конструктивна частина; технологія та організація будівництва; економіка будівництва; охорона праці; наукова частина кваліфікаційної роботи тощо)

Додатки

Список використаних джерел

Виконання наукової частини кваліфікаційної роботи передбачає:

- обґрунтування актуальності теми, мети й завдань дослідження, предмета та об'єкта дослідження, оцінювання його новизни та перспективності, практичну цінність, зазначення методів і джерел дослідження, апробацію результатів дослідження;
- визначення теоретичних засад дослідження;
- аналіз конкретної проблеми та підтвердження розрахунками, розробкою відповідних проектних рішень, пропозицій, рекомендацій.

Приступаючи до виконання наукової частини кваліфікаційної роботи, магістрант має чітко уявляти собі її структуру та зміст. При цьому всі складові частини роботи повинні бути логічно взаємопов'язані та переконливо аргументовані.

Для проведення ґрунтовного наукового аналізу з теми дослідження складається план, який дає змогу виділити основні структурні одиниці роботи. В тексті роботи він фіксується як зміст роботи. Зміст роботи визначається її темою і відображається у плані, розробленому за допомогою наукового керівника. Відповідно до обраної теми магістрант самостійно або за рекомендацією керівника добирає літературні джерела (книги, брошури, наукові статті та ін.) й відповідні нормативні документи і складає проект плану роботи, який обговорює з керівником.

Формуючи план роботи, здобувач показує вміння визначати основне, найбільш істотне в проблемі, а також послідовність викладення. Перелік питань, які розглядаються, структурується за принципом від загального до конкретного. Тобто питання теми, як вузлові складові обраної проблеми, мають бути єдиною системою, в якій кожне наступне питання розвиває і доповнює попереднє. Питання повинні бути чітко і ясно сформульовані.

У **вступі** до наукової частини кваліфікаційної роботи обґрунтовується актуальність проблеми, що вивчається, її практичне значення, особливості постановки та розв'язання питань стосовно конкретних умов дослідження; формулюються мета й завдання, обґрунтовуються об'єкт, предмет і напрями дослідження, вказуються використані наукові методи дослідження, наукова новизна та практичне

значення одержаних результатів дослідження, апробація результатів дослідження, обсяг і структура наукової роботи.

Обсяг вступу не повинен перевищувати 3 сторінок комп'ютерного тексту.

Актуальність теми визначається в її зіставленні з широким колом подібних попередніх досліджень з урахуванням необхідності застосування нових наукових підходів до її аналізу та узагальнення. Актуальність складається з нової наукової інформації, узагальнення передового досвіду, вирішення нових теоретичних завдань, розкриття методів використання теорії в конкретних умовах діяльності. Далі коротко (одна-дві сторінки) описують, що зроблено для розв'язання проблеми. Після цього окреслюють недостатньою мірою вивчені її аспекти та обґрунтовують власний вибір теми дослідження.

Мета і завдання дослідження визначаються на основі актуальності обраної теми та з визначенням кінцевого результату роботи. Сукупність усіх завдань має дати уявлення про те, що необхідно зробити для досягнення мети. Кожне поставлене завдання має бути розв'язане й описане в роботі у вигляді аналізу, висновків та рекомендацій.

Ключовими словами у формулюванні мети виступають дієслова в неозначеній формі (дослідити, описати, здійснити, вивчити, розкрити і т. ін.) або відповідні віддієслівні іменники (дослідження, опис тощо). Оскільки мета – це поняття ширше, ніж завдання, тут часто вживають означення комплексний, всебічний (комплексне дослідження, всебічне вивчення), монографічний. Мету слід формулювати якомога компактніше, бажано, щоб у ній проглядалася головна думка наукової розвідки, а при визначенні завдань не доводилося іншими словами повторювати вже сказане – мету.

Завдання дослідження можуть включати:

- вирішення певних теоретичних питань, які входять у загальну проблему дослідження (наприклад, виявлення сутності понять, явищ, процесів, їх подальше вдосконалення, розробка ознак, рівнів функціонування, критеріїв ефективності, принципів, умов застосування тощо);
- всебічне (і експериментальне в тому числі) вивчення проблеми, виявлення її типових особливостей (таке вивчення дає змогу уточнити, перевірити дані, опубліковані у спеціальних неперіодичних і періодичних виданнях);
- обґрунтування підходів до вирішення проблеми;
- експериментальну перевірку запропонованої системи заходів, їх відповідності критеріям оптимальності;
- розробка методичних рекомендацій і пропозицій щодо використання результатів дослідження у практиці роботи відповідних установ (організацій).

Завдання потрібно не лише правильно й чітко сформулювати, але й поставити їх у певному порядку, так, щоб перед читачем розгорталася програма дій науковця.

Предмет і об'єкт дослідження. Об'єкт – уся сукупність зв'язків, відношень різних аспектів теорії та практики проблеми, яка є джерелом інформації, необхідної для дослідника. Об'єкт дослідження – це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію і обране для вивчення.

Предмет – це тільки ті суттєві зв'язки та відносини, які потребують безпосереднього вивчення в певній роботі, є основними, визначальними для конкретного дослідження.

Предмет дослідження міститься в межах об'єкта, таким чином, предмет дослідження є вузьчим, ніж його об'єкт. Правильне, науково обґрунтоване визначення об'єкта дослідження – це не формальна, а суттєва, змістова наукова акція, покликана зорієнтувати самого дослідника на виявлення місця і значення предмета дослідження. Визначення теми, об'єкта, предмета й мети дослідження являє собою, по суті, єдиний нерозривний процес.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження. Саме на нього спрямована основна увага дослідника, оскільки предмет дослідження визначає тему наукової праці (відображена в назві на титульному аркуші).

Обираючи тему роботи, об'єкт і предмет досліджень, слід продумати не лише актуальність та цікавість, а й реальні можливості забезпечення адекватної вибірки у процесі безпосереднього проведення дослідження.

Теоретична основа – основні теоретичні положення, які лягли в теоретико-методологічну основу кваліфікаційної роботи.

Гіпотеза дослідження – основне припущення щодо очікуваних результатів роботи.

Формулюючи гіпотези дослідження, необхідно враховувати, що:

- гіпотеза не повинна містити поняття, які теоретично або експериментально не можуть бути інтерпретовані;
- гіпотези слід формулювати як припущення;
- гіпотезу слід формулювати так, щоб можна було її перевірити, тобто дослідник повинен мати змогу розробити адекватні дослідницькі процедури.

Слід враховувати, що залежно від типу дослідження, яке проводиться в магістерській роботі (пошукове, аналітичне або експериментальне), формулюють і гіпотези різного типу: структурно-описову, функціонально-описову або пояснювальну.

Смислова точність і лаконічність є головними вимогами до формулювання мети, гіпотези, об'єкта та предмета дослідження. Слід

пам'ятати, що назва теми повинна відповідати меті роботи, містити в собі предмет і вказувати на мету роботи.

Методи дослідження. Подається перелік використаних методів дослідження або досягнення поставленої у роботі мети. Перераховувати їх треба не відірвано від змісту роботи, а коротко та змістовно визначаючи, що саме досліджувалось тим чи іншим методом. Це дає змогу пересвідчитись у логічності та прийнятності вибору саме цих методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Дається короткий виклад нових наукових положень (рішень), запропонованих магістрантом особисто. Необхідно показати відмінність отриманих результатів від відомих раніше, описати ступінь новизни (уперше отримано, удосконалено, дістало подальший розвиток).

Кожне наукове положення чітко формулюють, підкреслюючи його основну сутність і зосереджуючи особливу увагу на рівні досягнутої при цьому новизни. Сформульоване наукове положення повинно читатися і сприйматися легко й однозначно (без нагромадження дрібних і таких, що затемнюють його сутність, деталей та уточнень).

Практичне значення одержаних результатів. Подаються відомості про використання результатів дослідження, висвітлюються результати практичного застосування отриманих результатів або рекомендації щодо їхнього використання. Це можуть бути нові способи, технології, форми, методи, тобто те нове, що дає виконана магістерська робота для практики роботи тієї чи іншої галузі виробництва чи суспільно-політичного життя із зазначенням ступеня готовності до використання або масштабів використання.

Необхідно коротко повідомити про впровадження результатів дослідження, назвавши організації, в яких здійснена реалізація, форми реалізації та реквізити відповідних документів. А також підкреслити корисність того або іншого заходу для людини, суспільства, держави.

Апробація результатів дослідження. Подаються відомості про участь магістранта у міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференціях, круглих столах тощо. Необхідно зазначити назву конференції, місто, термін проведення.

Публікації. Наводиться інформація про кількість опублікованих магістрантом наукових праць за темою магістерської роботи, загальний їх обсяг. Зазначається кількість наукових праць, опублікованих у наукових фахових виданнях, у матеріалах конференцій та інших виданнях, їх загальний обсяг.

Кваліфікаційна робота виконується на основі ґрунтовного вивчення літературних джерел. Вивчення літератури для виконання магістерської роботи є одним із важливих етапів роботи магістранта. У кожному разі при використанні літературних джерел необхідно вказувати, звідки воно запозичене (із зазначенням назви праці, видавництва, місця і року видання,

сторінок). Кваліфікаційні роботи без таких посилань до захисту не допускаються.

Огляд має бути систематизованим аналізом теоретичної, методичної та практичної новизни, значущості, переваг і недоліків розглядуваних праць.

Загальні висновки

Висновки (заключну частину роботи називають "Висновки" або "Висновки та рекомендації"). У Висновках коротко описують результати, отримані у процесі роботи, наводять головні наукові та практичні результати досліджень, аргументуючи кількісними та якісними показниками. Висновки повинні інформувати про досягнення мети дослідження й виконання конкретних поставлених завдань. Доцільно висловити власне бачення подальших перспектив дослідження проблеми.

Список використаних джерел

Список використаних джерел подається після загальних висновків по роботі. Це одна із важливих частин роботи, котра відтворює самостійну творчу роботу студента. Здобувач зобов'язаний посилатися на джерела, з яких у роботі використано матеріали, окремі результати, ідеї або висновки для розробки власних задач та питань. Такі посилання дають змогу відшукати документи і перевірити достовірність цитування певних наукових робіт, повідомляють необхідну інформацію про них, допомагають з'ясувати їх зміст, мову тексту, обсяг. Посилатися слід на останні видання. Більш ранні видання можна зазначити лише в тих випадках, коли в них наявний матеріал, не включений до останнього видання. Список використаних джерел рекомендується розміщувати в порядку згадування їх у тексті за наскрізною нумерацією.

Список використаних джерел подають також за алфавітним принципом: українська абетка береться за основу для подання літератури, написаної кирилицею, англійська – для літератури латинських абеток.

У тексті посилання позначається цифрою у квадратних дужках відповідно до номера джерела у списку використаних джерел, наприклад [5] або [5; 12]. Якщо в тексті вжито цитату, необхідно, окрім посилання на літературне джерело, зазначити сторінку, наприклад [23, с.24].

Посилаючись на літературні джерела, інформацію з яких використано у кваліфікаційній роботі, слід дотримуватися певних правил.

У разі посилання у кваліфікаційній роботі на наукові праці, ініціали їхніх авторів пишуть перед прізвищем; у бібліографічному описі на першому місці ставлять прізвище, а потім – ініціали.

Використовуючи матеріали і відомості з монографій, також слід зазначити номери сторінок, ілюстрацій, таблиць, формул із джерела, на яке зроблено посилання. Посилання в тексті на джерела варто зазначити

порядковим номером за переліком використаних джерел, виділеним двома квадратними дужками, наприклад, "...у роботах [1–7]...". Допускається наводити посилання на джерела у виносках, номер посилань має відповідати його бібліографічному описові за переліком посилань (наприклад, посилання на джерело у назві цього підрозділу).

Після інформації про автора та назви джерела подають інформацію про те, де, хто і коли видав книгу. Скорочено подають назви столиць та інших великих міст (наприклад, "Львів", "Харків", проте "К."), зазначають назву видавництва коротко, без лапок, опускаючи слово "видавництво" (наприклад, К.: Основи, Львів: Просвіта, Вид-во Львів. ун-ту), після назви видавництва ставлять кому і подають рік видання (наприклад, Львів: Каменяр, 2015), зазначають обсяг книги (наприклад, 483 с.) чи у разі бібліографічного опису статей подають сторінки, на які посилаються (наприклад, С. 34 – 63).

У разі посилання на джерела, опубліковані у всесвітній комп'ютерній мережі Internet, слід використовувати стиль, прийнятий Міжнародною організацією стандартизації:

- 1) опис джерела наводять згідно із загальними вимогами;
- 2) у квадратних дужках вказують дату цитування ([Цит. 2023, 5 січня] – для україномовних джерел, [Cited 2023, 12 June] — для англومовних;
- 3) зазначають адресу сторінки: Доступний з: <<http://www.franko.lviv.ua/general/aboutu.html>> або Available from: <<http://www.uvm.edu/~ncrane/estyles/mla.html>> .

Додатки (за потреби)

У додатках подають допоміжні матеріали, котрі переобтяжують текст основної частини роботи, але потрібні для повноти її сприйняття. За змістом додатки можуть бути різноманітними. Для них характерні, наприклад, проміжні математичні доведення, формули і розрахунки, таблиці допоміжних цифрових даних, копії справжніх документів, витяги зі звітних матеріалів, виробничі плани і програми, протоколи та акти випробувань, впровадження, розрахунки економічного ефекту, інструкції і методики, опис алгоритмів і програм розв'язання задач на ЕОМ, розроблені у процесі виконання роботи, окремі положення з інструкцій і правил, ілюстрації допоміжного характеру тощо.

Кожний додаток повинен мати заголовок, який друкують вгорі малими літерами з першої великої симетрично до тексту сторінки. Над заголовком, але посередині рядка, друкують слово «ДОДАТОК» і відповідну велику літеру української абетки, крім літер І, Є, З, І, Ї, О, Ч, Ь, яка позначає додаток. Текст кожного додатка починають з наступної сторінки [7, п. 6.2.2].

Зміст графічної частини кваліфікаційної роботи визначає керівник роботи у спеціальному завданні, яке затверджує завідувач кафедри.

9.4. Вимоги до оформлення кваліфікаційної роботи

Згідно з [6, п. 4.5.2] кваліфікаційна робота оформлюється відповідно до вимог ДСТУ 3008-2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Оформлення розрахунково-пояснювальної записки

Оскільки кваліфікаційна робота є науковим дослідженням, мовне оформлення тексту повинне відповідати головним вимогам наукового викладу. Для наукового тексту притаманний формально-логічний спосіб викладення матеріалу, смислова завершеність, цілісність і зв'язність. Об'єктивність викладу матеріалу забезпечується також і вказівками на джерело повідомлення чи певної думки. У процесі мовного оформлення слід дотримуватися смислової точності та ясності викладу.

Структура роботи повинна відповідати її змісту.

У сучасній науковій літературі особовий стиль викладення матеріалу змінюється на безособовий: займенник “Я” не вживається, а займенник “ми” поступово виходить із ужитку. Безособовий стиль полягає у таких формулюваннях: “Можна вважати..., виявлено..., доведено..., розроблений комплексний підхід...”. Не рекомендується вживати слова та вислови, які не відповідають науковому стилю мовлення, зокрема “очевидно”, “загальновідомо”.

Кваліфікаційні роботи, як і всі роботи магістрів, підлягають оформленню згідно з відповідними правилами. Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи виконується у текстовому редакторі WORD. Текст кваліфікаційної роботи необхідно оформляти відповідно до Державного стандарту України. Таким стандартом є ДСТУ 3008-2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» [7].

Текстові документи друкують через півтора міжрядкові інтервали з одного боку аркуша білого паперу формату А4 (210×297 мм), розміщуючи до тридцяти рядків на сторінці. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи, за винятком додатків і списку використаної літератури, повинен становити орієнтовно 60 сторінок тексту.

Рекомендовано використовувати береги такої ширини: верхній і нижній – не менше 20 мм, лівий – не менше 25 мм, правий – не менше 10 мм [7, п. 7.1.11].

Шрифт текстової частини – Times New Roman, розмір 14, вирівнювання по ширині сторінки.

Сторінки нумерують наскрізно арабськими цифрами, охоплюючи додатки. Номер сторінки проставляють праворуч у верхньому куті сторінки без крапки в кінці. Титульний аркуш входить до загальної нумерації сторінок, але номер сторінки на титульному аркуші не проставляють [7, п. 7.3.3].

Заголовки розділів треба друкувати шрифтом Times New Roman, розмір 14, з абзацного відступу великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці. Дозволено їх розміщувати посередині рядка [7, п. 7.1.20].

Заголовки підрозділів, пунктів, підпунктів потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці [7, п. 7.1.21].

Абзацний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту і дорівнювати п'яти знакам [7, п. 7.1.22].

Якщо заголовок складається з кількох речень, їх розділяють крапкою. Розривати слова знаком переносу в заголовках заборонено [7, п. 7.1.23].

Відстань між заголовком і подальшим або попереднім текстом має бути не менше, ніж два міжрядкових інтервали [7, п. 7.1.24].

Не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту на останньому рядку сторінки [7, п. 7.1.25].

Кожен розділ слід розпочинати з нової сторінки.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1» [7, п. 7.4].

Формули набирають після згадування у тексті з таким форматуванням: стиль тексту, змінних, функцій тощо – жирним курсивом, розмір 14, індекс крупний – 10 пт., індекс дрібний – 8 пт, символ крупний – 14 пт, символ дрібний – 11 пт. Вирівнювання формул по центру. При потребі формули нумерують: номер формули ставиться в круглих дужках у тому ж рядку з вирівнюванням по правому полю. Нумерація наскрізна в межах кожного розділу.

Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому її згадано вперше, або на наступній сторінці. На кожену таблицю має бути посилання в тексті із зазначенням її номера. Таблиці нумерують наскрізно арабськими цифрами в межах розділу, наприклад, «Таблиця 2.1» – перша таблиця другого розділу [7, п. 7.6]. Якщо в тексті лише одна таблиця, її нумерують. Назву таблиці друкують з великої літери і розміщують над таблицею з абзацного відступу.

Усі графічні матеріали (ескізи, діаграми, графіки, схеми, фотографії, рисунки, кресленики тощо) повинні мати однаковий підпис «Рисунок». Рисунок подають одразу після тексту, де вперше посилаються на нього, або на наступній сторінці, а за потреби – в додатках [7, п. 7.5]. Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами в межах кожного розділу,

наприклад, «Рисунок 3.2» – другий рисунок третього розділу. Підрисункові підписи вирівнюють по центру.

Текст пояснювальної записки повинен бути набраний грамотною українською мовою без орфографічних помилок.

Наукова частина кваліфікаційної роботи на захист може бути представлена у вигляді плакатів, слайдів, відеоматеріалів тощо.

Оформлення графічної частини кваліфікаційної роботи

Креслення і плакати кваліфікаційної роботи виконують переважно за допомогою засобів комп'ютерної графіки або, як виняток, вручну олівцем або тушшю. Креслення виконують в оптимальних масштабах з урахуванням їх складності та насиченості інформацією. Масштаби на кресленнях не позначають, за винятком креслень виробів (під будівельним виробом розуміють елемент будівельної конструкції: колона, ферма, ригель, плита перекриття, панель стіни, арматурний каркас тощо, що виготовляється поза місцем його встановлення). Креслення виробів супроводжуються основним надписом.

Усі креслення графічної частини, як правило, виконують на рівні основних і робочих креслень із дотриманням вимог державних стандартів України ДСТУ Б А.2.4-4:2009 [8] та ДСТУ Б А.2.4-7:2009 [9].

Робочі креслення, які призначені для провадження будівельних і монтажних робіт, об'єднують у комплекти за марками, наприклад архітектурно-будівельні рішення – АБ, конструкції металеві детальні – КМД тощо. При розділенні комплекту АБ виділяють: архітектурні рішення – АР, конструкції залізобетонні – КЗ, конструкції дерев'яні – КД. У магістерській кваліфікаційній роботі частина специфікацій, експлікацій і відомостей може бути винесена у пояснювальну записку.

Графічна частина проекту містить усі обов'язкові матеріали, зазначені у завданні, а також додаткові ілюстративні матеріали (плакати, макети), виконані на розсуд здобувача вищої освіти з метою полегшення захисту (їх кількість не регламентується, але вони не замінюють обов'язкових креслень).

На архітектурно-будівельних кресленнях масштаби не позначають, і плани поверхів, розрізи, фасади виконують у масштабі 1:100, 1:200, 1:500 (1:50), плани технічних поверхів та покрівлі – 1:500, 1:1000 (1:200), вузли у масштабі 1:10, 1:20.

Надписи і підписи на кресленнях виконують креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304-81.

Зображення ліній на кресленнях виконують за ГОСТ 2.303-68. Товщина суцільної лінії – 0,5...1,4 мм залежно від масштабу та формату. Довжина штрихів у штрихових лініях 2...8 мм, відстань між штрихами 1...2 мм.

Координатні осі наносять на зображення тонкими штрих-пунктирними лініями з довгими штрихами, позначають зліва направо та знизу вгору послідовно арабськими цифрами (по стороні будівлі з більшою кількістю осей) і послідовно великими літерами українського алфавіту, за винятком літер З, І, Ї, О, Х, Щ, Ъ, у колах діаметром 6...12 мм [8, п.6.4].

Відмітки рівнів (висоти, глибини) елементів конструкцій позначають умовним знаком і вказують у метрах з трьома цифрами після коми та обов'язково знаком „+” або „-”, крім нульової відмітки, де знак не ставиться. На фасадах, видах, розрізах відмітки розміщують на виносних лініях; на планах відмітки проставляють у прямокутнику.

На планах напрямом ухилу вказують стрілкою, над якою проставляють величину ухилу у відсотках (10%, 20%), як відношення висоти до довжини (1:12), у проміле (2‰, 1,2‰), десятковим дробом зі знаком „/”, гострий кут якого направлений у бік ухилу.

Написи до багатошарових конструкцій виконують у вигляді прапорців зі стрілкою та виносними лініями, на яких вказують складові частини. Розрізи будівлі позначають послідовними арабськими цифрами.

При зображенні вузла відповідне місце відмічають на (виді) фасаді, плані або розрізі замкненою суцільною тонкою лінією (колом, овалом) з позначенням на полиці виносної лінії порядкового номеру вузла арабською цифрою. Якщо вузол міститься на іншому аркуші, то номер аркуша вказують у дужках поряд з номером або під полицею виносної лінії з номером вузла. Над зображенням вузла у колі діаметром 12...14 мм вказують його порядковий номер, якщо вузол замаркований на іншому аркуші, то коло поділене навпіл, вгорі проставляють номер вузла, внизу – аркуш, на якому вузол замаркований.

Фрагменти розрізів, планів, фасадів відмічають фігурною дужкою, під якою (а також над відповідним фрагментом) наносять найменування і порядковий номер фрагменту.

Якщо плани поверхів багатоповерхового будинку мають невеликі відмінності один від одного, то виконують план одного з поверхів, а для інших поверхів виконують лише ті частини плану, які мають відмінності від поданого, обов'язково зазначаючи: „Решту див. план (найменування повністю зображено плану)”.

У назвах планів поверхів будівлі вказують відмітку чистої підлоги поверху, номер поверху або позначення відповідної січної площини, наприклад: „План на відм. 0,000”, „План 2-9 поверхів”, „План 3-3” [8, п.6.24].

У назвах розрізів будівлі вказують позначення січної площини, наприклад: „Розріз 1 – 1”.

У назвах фасадів будівлі вказують крайні осі, між якими розташований фасад, наприклад: „Фасад 1 – 12”.

Експлікації приміщень виконують за формою 2 [9, с.25]:

20	Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Кат.* приміщення
8				
15		130	20	20
		185		

* Категорія з вибухопожежної та пожежної безпеки.

Кожний аркуш графічної частини кваліфікаційної роботи повинен мати основний надпис [8, п. 6.27].

9.5. Терміни виконання кваліфікаційної роботи

Виконання кваліфікаційної роботи магістра триває до 1 грудня. У випускному семестрі здобувачі усіх форм навчання мають переддипломну практику. За час проходження переддипломної практики здобувач здійснює збір інформації за темою кваліфікаційної роботи, розробляє ескізні рішення, знайомиться з технологією виробничих процесів, проробляє об'ємно-планувальне та архітектурно-конструктивне рішення проєкту, наукову частину тощо.

Виконання кваліфікаційної роботи, кожного розділу зокрема, здійснюється на основі складеного здобувачем і погодженого з керівником індивідуального плану. У разі невиконання індивідуального плану керівник повідомляє завідувача кафедри доповідною запискою, яку розглядають на засіданні кафедри, приймають певні рішення, про що повідомляють деканат.

Для контролю за ходом виконання кваліфікаційної роботи здійснюються контрольні перевірки після завершення кожного етапу, графік проведення яких оголошується на початку проєктування. Контрольні перевірки здійснює комісія у складі завідувача кафедри, гаранта освітньої програми, секретаря ЕК, керівників та консультантів. Явка здобувачів є обов'язковою.

На першу та другу контрольні перевірки здобувачі подають частини пояснювальної записки та креслень в ескізному, чорновому або

остаточному (чистовому) варіантах. На третю перевірку подається остаточний варіант кваліфікаційної роботи (чистовий варіант).

Результати контрольних перевірок обговорюють на засіданнях кафедри, приймають рішення про продовження роботи кожного здобувача над проектом, допуск до захисту, інформацію подають у деканат.

9.6. Подання до захисту кваліфікаційної роботи

Підготовка до захисту та захист є логічним завершенням виконання кваліфікаційної роботи.

Остаточний варіант написаної і відповідно оформленої кваліфікаційної роботи подається на кафедру у визначений термін.

Керівник з'ясовує ступінь готовності роботи, відповідність її вимогам і дає рекомендацію щодо допуску до захисту. Текст кваліфікаційної роботи/проекту повинен мати допустимий рівень унікальності, для цього здійснюють перевірку на академічний плагіат. Метою перевірки кваліфікаційних робіт/проектів здобувачів вищої освіти є запобігання академічному плагіату (запозиченням) у цих роботах, підвищення їх якості, забезпечення належного ступеню унікальності текстів, активізація самостійності та індивідуальності при створенні авторського твору. Допустимий рівень унікальності текстів кваліфікаційних робіт/проектів є необхідною умовою дотримання норм академічної доброчесності їхніми авторами, гарантування якості виконаної роботи та формування у цілому якості освіти Університету [3, п. 5.1].

Перевірка робіт з метою встановлення ступеню унікальності текстів передбачає інструментальне дослідження тексту роботи та експертне оцінювання [3, п. 5.2].

Згідно з [2, п. 2.4], перед перевіркою на академічний плагіат здобувач вищої освіти (автор кваліфікаційної роботи) не менше, ніж за 14 днів до захисту роботи в екзаменаційній комісії:

- заповнює і підписує заяву щодо самостійності виконання кваліфікаційної роботи, яка у подальшому вкладається у рукопис кваліфікаційної роботи. Цією заявою підтверджується факт відсутності у роботі запозичень з друкованих та електронних джерел третіх осіб, не підкріплених відповідними посиланнями, й поінформованість про можливі санкції у випадку виявлення академічного плагіату. Відмова у заповненні та підписанні заяви передбачає недопуск здобувача до захисту кваліфікаційної роботи;

- особисто передає текст рукопису кваліфікаційної роботи для перевірки. Текст роботи вводиться повністю, починаючи зі вступу роботи та закінчуючи списком використаних джерел (без титульного аркушу, без

бланку завдання, без реферату (анотації), без змісту, без додатків, без рамки, кутового штампу);

- здобувач несе відповідальність за неподання або несвоєчасне подання своєї кваліфікаційної роботи на перевірку згідно з [2], за порушення вимог Положення [3].

Для кваліфікаційної роботи/проекту на отримання ступеня «магістр» текст кваліфікаційної роботи/проекту може мати такий рівень унікальності за результатами інструментальної перевірки і експертного оцінювання [3, п. 5.9.1]:

- «допустимий», якщо показник запозичень тексту становить 0 – 30% – кваліфікаційна робота/проект допускається до захисту;

- «низький», якщо показник запозичень тексту становить 30 – 60% – здобувачу вищої освіти необхідно перевірити та виправити посилання, робота потребує доопрацювання та повторної перевірки на академічний плагіат;

- «незадовільний», якщо показник запозичень тексту становить більше 60% – матеріал до розгляду не приймається.

Здобувачі, кваліфікаційні роботи/проекти яких пройшли перевірку з допустимим рівнем унікальності тексту допускаються до захисту [3, п. 5.10].

У разі встановлення низького рівня унікальності тексту, експертна комісія повідомляє здобувача вищої освіти про можливість доопрацювання кваліфікаційної роботи/проекту з метою забезпечення допустимого рівня унікальності тексту протягом 7 днів з моменту отримання рішення експертної комісії та повторно пройти перевірку на академічний плагіат [3, п. 5.11].

Здобувача вищої освіти можна відрахувати з університету у разі встановлення незадовільного рівня унікальності його кваліфікаційної роботи/проекту [3, п. 7.2].

За тиждень до захисту кваліфікаційна робота повинна бути повністю завершена і мати відруковану першу сторінку електронного звіту щодо результатів перевірки на академічний плагіат. До цього часу потрібно роздрукувати графічну частину проекту, заповнити штампи, проставити дати, зібрати усі підписи (виконавця, керівника, консультантів, нормоконтролю); зшити пояснювальну записку, на останній сторінці поставити підпис виконавця і дату завершення роботи.

Не пізніше як за 5 днів до призначеного дня захисту здобувач подає кваліфікаційну роботу завідувачу кафедри, який вирішує питання про допуск до захисту та направляє кваліфікаційну роботу на рецензію.

Кваліфікаційна робота подається на рецензування визначеному кафедрою рецензентові. Рецензія містить рекомендації щодо оцінки роботи.

Не пізніше як за два дні до захисту магістрант подає кваліфікаційну роботу, рецензію та відгук наукового керівника секретареві екзаменаційної комісії. Кваліфікаційну роботу магістрант захищає прилюдно на засіданні екзаменаційної комісії у присутності всіх, хто бажає бути присутнім на захисті.

У випадку невиконання всіх вимог чи несвоєчасного подання кваліфікаційної роботи на кафедру здобувач не допускається до захисту.

Процедура захисту кваліфікаційних робіт визначається Положенням про організацію навчального процесу в ЛНТУ і Рекомендаціями про створення, організацію і роботу екзаменаційної комісії в ЛНТУ.

Відповідно до цього до захисту кваліфікаційної роботи допускаються особи, які завершили повний курс навчання та успішно склали всі атестаційні іспити (екзамени та заліки), передбачені навчальним планом. Списки магістрів, допущених до захисту кваліфікаційних робіт, подаються до екзаменаційної комісії деканом факультету.

За 2 дні до встановленого терміну захисту здобувач подає виконану роботу деканові факультету. Декан переглядає подану роботу і направляє студента в екзаменаційну комісію для захисту.

Перед захистом кваліфікаційних робіт деканат подає такі документи до екзаменаційної комісії:

- зведену відомість про виконання магістрами навчального плану, про отримані ними оцінки з теоретичних дисциплін, практик;
- відгук керівника про кваліфікаційну роботу;
- рецензію на кваліфікаційну роботу фахівця відповідної кваліфікації і профілю.

Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи полягає у виготовленні засобів для унаочнення основних результатів досліджень і доповіді. Рекомендується у процесі виступу використовувати заздалегідь підготовлені мультимедійні презентації.

Не пізніше як за один день до захисту секретареві екзаменаційної комісії подаються:

- кваліфікаційна робота, виконана згідно з вимогами;
- рецензія на кваліфікаційну роботу з підписом рецензента та печаткою організації (вказати повністю прізвище, ім'я, по батькові, посаду, науковий ступінь, вчене звання рецензента);
- направлення на захист з відгуком керівника про роботу здобувача, підписами завідувача кафедри та декана факультету.

Крім зазначених документів, на захист в екзаменаційну комісію можуть подаватися матеріали, які характеризують наукову та практичну цінність виконаної кваліфікаційної роботи (друковані статті, документи про впровадження, макети, зразки виробів, заявки на патенти тощо).

У разі несвоєчасного подання документів у екзаменаційну комісію студент до захисту кваліфікаційної роботи не допускається. Переносити

термін захисту можна лише за виняткових обставин з дозволу ректора університету.

9.7. Захист випускної кваліфікаційної роботи

Час захисту кваліфікаційної роботи, як правило, не перевищує 30 хв. Час доповіді – 10...12 хв. Під час визначення оцінки проєкту, рівня теоретичної та практичної підготовки здобувача враховують такі критерії:

1	Правильність прийнятих рішень у проєкті	40%
2	Застосування програмного забезпечення при виконанні роботи	5%
3	Якість змісту та оформлення графічної частини	20%
4	Якість змісту та оформлення пояснювальної записки	15%
5	Рівень володінням інформацією та вміння презентувати проєкт	10%
6	Здатність впевнено та правильно відповідати на теоретичні запитання і пояснювати практичні дії, аргументовано захищати отримані результати, свою точку зору	10%
Всього		100%

Критерії оцінювання за шкалою вказані у п. 8.4.13. Положення про організацію освітнього процесу в ЛНТУ №582:

http://lutsk-ntu.com.ua/sites/default/files/sites/default/files/files13/no582_protokol_no10_v_id_25.06.2020_r.-min-szhatyy1.pdf

Захист кваліфікаційних робіт проводиться на відкритому засіданні експертної комісії за участю повного її складу за обов'язкової присутності голови комісії.

Кваліфікаційні роботи здобувачів вищої освіти повинні захищатися українською мовою [6, п. 4.5.2].

Презентація виступу на захисті кваліфікаційної роботи зазвичай не повинна перевищувати 20 слайдів і має містити:

- короткий теоретичний вступ (вказати, хто займався досліджуваною проблемою і які підходи вироблені, 1 – 2 слайди);
- мету та гіпотези дослідження (1 слайд);
- методи та методики дослідження (1 слайд);
- практичний експеримент (1 – 2 слайди);
- опис результатів дослідження (10 – 12 слайдів);
- висновки та рекомендації (1 – 2 слайди).

Захист кваліфікаційної роботи складається із таких частин:

- виступ здобувача;

- відповіді на поставлені запитання;
- оголошення відгуку керівника про роботу здобувача;
- оголошення рецензії;
- відповіді здобувача на зауваження рецензента;
- виступи присутніх на захисті;
- завершальне слово здобувача.

Виступ складається із трьох смислових частин, які відповідають за змістом вступу, основній частині та висновкам кваліфікаційної роботи. У вступі доповіді висвітлюють актуальність досліджуваної проблеми, формують об'єкт, предмет, гіпотези та завдання дослідження. Основна частина, передусім, розкриває суть, методологію й особливості організації та проведення дослідження і містить аналіз отриманих результатів із демонстрацією кількісних та якісних показників з метою обґрунтування достовірності тверджень. У висновках наводять головні результати дослідження і визначають теоретичне та практичне значення отриманих результатів і можливі перспективи подальших досліджень.

Здобувач має можливість заздалегідь ознайомитися із зауваженнями рецензента, отже, зобов'язаний підготувати відповіді на подані рецензентом зауваження. Слід пам'ятати, що оцінку виставляє екзаменаційна комісія на підставі публічного захисту, отож відповіді на зауваження рецензента мають велике значення: успіх захисту значною мірою залежить від того, наскільки правильно та ґрунтовно магістрант дискутує з рецензентом і відповідає на запитання членів екзаменаційної комісії та присутніх. Відповіді на зауваження рецензента є публічним виявом знання досліджуваної проблеми, володіння матеріалом, здатності вести наукову дискусію. З огляду на те, що здобувач має можливість завчасно підготувати відповіді на зауваження, цей етап захисту є дуже важливим і суттєво впливає на оцінку кваліфікаційної роботи.

У відповідях на зауваження рецензента та питання, які задають після доповіді, бажано уникати двох крайностей: 1) зайвої стислості та категоричності і 2) зайвої багатослівності.

Оцінку за кваліфікаційну роботу виставляють на підставі рекомендації рецензента, доповіді магістранта та відповідей на запитання на захисті роботи.

Під час визначення оцінки кваліфікаційної роботи, рівня теоретичної та практичної підготовки студента беруть до уваги такі критерії:

- правильність прийнятих рішень, методичне та наукове обґрунтування прийнятих рішень і висновків, ступінь використання сучасних інформаційних технологій при проведенні інженерних розрахунків;
- якість і культура оформлення представлених до захисту матеріалів;
- якість доповіді студента (обґрунтованість, логічність, чіткість), здатність впевнено та правильно відповідати на теоретичні запитання і пояснювати

- свої дії, аргументовано захищати отримані результати, свою точку зору;
- новизна технічних розробок, оцінка проведеного експерименту; участь у конкурсах, наявність заявок на винаходи, написання статей за темою кваліфікаційної роботи;
 - ступінь досягнення мети роботи;
 - рівень наукової підготовки випускника, знання ним вимог нормативних документів, уміння творчо застосувати отримані знання та навички для вирішення практичних завдань за своїм призначенням;
 - здатність виявляти проблему, вибирати оптимальний варіант вирішення на підставі техніко-економічного обґрунтування;
 - відповідність вимогам державних стандартів;
 - уміння використовувати при розробці складного завдання наукову термінологію, робити правильні висновки;
 - повнота розрахункової частини;
 - застосування ЕОМ при виконанні кваліфікаційної роботи;
 - об'єм графічної частини;
 - якість змісту та оформлення графічної частини;
 - якість змісту та оформлення записки;
 - висновки за рецензією та відгуком;
 - ступінь розвитку у випускника методичних навичок.

9.8. Оцінювання кваліфікаційної роботи

Оцінка кваліфікаційної роботи виводиться на підставі додавання балів, виставлених членами екзаменаційної комісії на захисті кваліфікаційної роботи. Кожен з оцінюваних аспектів має певну максимально можливу кількість балів:

- уміння поставити проблему та обґрунтувати її актуальність; рівень опрацювання теми, повнота її розкриття; повнота аналізу літературних джерел; методологічна грамотність, адекватність застосованих методів дослідження; валідність досліджуваної вибірки; якість інтерпретації та аналізу отриманих результатів дослідження; відповідність висновків гіпотезі та меті досліджень; коректність висновків; творчий підхід; самостійність, оригінальність в опрацюванні матеріалу – до 50 балів;
- мовне оформлення та володіння стилем наукового викладу – до 10 балів;
- правильність та акуратність оформлення кваліфікаційної роботи та оформлення бібліографії – до 10 балів;
- доповідь на захисті – до 20 балів;
- використання на захисті засобів унаочнення – до 10 балів.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Оцінка ECTS та визначення	Кількість балів від 1 до 100	Оцінка за традиційною п'ятибальною системою
A – відмінно	90 – 100	Відмінно
B – дуже добре	85 – 89	Добре
C – добре	75 – 84	
D – задовільно	65 – 74	Задовільно
E – достатньо (задовольняє мінімальні критерії)	60 – 64	
FX – незадовільно	35 – 59	Незадовільно
F – незадовільно (потрібна додаткова робота)	0 – 34	

FX означає: "незадовільно" – необхідно виконати певну додаткову роботу для успішного складання;

F означає: "незадовільно" – необхідна значна подальша робота; з такою оцінкою здобувач відрховується.

Результати захисту кваліфікаційної роботи оцінюються за національною шкалою на «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», що відповідає балам ECTS.

Критеріями оцінювання захисту робіт (проектів) є:

а) при виставленні оцінки «відмінно» (A):

- здобувач вищої освіти виявив відмінні знання з усього навчального матеріалу; глибоке розуміння нормативних документів щодо експлуатації механічних засобів, практичне застосування економічних моделей; вміння вирішувати практичні завдання з використанням сучасних засобів комп'ютеризації;

- пояснювальна записка написана грамотною мовою, оформлена відповідно до діючих вимог;

- креслення виконані якісно;

- здобувач вищої освіти дав правильні змістовні відповіді на всі запитання.

б) при виставленні оцінки «дуже добре» (B):

- здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання всього програмного матеріалу, правильне розуміння сутності і взаємозв'язку явищ, що розглядаються; уміння самостійно аналізувати і застосовувати основні положення теорії для вирішення практичних завдань; надавши послідовні, правильні конкретні відповіді на поставлені

запитання при вільному усуненні зауважень про недостатньо повне і незначне висвітлення окремих положень при постановці додаткових запитань;

- у пояснювальній записці зроблені деякі граматичні помилки;
- здобувач вищої освіти дав правильні відповіді на всі запитання, допустивши невелику кількість несуттєвих помилок.

в) при виставленні оцінки «добре» (С):

- здобувач вищої освіти виявив добрі знання програмного матеріалу; уміння самостійно аналізувати і застосовувати основні положення теорії до вирішення практичних завдань; показав систематичний характер знань з дисципліни ;
- у пояснювальній записці зроблені граматичні помилки;
- випускник дав правильні змістовні відповіді на всі запитання, допустивши не більше чотирьох суттєвих помилок.

г) при виставленні оцінки «задовільно» (D):

- здобувач вищої освіти виявив тверді знання і розуміння матеріалу, проте наявні помилки у читанні і зображенні схем, графіків, креслень;
- у пояснювальній записці, кресленнях і плакатах допущені неточності та деякі помилки;
- здобувач вищої освіти дав правильні відповіді на всі запитання, але допустив не більше половини неточностей у відповідях.

д) при виставленні оцінки «задовільно» (E):

- здобувач вищої освіти показав знання і розуміння основного матеріалу; допускав помилки у відповідях на поставлені запитання; наявні помилки у схемах, графіках;
- у пояснювальній записці, кресленнях і плакатах допускалися неточності та деякі помилки;
- здобувач вищої освіти відповів на більшу частину поставлених запитань.

е) при виставленні оцінки «незадовільно» (F або FX):

- здобувач вищої освіти допускав грубі помилки у відповідях, показав недостатнє розуміння сутності питань, що висвітлюються, невміння застосовувати знання при вирішенні практичних завдань;
- пояснювальна записка викладена з великою кількістю помилок;
- здобувач вищої освіти не відповів на поставлені запитання.

У відгуку керівника на випускну кваліфікаційну роботу приводиться характеристика на виконання роботи.

Рішення екзаменаційної комісії про оцінку знань та присвоєння студенту певної кваліфікації і видання диплома (загального зразка або з відзнакою) приймається на закритому засіданні комісії відкритим голосуванням, звичайною більшістю голосів членів комісії, які брали участь у засіданні. Вирішальним голосом при рівній кількості «за» та «проти» є голос голови екзаменаційної комісії.

Повторний захист випускної кваліфікаційної роботи з метою підвищення оцінки не дозволяється.

Оцінювання випускних кваліфікаційних робіт здійснюється під час захисту на екзаменаційній комісії. Члени екзаменаційної комісії при оцінюванні захисту можуть враховувати відгуки на роботу наукового керівника та рецензентів. Підсумкова оцінка формується як середня з оцінок усіх присутніх членів комісії [5, п. 9.5].

Якщо захист кваліфікаційної роботи не відповідає вимогам рівня атестації, екзаменаційна комісія ухвалює рішення про те, що здобувач вищої освіти не пройшов атестацію, що відображається у протоколі засідання [5, п. 9.5].

Здобувачі вищої освіти, які не захистили кваліфікаційну роботу у зв'язку з неявкою без поважних причин або отриманням незадовільної оцінки, мають право за окремим договором про надання освітніх послуг на повторну (з наступного навчального року) підсумкову атестацію протягом трьох років після відрахування із закладу вищої освіти. У разі встановлення академічного плагіату повторного захисту роботи на ту саму тему не допускається [5, п. 9.5].

За результатами підсумкової атестації випускників екзаменаційна комісія приймає рішення про присвоєння їм освітнього ступеня магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія і видачу диплома про вищу освіту.

Література

1. Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія» другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія галузі знань 19 Архітектура та будівництво. Схвалено вченою радою Луцького НТУ, протокол №10 від 27 квітня 2021 р.
2. Порядок проведення інструментальної перевірки на академічний плагіат текстів рукописів кваліфікаційних робіт/проектів здобувачів вищої освіти, рукописів дисертацій та рукописів статей, поданих до опублікування у періодичних виданнях у Луцькому національному технічному університеті (Положення № 552, введене в дію наказом № 182-05-35 від 07.05.2020 р.)

3. Положення про протидію та запобігання академічному плагіату у кваліфікаційних роботах/проектах здобувачів вищої освіти у Луцькому національному технічному університеті (Положення № 553, введене в дію наказом № 182-05-35 від 07.05.2020 р.)
4. Положення про організацію роботи екзаменаційної комісії з проведення атестації здобувачів вищої освіти у Луцькому національному технічному університеті (Положення № 559, введене в дію наказом ректора № 221-05-35 від 16.06.2020 р.)
5. Положення про організацію освітнього процесу (Положення № 582, введене в дію наказом № 237-05-35 від 26.06.2020 р.)
6. Положення про навчально-методичне забезпечення освітнього процесу Луцького національного технічного університету (Положення № 620, введене в дію наказом № 44-05-35 від 28.01.2021 р.)
7. ДСТУ 3008:2015. Національний стандарт України. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 26 с.
8. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої документації. Система проектної документації для будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 78 с.
9. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проектної документації для будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 75 с.

ЗМІСТ

Передмова	3
Розділ 1. Методологія наукових досліджень	5
Тема 1.1. Формування та розвиток науки.....	5
Тема 1.2. Основні поняття та визначення науки та її методології.....	13
Тема 1.3. Основні поняття та визначення методології досліджень....	19
Тема 1.4. Вибір напрямку досліджень.....	24
Тема 1.5. Пошук та обробка наукової інформації.....	31
Тема 1.6. Застосування інформаційних та комунікаційних технологій у методології наукових досліджень.....	37
Тема 1.7. Інтелектуальна власність у науковій діяльності.....	42
Тема 1.8. Методологія теоретичних досліджень.....	49
Тема 1.9. Методологія експериментальних досліджень.....	54
Тема 1.10. Етична культура науковця, принципи академічної добросовісності та відкритої науки.....	61
Тема 1.11. Наукові публікації. Принципи академічного письма.....	65
Тема 1.12. Презентація результатів наукових досліджень магістерської роботи.....	71
Розділ 2. Нормативне забезпечення будівництва	79
Тема 2.1. Система нормативних документів у будівництві	80
Тема 2.2. Регулювання забудови територій	87
Тема 2.3. Основи містобудування та регулювання містобудівної діяльності	96
Тема 2.4. Проектно-виконавча документація для будівельних робіт..	103
Тема 2.5. Система управління охороною праці	110
Тема 2.6. Система ціноутворення в будівництві	116
Тема 2.7. Розробка договорів підряду в будівництві	122
Розділ 3. Управління проєктами у будівництві	133
Тема 3.1. Передумови формування, методологія та основні поняття проєктної діяльності	133
Тема 3.2. Життєвий цикл проєкту	143
Тема 3.3. Функції та суть проєктного управління	152
Тема 3.4. Ключові процеси проєктного управління	157
Тема 3.5. Формування і розвиток проєктної команди	160
Тема 3.6. Основні форми організаційної структури проєкту	166
Тема 3.7. Процедура реалізації інвестиційних проєктів	174
Тема 3.8. Планування проєкту як складова управління проєктами ...	181
Тема 3.9. Планування строків та термінів виконання проєктів	187
Тема 3.10. Інвестиційна діяльність у будівництві	190
Тема 3.11. Проєктне фінансування	196
Тема 3.12. Управління ризиками в проєктах	202

Розділ 4. Автоматизоване проєктування та BIM-технології у будівництві	210
Тема 4.1. Основні відомості про системи автоматизованого проєктування	210
Тема 4.2. Принципи побудови розрахункових схем при автоматизованому розрахунку будівельних конструкцій, будівель і споруд	220
Тема 4.3. Етапи автоматизованого розрахунку будівельних конструкцій	231
Тема 4.4. Розрахунок і проєктування металевих конструкцій у ПК ЛІРА-САПР	273
Тема 4.5. Створення моделі та розрахунок будівлі у програмі КОМПОНОВКА	300
Тема 4.6. Розрахунок і конструювання плити перекриття у програмі ПЛИТА у режимі імпорту з програми КОМПОНОВКА	313
Тема 4.7. Конструювання колон і пілонів у програмі КОЛОНА	324
Тема 4.8. BIM-технології – основні поняття та принципи	332
Тема 4.9. Початкові налаштування середовища та інформаційної моделі в ПК САПФІР	349
Тема 4.10. Побудова моделі залізобетонного каркасу багатоповерхової будівлі	360
Тема 4.11. Моделювання процесу зведення конструкції та формування аналітичної моделі для розрахунку	369
Тема 4.12. Редагування параметрів матеріалів, монтажної таблиці та розрахунок будівлі в ПК ЛІРА-САПР	379
Тема 4.13. Аналіз результатів розрахунку та їх експорт в ПК САПФІР-ЗБК	384
Тема 4.14. Додаткове армування плити, обрамлення отворів, формування специфікації арматури і підготовка креслень конструювання	393
Тема 4.15. Імпорт результатів розрахунку, конструювання та підготовка креслень колони в ПК САПФІР	403
Розділ 5. Сучасні технології у будівництві	424
Тема 5.1. Влаштування монолітних каркасів	424
Тема 5.2. Будівництво термобудинків з використанням незнімної опалубки	434
Тема 5.3. Будівництво з блоків	441
Тема 5.4. Часторебристі збірно-монолітні перекриття	447
Тема 5.5. Сендвіч-панелі	453
Тема 5.6. Вентильовані фасади	463
Тема 5.7. Будівництво з дерева	468

Розділ 6. Інженерні споруди	487
Тема 6.1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва. Резервуари	488
Тема 6.2. Водонапірні башти	500
Тема 6.3. Підпірні стіни	517
Тема 6.4. Підземні канали та тунелі	523
Тема 6.5. Залізобетонні бункери та силоси	528
Тема 6.6. Димові труби	547
Тема 6.7. Опори ліній електропередач	554
Тема 6.8. Штучні споруди на дорогах	569
Розділ 7. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель та споруд	584
Тема 7.1. Нормативна і проєктна документація при виконанні реконструкції будівель і споруд	584
Тема 7.2. Основи технологічного проєктування при реконструкції будівель і споруд	589
Тема 7.3. Умови проведення реконструкції	592
Тема 7.4. Реконструкція житлових і громадських будівель	599
Тема 7.5. Реконструкція промислових будівель	610
Тема 7.6. Експлуатація та ремонт будівель та споруд	616
Тема 7.7. Реставрація пам'яток архітектури	624
Розділ 8. Переддипломна практика	633
8.1. Мета і завдання практики	633
8.2. Зміст практики	635
8.3. Бази практики	636
8.4. Організація та керівництво практикою	637
8.5. Обов'язки здобувачів вищої освіти під час практики	638
8.6. Підведення підсумків практики	639
Розділ 9. Підготовка та захист кваліфікаційної роботи / проєкту	643
9.1. Загальні вказівки	644
9.2. Порядок виконання магістерської роботи	649
9.3. Зміст пояснювальної записки	650
9.4. Вимоги до оформлення кваліфікаційної роботи	657
9.5. Терміни виконання кваліфікаційної роботи	661
9.6. Подання до захисту кваліфікаційної роботи	662
9.7. Захист випускної кваліфікаційної роботи	665
9.8. Оцінювання кваліфікаційної роботи	667

Навчально-методичне видання

**О. В. Дзюбинська, С. Я. Дробишинець, Д. Я. Кислюк, С. В. Ротко,
В. П. Самчук, С. В. Синій, П. О. Сунак, О. А. Ужегова, О. С. Чапук.**
Будівництво та цивільна інженерія. Магістерський курс: Навчальний
посібник. Луцьк, ЛНТУ. 2023. 675 с.

Комп'ютерний набір та верстка: О. В. Дзюбинська, С. Я. Дробишинець,
Д. Я. Кислюк, С. В. Ротко, В. П. Самчук, С. В. Синій,
П. О. Сунак, О. А. Ужегова, О. С. Чапук

Редактор: О. А. Ужегова

Відділ іміджу та промоції ЛНТУ

Підп. до друку «__» _____ 2023 р. Формат 60х84/16.

Папір офс. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 42,19.

Тираж ____ прим.