МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

СЕРІЯ «МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО ТА ГОСПОДАРСТВО»

ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

ПІДРУЧНИК

ЧАСТИНА 2

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019

УДК 72.012:711(075.8)
П79

Авторський колектив:

***В. М. Бабаєв**, д-р наук з держ. упр., проф.*	керівник авторського колективу;
***Т. Д. Рищенко**, канд. техн. наук, доц.*	вступ;
***О. В. Завальний**, канд. техн. наук, доц.*	наукова редакція;
***І. Е. Линник**, д-р техн. наук, проф.*	наукова редакція, розділи 1, 2;
***Т. О. Черноносова**, ст. викл.*	розділи 3, 4;
***О. А. Ткачук**, д-р техн. наук, проф.*	розділ 5;
***Ю. І. Гайко**, канд. техн. наук, доц.*	присвята, вступ, розділ 2;
***Н. В. Мороз**, ст. викл.*	розділ 3

Рецензенти:

Кочкарьов Дмитро Вікторович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри міського будівництва і господарства Національного університету водного господарства і природокористування;

Лобашов Олексій Олегович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано до друку Вченою радою Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, протокол № 7 від 25 січня 2019 р.

Проектування міських територій : підручник : [у 2 ч.] / [за ред. І. Е. Линник, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – Ч. 2. – 544 с. – (Серія «Міське будівництво та господарство»)

П79

ISBN 978-966-695-468-1

ISBN 978-966-695-501-5 (Ч. 2)

У серії підручників «Міське будівництво та господарство» подано основні дисципліни, які викладаються студентам закладів вищої освіти освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів і магістрів галузі знань «Будівництво та архітектура» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» фахового спрямування «Міське будівництво та господарство».

У розділах другої частини книги «Проектування міських територій» подано дисципліни «Інженерна підготовка міських територій», «Інженерна підготовка в складних містобудівних умовах», «Інженерний благоустрій міських територій», «Міське зелене будівництво», «Планування та благоустрій міст», «Інженерний благоустрій територій великих міст», «Інженерні мережі», «Технічна експлуатація інженерних систем».

УДК 72.012:711(075.8)

© В. М. Бабаєв, Т. Д. Рищенко, О. В. Завальний, І. Е. Линник, Т. О. Черноносова, О. А. Ткачук, Ю. І. Гайко, Н. В. Мороз, 2019
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

ISBN 978-966-695-468-1
ISBN 978-966-695-501-5 (Ч. 2)

ПРИСВЯТА

Це видання підручника «Міське будівництво та господарство» присвячується Владлену Трохимовичу Семенову, видатному організатору науки, вимогливому, але справедливому керівнику, потужному генератору інноваційних ідей, неординарній і талановитій людині.

Владлен

Трохимович

Семенов



У липні 2018 р. пішов із життя заслужений архітектор України, дійсний член Національної академії архітектури, член Національної спілки архітекторів України, член містобудівної ради м. Харкова і Харківської області, кандидат архітектури, професор, Лауреат державної премії України в галузі архітектури, заслужений професор Харківського національного університету міського господарства, відмінник освіти України, почесний працівник житлово-комунального господарства.

Народився Владлен Трохимович 27 червня 1940 року в м. Полтава. Отримавши диплом архітектора у Харківському інженерно-будівельному інституті, із 1968 р. до 1971 р. працював в інституті «ХарківПромбудНДІпроект», потім перейшов працювати в Харківську філію «ГіпроНДІавіапрома» на посаду керівника групи, заступника головного архітектора інституту, а з 1973 р. був призначений головним архітектором інституту. Починаючи з 1972 р. вів громадську роботу в Харківській організації Спілки архітекторів, був головою Клубу молодих архітекторів, а з 1977 р. до 1988 р. – головою Харківської організації і членом правління Спілки архітекторів України.

У 1979 р. без відриву від виробництва захистив кандидатську дисертацію на тему «Трансформація великопролітних будівель» у Московському архітек-

турному інституті. Починаючи з 1978 р. працював за сумісництвом у Харківському інженерно-будівельному інституті, а потім у Харківському інституті інженерів комунального господарства. За час роботи в проектних інститутах під його керівництвом і авторством було запроектовано і побудовано низку об'єктів у Запоріжжі, Полтаві, Сумах, Львові, Ужгороді, Москві, Єревані, Тбілісі, Ташкенті, Душанбе та ін.

Із вересня 1994 р. В.Т. Семенов працював у Харківській академії міського господарства завідувачем кафедри містобудування, а потім був призначений проректором з наукової роботи. На цій посаді прагнув максимально залучати студентів до реальних завдань архітектури і містобудування. Втілив у життя ідею глибшого вивчення урбаністичних проблем міста і регіону, пов'язаних із питаннями розвитку архітектури і містобудування.

Під його керівництвом були виконані такі вагомі для м. Харкова та Харківського регіону програми та розробки, як:

– Концепція системного розвитку м. Харкова до 2010 р.;

– Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства м. Харкова на 2003–2010 рр. (затверджено рішенням XIV сесії Харківської міської ради XXIV скликання від 24.06.2003 р. № 145/03);

– Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства Харківської області на 2003–2010 рр. (затверджено рішенням XII сесії Харківської обласної ради XXIV скликання від 28.10.2003 р.);

– Концепція сталого розвитку м. Харкова до 2010 р. (схвалено Меморандумом міжнародної науково-практичної конференції «Пріоритети сталого розвитку великих міст», присвяченої 350-річчю м. Харкова);

– Програма реформування та розвитку житлово-комунального господарства м. Чугуєва на 2005–2010 рр.;

– Програма реформування і розвитку житлово-комунального господарства м. Слов'янська на 2006–2010 рр.;

– Концепція Програми моніторингу технічного стану й оптимізації видатків на відновлення об'єктів соціальної сфери та життєзабезпечення населення Луганської області;

– Аналіз та прогнозування проблем реформування теплопостачання Луганської області;

– Комплексна транспортна схема та вулично-дорожня мережа м. Харкова;

– Програма підвищення ефективності місцевого самоврядування на основі інтелектуального потенціалу м. Харкова;

– Правила забудови м. Харкова.

В. Т. Семенов є автором близько 80 об'єктів, 16 авторських свідоцтв та патентів, 5 монографій, 150 статей.

Владлен Трохимович мав декілька захоплень: займався фотографуванням, малював і писав олією, захоплювався гліптикою – різьбленням по каменю. Знавці й поціновувачі каменерізного мистецтва, яким довелося познайомитися з гемами В. Т. Семенова, одностайні в думці – це унікальні твори рідкісного і нелегкого жанру, що мають дуже мало аналогів у світі. Геми, безумовно, відкривають деякі штрихи самого автора як особи: розкутість мислення, легкість асоціювання, завзятість, наполегливість, цілеспрямованість. Творча уява завжди допомагала авторові у творчих звершеннях.

В. Т. Семенов був керівником авторського колективу підручника «Міське будівництво та господарство». Скільки душі, професійних знань, творчої енергії він віддавав ідеї видавництва підручника «Міське будівництво та господарство»! Скільки засідань кафедри, науково-методичних семінарів, творчих нарад і гарячих суперечок з окремими авторами підручника було проведено щоб виробити сучасну концепцію і структуру підручника «Міське будівництво та господарство»! Про це знають і пам'ятають усі викладачі та співробітники кафедри міського будівництва ХНУМГ ім. О. М. Бекетова.

Владлен Трохимович для вирішення творчих наукових питань практикував систему створення тимчасових творчих колективів, які об'єднували зацікавлених представників кафедри, факультету, університету, інших вищих навчальних закладів міста Харкова, фахівців комунальних підприємств, студентів і аспірантів. Це дозволяло інтегрувати зусилля наукових і експертних груп, що вивчали конкретну проблематику й отримувати не тільки більш вагомі результати досліджень, а й істотно підвищувати професійний рівень викладачів завдяки обміну творчими ідеями з вченими і фахівцями різних підрозділів.

Світла пам'ять про Владлена Трохимовича Семенова назавжди залишиться в серцях його близьких, друзів, колег та учнів.

ЗМІСТ

ВСТУП……. 11

РОЗДІЛ 1 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ……. 13
1.1 Містобудівна оцінка територій…… 13
1.1.1 Сутність інженерної підготовки територій та її завдання……..… 13
1.1.2 Природні умови……..… 14
1.1.3 Комплексна інженерна й містобудівна оцінка територій…….. 14
1.1.4 Рельєф і його містобудівна оцінка…… 17
1.1.5 Вишукування проектних робіт……. 18
1.2 Вертикальне планування міських територій…….. 19
1.2.1 Принципи й завдання вертикального планування…….. 19
1.2.2 Методи проектування вертикального планування…….. 20
1.2.3 Вертикальне планування міських вулиць і доріг…… 22
1.2.4 Вертикальне планування перехресть вулиць і доріг в одному рівні……... 30
1.2.5 Вертикальне планування майданів……...… 34
1.2.6 Вертикальне планування транспортних розв’язок у різних рівнях…… 38
1.2.7 Вертикальне планування кварталів…….. 42
1.2.8 Вертикальне планування реконструйованих територій……. 49
1.2.9 Проектування територій промислових підприємств…….. 56
1.2.10 Вертикальне планування територій зелених насаджень…….. 62
1.2.11 Підрахунок обсягів земляних робіт під час вертикального планування……... 64

РОЗДІЛ 2 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА В СКЛАДНИХ МІСТОБУДІВНИХ УМОВАХ……..…. 70
2.1 Захист міських територій від затоплення……... 70
2.1.1 Фактори, що викликають затоплення міських територій…….. 70
2.1.2 Способи захисту міських територій від затоплення……... 71
2.1.3 Проектування дамб обвалування…….. 72
2.1.4 Проектування суцільної підсипки міських територій, що затоплюються…… 76
2.1.5 Регулювання русел у межах міських територій……..… 79
2.1.6 Регулювання стоку і витрат ріки…….. 84
2.1.7 Укріплення берегових укосів…… 89

2.1.8 Міські набережні…… 99
2.1.9 Міські пляжі…… 102
2.2 Захист міських територій від підтоплення…… 103
2.2.1 Фактори, що викликають підтоплення міських територій…… 103
2.2.2 Заходи боротьби з підтопленням…….. 108
2.2.3 Особливості застосування й типи міських дренажів……110
2.2.4 Конструювання й розрахунок міських дренажів…… 116
2.3 Інженерна підготовка заболочених територій……122
2.3.1 Утворення та типи боліт…… 122
2.3.2 Заходи інженерної підготовки під час освоєння заболочених територій……..……..... 124
2.4 Інженерна підготовка у посушливих районах……127
2.4.1 Особливості посушливих районів і значення зрошення для міста.. 127
2.4.2 Зрошувальні системи……. 128
2.4.3 Поливні й зрошувальні норми…….. 132
2.5 Боротьба з ярами та яроутворенням…… 133
2.5.1 Процеси утворення та розвитку ярів…… 133
2.5.2 Класифікація ярів……... 135
2.5.3 Заходи боротьби з ярами……... 136
2.5.4 Використання ярів у містобудівництві…… 139
2.6 Зсуви й заходи боротьби з ними…….. 140
2.6.1 Причини утворення зсувів……. 140
2.6.2 Класифікація зсувів…… 142
2.6.3 Основні заходи боротьби із зсувами…… 144
2.7 Інженерна підготовка територій із карстами……. 149
2.7.1 Причини виникнення карстових явищ та їхня класифікація…… 149
2.7.2 Методи усунення карстових явищ…… 152
2.8 Інженерна підготовка територій з просадними явищами та пливунами……..154
2.8.1 Осідання й просадні явища……... 154
2.8.2 Боротьба з пливунами…… 156
2.9 Особливості інженерної підготовки територій у гірській місцевості…. 158
2.9.1 Особливості гірських районів……... 158
2.9.2 Особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів…….. 159
2.9.3 Принципи освоєння територій із селевими явищами……. 162
2.9.4 Захист територій від лавин…… 167
2.9.5 Особливості освоєння територій із сейсмічними явищами…….. 170

2.10 Рекультивація порушених територій для міського будівництва…… 174
2.10.1 Класифікація та характеристика порушених територій…….. 174
2.10.2 Особливості інженерної підготовки під час рекультивації порушених територій……... 178
2.10.3 Практика реалізації проектів відновлення порушених територій для міського будівництва……..... 189
2.11 Інженерна підготовка міських територій із гірничими виробками…… 197
2.11.1 Планування та забудова підроблюваних територій……. 197
2.11.2 Інженерні заходи під час будівництва та експлуатації будівель і споруд на підроблюваних територіях…….. 207

РОЗДІЛ 3 МІСЬКЕ ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО…… 215
3.1 Основи зеленого будівництва в містах…… 215
3.1.1 Основні завдання зеленого будівництва……. 215
3.1.2 Історичні етапи розвитку зеленого будівництва…… 215
3.1.3 Сучасні направлення в озелененні населених місць…….. 221
3.1.4 Роль зелених насаджень у покращенні навколишнього середовища……..... 224
3.2 Ландшафтно-планувальна організація населених місць…….. 240
3.2.1 Ландшафтна організація територій населених місць……. 240
3.2.2 Основні поняття про ландшафти……. 241
3.2.3 Елементи й компоненти ландшафту…… 245
3.2.4 Класифікація садово-паркового ландшафту…… 250
3.2.5 Визначення ландшафтної архітектури…… 259
3.2.6 Принципи ландшафтної архітектури…… 260
3.3 Система міських зелених насаджень…….. 268
3.3.1 Принципи формування системи озеленених територій міста…… 268
3.3.2 Функціональна структура системи озеленення сучасного міста….. 277
3.3.3 Норми озеленення населених міст…… 302
3.3.4 Приклади озеленення міст України…….. 306
3.4 Рослинний матеріал у міському зеленому будівництві…… 310
3.4.1 Характеристика хвойних і листяних деревинно-чагарникових рослин……... 310
3.4.2 Композиційні елементи зелених насаджень…… 312
3.5 Формування та інвентаризація зелених насаджень…… 320
3.5.1 Основні роботи з озеленення територій…….. 320
3.5.2 Інвентаризація та атестація створених зелених насаджень…… 321
3.6 Економіка зеленого будівництва…… 329

РОЗДІЛ 4 БЛАГОУСТРІЙ МІСТ…….. 331
4.1 Мета та завдання благоустрою міст…… 331
4.2 Екологічний благоустрій міських територій……. 334
4.2.1 Сучасний стан навколишнього середовища населених місць……..334
4.2.2 Містобудівні заходи щодо покращення навколишнього середовища……... 338
4.2.3 Боротьба із шумом у міському будівництві…… 340
4.2.4 Боротьба із загазованістю міських територій……..362
4.2.5 Значення інсоляційного режиму міських територій при їхньому благоустрої…… 364
4.2.6 Комфортність міського середовища……370
4.3 Прийоми використання геопластики рельєфу для благоустрою міської території……..…375
4.3.1 Зміна пластики рельєфу……375
4.3.2 Використання існуючих форм рельєфу…… 376
4.3.3 Збереження цінних екземплярів зелених насаджень при зміні рельєфу……. 385
4.4 Інженерні мережі в благоустрої території міста…… 390
4.4.1 Місце інженерних мереж в благоустрої території міста…….. 390
4.4.2 Поливальний (технічний) водопровід…… 391
4.4.3 Норми споживання води для поливу зелених насаджень……396
4.5 Освітлення міських територій……. 398
4.5.1 Завдання освітлення міських територій……..398
4.5.2 Освітлення міських вулиць, доріг, майданів, тунелів…… 400
4.5.3 Освітлення територій житлових мікрорайонів і кварталів…… 408
4.5.4 Освітлення територій зелених насаджень загального користування…… 411
4.5.5 Освітлення спортивних споруд……413
4.5.6 Архітектурно-декоративне освітлення будинків і споруд…… 415
4.5.7 Освітлення окремих об’єктів…… 418
4.5.8 Світлова реклама та ілюмінація…… 420
4.6 Малі архітектурні форми…… 423
4.6.1 Поняття про малі архітектурні форми…… 423
4.6.2 Малі архітектурні форми на житлових територіях……425
4.6.3 Приклади малих архітектурних форм……426
4.6.4 Проблема малих архітектурних форм……438
4.7 Комплексний благоустрій житлових територій…… 439

4.7.1 Планувальне та конструктивне вирішення проїздів і пішохідних зв'язків……... 440
4.7.2 Планувальне та конструктивне вирішення майданчиків різного призначення…… 448

РОЗДІЛ 5 ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ…….. 465
5.1 Роль і місце інженерних мереж у системах інженерного забезпечення населених пунктів……... 465
5.1.1 Системи подачі й розподілення води…… 465
5.1.2 Системи водовідведення……. 467
5.1.3 Газопроводи населених пунктів…… 469
5.1.4 Системи теплопостачання……472
5.1.5 Електропостачання міста……..474
5.1.6 Організаційно-економічні аспекти розвитку міських інженерних мереж……..... 478
5.2 Влаштування інженерних мереж під час планування й забудови міст…481
5.2.1 Трасування і складання розрахункових схем мереж……481
5.2.2 Визначення матеріалу та діаметрів труб……488
5.2.3 Визначення перерізів і підбір типів кабелів…… 499
5.2.4 Гідравлічні розрахунки мереж……501
5.2.5 Особливості проектування мереж дощової каналізації……507
5.3 Конструювання інженерних мереж…… 514
5.3.1 Труби і трубопровідна арматура……..514
5.3.2 Конструктивні та монтажні схеми мереж…… 518
5.3.3 Колодязі та камери……523
5.3.4 Розміщення інженерних мереж на міських територіях……524

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 536

ВСТУП

Сталий розвиток міст – це багатогранне поняття, яке означає гармонійний розвиток економічної та соціальної сфери у нерозривному взаємозв'язку із збереженням якості довкілля. У міському середовищі найяскравіше проявляються всі соціальні проблеми і протиріччя. Сучасне місто виступає не тільки як просторове середовище, але як умови життєдіяльності, які впливають на городян. Із огляду на це першочерговими містобудівними завданнями є вивчення закономірностей і тенденцій розселення, функціонування містобудівних об'єктів, міських транспортних систем, систем інженерного обладнання та інженерної підготовки територій, благоустрою, ландшафтної архітектури.

Перехід до сталого розвитку міст, підвищення соціально-економічних та екологічних вимог ставлять важливі завдання перед фахівцями галузі міського будівництва та господарства у сферах освоєння, підготовки та благоустрою міських територій, влаштуванні інженерної інфраструктури. Інтенсифікація використання міських земель неможлива без активного освоєння вільних від забудови територій, так званих непридатних, або незручних земель, засобами їхньої інженерної підготовки. Виразність забудови багато в чому залежить від якості зовнішнього благоустрою, а охорона й оздоровлення міського навколишнього середовища – від дієвості природоохоронних інженерних заходів.

Кафедра міського будівництва Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова продовжує видання серії підручників «Міське будівництво та господарство», де подані основні дисципліни, які викладаються студентам закладів вищої освіти освітньо-професійних програм підготовки бакалаврів і магістрів галузі знань «Архітектура та будівництво» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Міське будівництво та господарство».

У розділах другої частини підручника «Проектування міських територій» подано дисципліни: «Інженерна підготовка міських територій», «Інженерна підготовка в складних містобудівних умовах», «Інженерний благоустрій міських територій», «Міське зелене будівництво», «Планування та благоустрій міст», «Інженерний благоустрій територій великих міст», «Інженерні мережі», «Технічна експлуатація інженерних систем».

Автори підручника більш докладно зупиняються на інноваційних рішеннях з інженерної підготовки, зовнішнього благоустрою і природоохоронних заходів, які тісно пов'язані з сучасним етапом розвитку міст і здатні забезпечити найбільшу ефективність тих чи інших містобудівних рішень.

Мета підручника полягає в тому, щоб на підставі узагальнення нормативних документів, наявного досвіду та перспективних тенденцій в галузі міського будівництва і господарства викласти найбільш загальні й одночасно принципові для студентів-будівельників положення, достатні для виконання ними практичних занять і навчальних проектів, а також для майбутньої самостійної практичної роботи.

Інженер-будівельник повинен добре знати можливості інженерної підготовки і благоустрою територій, вміти обирати ті чи інші методи відповідно до конкретної містобудівної ситуації, призначення й архітектурних особливостей окремих будівель, архітектурних ансамблів, населених місць. Тому підручник містить необхідні для інженера-будівельника професійні відомості про проблематику, види, галузі проведення й основи проектування відповідних інженерних заходів. Водночас акцентується як на загальних функціонально-планувальних, так і на архітектурно-конструктивних складових викладених дисциплін.

Викладений матеріал методично має таку структуру: постановка проблеми, особливості та галузь застосування того чи іншого інженерного заходу, особливості його проектування, конструювання і розрахунку.

Гарне засвоєння матеріалу поряд із практичними навичками в процесі курсового і дипломного проектування гарантує студентам набуття достатніх знань у галузі міського будівництва, необхідних для виконання ними практичної професійної діяльності як інженера-будівельника.

РОЗДІЛ 1 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1 Містобудівна оцінка територій

1.1.1 Сутність інженерної підготовки територій та її завдання

До територій, які використовуються для будівництва населених місць, висувається низка вимог, насамперед до рельєфу, ґрунтів і гідрогеологічних умов. Найкращими є ділянки зі спокійним рельєфом, сухими ґрунтами й низьким рівнем ґрунтових вод. Ґрунти території повинні мати достатню несучу спроможність і відповідати вимогам стійкості будівель, а також мають бути придатні для озеленення. Заболочені території, ділянки, що затоплюються, підтоплюються, території колишніх смітників і цвинтарів майже не придатні для житлової забудови. Проте практично неможливо знайти територію, яка повністю відповідала б усім умовам. Завжди виникає необхідність у виконанні тих чи інших робіт для забезпечення можливості використання цієї території під будівництво.

Комплекс технічних заходів щодо приведення непридатних або обмежено придатних територій у стан, що допускає здійснення на них промислового чи житлового будівництва, називають ***інженерною підготовкою територій.***

Інженерна підготовка пов'язана з інженерним благоустроєм і обладнанням міської території. Істотне значення інженерна підготовка має для забезпечення санітарно-гігієнічних умов міста шляхом ліквідації заболоченості, організації стоку поверхневих вод, благоустрою міських водоймищ тощо.

Інженерна підготовка сприяє раціональному використанню забудованих територій, створюючи ймовірні для містобудівних цілей умови на несприятливих за природними умовами ділянках, підвищуючи процентне співвідношення використаної і загальної території міста. Водночас невикористана через несприятливі умови територія може бути зведена до мінімуму. Повне використання території сприяє компактності міста, скороченню мережі вулиць і доріг, трас підземних комунікацій.

Інженерна підготовка територій поєднує *основні заходи*:

1) вертикальне планування;

2) відведення поверхневих вод;

3) захист прибережних територій від розмивання, затоплення й підтоплення;

4) зниження рівня ґрунтових вод;

5) осушення заболочених місць;

6) протималярійні заходи;
7) зрошення міських територій;
8) боротьбу з ярами, зсувами, карстами;
9) захист від селевих потоків і гірських лавин;
10) захист територій у сейсмічних районах;
11) рекультивація порушених територій;
12) інженерна підготовка міських територій з гірничими виробками.

1.1.2 Природні умови

До ***природних умов***, що повторюються на безлічі територій і мають найбільш істотне значення у містобудівництві, зараховують: кліматичні, геоморфологічні, атмосферні (поверхневі) води, гідрогеологічні, гідрологічні, геологічні.

До ***фізико-геологічних процесів*** зараховують: затоплення міських територій атмосферними водами і паводками рік; підтоплення міських територій підземними водами; яроутворення і розвиток ярів; зсуви, обвали, осипи (переважно на крутих берегах рік морів і в гірських умовах); карсти й осідання; селеві потоки; сніжні лавини; сейсмічні явища.

Природні умови й процеси впливають на функціональне зонування території, вибір поверховості забудови, трасування мережі вулиць, організацію транспортних зв'язків, розміщення зелених насаджень та інші містобудівельні завдання.

1.1.3 Комплексна інженерна й містобудівна оцінка територій

Під час планування та забудови населених пунктів та інших територій здійснюється їхня комплексна оцінка, що містить характеристику природної ситуації, виявлення спрямованості природних та антропогенних процесів, які необхідно враховувати під час визначення екологічної безпеки життєдіяльності людини [70].

Містобудівна оцінка є підставою для визначення обов'язкових заходів щодо інженерної підготовки в певних умовах. Під час оцінки території розглядають у сукупності всі природні умови, що мають містобудівне значення та наносять на планах рельєф місцевості з визначенням ухилів; водорозділи і тальвеги; ділянки затоплення; території з рівнем ґрунтових вод (РҐВ) на 1–2 м від поверхні землі; території з РҐВ на 2–5 м від поверхні землі; лінію берегового руйнування; території з ярами; території з карстами; заболочені території.

Територія населеного місця повинна задовольняти таким основним умовам:

1) рельєф території має відповідати вимогам забудови, нормального водовідведення та організації міського транспорту;

2) територія не має бути заболоченою чи затоплюваною паводковими водами;

3) за своєю несучою спроможністю ґрунти мають відповідати наміченому типу забудови;

4) територія житлових кварталів має бути розташована з навітряного боку щодо джерел забруднення повітря, а за наявності ріки – вище стосовно підприємств, що викликають забруднення водоймищ;

5) територія повинна мати розміри, що забезпечують можливість перспективного розвитку населеного місця;

6) територія має бути забезпечена гарними джерелами водопостачання і місцями для скидання стічних вод;

7) територія має бути забезпечена зовнішніми автомобільними дорогами чи залізницями (у випадку їх відсутності давати можливість побудови без особливих труднощів);

8) на території, яку відводять під забудову, не має бути корисних копалин, що мають промислове значення.

Заходи з інженерної підготовки потрібно передбачати з урахуванням інженерно-будівельної оцінки території (табл. 1.1), забезпечення захисту від несприятливих природних і антропогенних явищ та прогнозу зміни інженерно-геологічних та гідрологічних умов за різних видів техногенного навантаження [70].

Таблиця 1.1 – Характеристика територій за містобудівною придатністю [70]

Критерії	Сприятливі для будівництва	Малосприятливі для будівництва	Несприятливі для будівництва
1	**2**	**3**	**4**
Витрати на інженерну підготовку	Витрати на інженерну підготовку складають менше 1,5 % від загальної вартості будівництва	Витрати на інженерну підготовку складають від 1,5 % до 3 % від загальної вартості будівництва	Витрати на інженерну підготовку складають більше 3 % від загальної вартості будівництва
Ґрунти	Допускають зведення будинків і споруд без улаштування штучних основ і складних фундаментів	Вимагають улаштування нескладних штучних основ і фундаментів	Вимагають улаштування складних штучних основ і фундаментів

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Рельєф	З ухилами: для житлового будівництва – від 5 ‰ до 80 ‰; для промислового будівництва – від 3 ‰ до 30 ‰	З ухилами: для житлового будівництва – менше 5 ‰ і від 80 ‰ до 150 ‰; для промислового будівництва – менше 3 ‰ і до 50 ‰	З ухилами: для житлового будівництва – більше 150 ‰; для промислового будівництва – більше 50 ‰ і безухильні
Яри	Яри відсутні	Є діючі яри обмеженого поширення	Є яри, що інтенсивно розвиваються, активні
Заболоченість	Заболоченість відсутня або незначна заторфованість, яка допускає можливість осушення найпростішими методами	Є заболочені місця, потрібно виконати нескладні інженерні заходи щодо осушування	Значна заболоченість, є торфовища потужністю шарів більше 2 м, потрібно провести складні заходи щодо осушування
Затоплюваність	Не затоплюються паводками 1 %-й забезпеченості	Затоплюються менше ніж на 0,5 м паводковими водами за 1 %-й забезпеченості і не затоплюються паводковими водами за 10 %-й забезпеченості	Затоплюються більше ніж на 0,5 м паводковими водами за 1 %-й забезпеченості і паводковими водами за 4 %-й забезпеченості
Підземні води	Допускають будівництво без проведення робіт із пониження рівня підземних вод або влаштування гідроізоляції	Потрібно провести нескладні заходи з пониження рівня підземних вод (улаштування гідроізоляції)	Потребують проведення складних заходів щодо пониження рівня підземних вод більше ніж на 0,5 м
Зсуви	Зсувів немає	Є діючі або недіючі зсуви невеликих потужностей, зсувонебезпечні території	Є значно поширені активні зсуви великих потужностей
Карстові явища	Карстові явища відсутні	Незначна кількість неглибоких воронок згаслого карсту	Є безліч воронок активного карсту завглибшки понад 10 м. Наявність підземних пустот
Просадність	Відсутня	Тип I Ґрунти, просідання яких відбувається у межах зони основи, що деформується, від навантаження фундаментів, а просідання від власної ваги ґрунту відсутнє	Тип II Ґрунти, просідання яких відбувається від ваги ґрунту, що лежить вище, у нижній частині просадної товщі, а за наявності зовнішнього навантаження – у межах зони, що деформується
Заторфованість	Відсутня	Товщина шару торфу і дуже за торфованих ґрунтів не має перевищувати 2 м	Дуже за торфовані ґрунти і торфи потужністю понад 2 м

Закінчення таблиці 1.1

1	2	3	4
Гірські виробки	Відсутні	Закінчення процесу зсування, обвалів, вживання заходів, які виключають можливість утворення провалів. Розробка промислових копалень очікується після закінчення терміну амортизації об'єкта	Розроблювані території, де очікується утворення провалів і зсувів
Порушення території	Незначні, денудаційні порушення (кар'єри, каменоломні до 1 га)	Утворення акумулятивного типу (шахтні відвали розкривних порід)	Денудаційні порушення (великі кар'єри, каменоломні понад 4 га, глибина воронок обвалення до 50 м)
Селі	Слабкоселеносні з винесенням до 5 тис. $м^3$ твердого стоку з 1 $км^2$ водозбірної площі басейну	Середньо-селеносні з винесенням до 10 тис. $м^3$ твердого стоку з 1 $км^2$ водозбірної площі басейну	Дуже селеносні з винесенням до 25 тис. $м^3$ твердого стоку з 1 $км^2$ водозбірної площі басейну
Сейсмічність	до 6 балів	6–8 балів	більше 8 балів

1.1.4 Рельєф і його містобудівна оцінка

Рельєф є найбільш важливим показником, що визначає поверхню міської території, впливає на планування, забудову і благоустрій міст, економіку будівництва.

У містобудуванні прийнято такі ***категорії рельєфу***:

– макрорельєф – рельєф великих територій із значним перепадом висот і нерівностей поверхні;

– мікрорельєф – рельєф з невеликими перепадами висот на обмеженій території. Він визначає висотне положення вулиць, входів у будинки та інше.

Основні форми рельєфу – рівнинний і гірський. ***Рівнинний рельєф поділяють*** на такі категорії:

1) рівнинний (спокійний) з крутістю схилів до 4 ‰;

2) рівний з крутістю схилів 4–30 ‰;

3) слабко пересічений – 30–60 ‰;

4) пересічений – 60–100 ‰;

5) сильно пересічений – 100–200 ‰;

6) дуже сильно пересічений – більше 200 ‰.

Гірський рельєф характеризують наявністю гір різної висоти.

Розрізняють такі основні ***форми рельєфу***: рівнини, гори, пагорб, улоговина, хребет, лощина чи тальвег, сідловина, схили тощо.

Природний рельєф місцевості характеризують такими показниками:

а) крутістю схилів, що визначають у градусах чи відсотках у напрямку, нормальному до горизонталей;

б) напрямком схилів за сторонами світу;

в) пересіченістю, що визначає чергування і різноманіття низин і височин;

г) стабільністю форм чи їхньою рухливістю (яри, що ростуть, активні зсуви).

Крутість схилів характеризують ***ухилом поверхні***:

$$i = \frac{h}{l} = tg\alpha, \tag{1.1}$$

де i – крутість схилу; h – перевищення між найвищою і найнижчою точками, м; l – горизонтальна проекція лінії між точками, м; α – кут нахилу схилу.

Крутість схилу виражають у градусах (°), відсотках (%), промілях (‰), тисячних частках.

1.1.5 Вишукування проектних робіт

Для складання карт і схем з інженерної підготовки необхідні дані інженерних вишукувань:

а) *топографо-геодезичні* роботи полягають у зйомці місцевості та складанні карт і планів, що є підставою для проектно-планувальних робіт. За цими ж планами виконують інженерно-містобудівну оцінку територій і намічають шляхи її інженерної підготовки;

б) *інженерно-геологічні* здійснюють способом інженерно-геологічної зйомки, буровими, дослідними і лабораторними роботами. Геологічна характеристика території включає можливі оглядові гірничо-геологічні ризики та структуру четвертинних відкладів, що є основою фундаментів та споруд [70];

в) *гідрогеологічні* визначають наявність, тип, потужність, властивості, характер залягання, мінералізацію, умови живлення і режим ґрунтових вод. Гідрогеологічна характеристика підземних вод надається щодо їх придатності для комунального питного водопостачання із визначенням зон санітарної охорони та дотримання режиму їхнього використання [70];

г) *гідрологічні* вивчають явища і процеси, що відбуваються в поверхневих водоймищах: озерах, ріках, морях, водосховищах, болотах. Основні відомості містять інформацію про джерела живлення, закономірності режиму, їхні основні параметри, хімічний і бактеріологічний склад води, рельєфні й геологічні особливості берегової лінії та дна. Характеристика поверхневих вод виконуєть-

ся з урахуванням класифікації річок відповідно до вимог [7]. За наявності визначених гідрологічних розрахунків обов'язково враховується рівневий режим річок винятково природних паводків 1 %-го та 10 %-го забезпечення [70]. У разі відсутності таких розрахунків, методом інтерполяції за даними багаторічних спостережень гідрологічних постів;

д) *характеристика ґрунтів і рослинності,* де наводять відомості щодо ґрунтів, товщини рослинного шару ґрунту, порід дерев. Характеристика ґрунтового покриву проводиться за агровиробничими типами ґрунтів щодо їх родючості та особливої цінності [70];

е) *кліматична характеристика* виконується відповідно до вимог [30] з визначенням основних метеорологічних ризиків щодо планування та забудови території. Її визначають за кліматологічними атласами, описами і довідниками.

ж) *санітарно-гігієнічні*, що характеризують гігієнічні умови території та відкритих водоймищ щодо малярійної небезпеки і здійснення необхідних протималярійних інженерних заходів.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке інженерна підготовка міських територій?
2. Які питання вирішує інженерна підготовка міських територій?
3. Які фактори впливають на вибір територій для населених місць?
4. Надати характеристику територій за ступенем придатності для житлового, суспільного і промислового будівництва.
5. Як природні умови впливають на планування, забудову і благоустрій міст?
6. Які основні форми рельєфу Ви знаєте?
7. Які інженерні вишукування проводять під час проектування інженерної підготовки територій?

1.2 Вертикальне планування міських територій

1.2.1 Принципи й завдання вертикального планування

Існуючий рельєф території, яку вибирають для будівництва міста, не завжди відповідає усім вимогам благоустрою.

Штучну зміну природного рельєфу з метою задоволення вимог міського будівництва називають ***вертикальним плануванням.***

Під час планування міст необхідно використовувати всі позитивні властивості природного рельєфу, що сприяють мальовничому розташуванню міської забудови, не вдаючись до його корінної зміни.

Завдання корінної зміни існуючого рельєфу виникає в разі потреби здійснення великих інженерно-меліоративних заходів, наприклад, при суцільному

підсипанні територій, що затоплюються, при зрізаннях окремих височин тощо.

Загальним принципом під час проектування вертикального планування є *дотримання балансу земляних мас, тобто рівності об'ємів насипів і виїмок*. Головні *завдання* вертикального планування [70]:

– збереження існуючого ландшафту;

– збереження ґрунтів і деревних насаджень;

– відведення поверхневих вод зі швидкостями, які виключають ерозію ґрунтів;

– мінімальний обсяг земляних робіт;

– збереження та використання ґрунтового шару для подальшого використання під час проведення благоустрою.

Вертикальне планування може бути загальним і вибірковим. Загальне передбачає повну зміну рельєфу і тому ним необхідно користуватись при всебічному обґрунтуванні; вибіркове необхідно виконувати на ділянках спорудження будинків, доріг і майданчиків за необхідності збереження цінних зелених насаджень [70].

1.2.2 Методи проектування вертикального планування

Методи проектування вертикального планування залежать від особливостей існуючого рельєфу і стадій розробки проекту.

Головні методи вертикального планування:

1. Метод проектних профілів застосовують переважно під час проектування лінійних об'єктів: автомобільних доріг, залізниць, трамвайних шляхів, підземних мереж тощо. Його використовують зазвичай у поєднанні з іншими методами вертикального планування. Метод полягає у відображенні проектної та існуючої поверхні території на поздовжніх і поперечних профілях. Для вулиць і доріг поздовжній профіль будують по осі проїзної частини, а поперечні профілі – на кожному пікеті та в характерних перерізах (див. розділи 4.6, 4.7 частини І підручника). Для залізниць і трамвайних шляхів поздовжні профілі будують по голівці рейки. Території спеціального призначення розбивають на сітку квадратів, лінії якої визначають напрямок профілів. Відстань між профілями приймають залежно від рельєфу та бажаної точності визначення проектних позначок і підрахунку обсягів земляних робіт. При вертикальному плануванні окремих кварталів відстань між профілями приймають 20–50 м; при плануванні великих територій ці відстані збільшують до 100–200 м. У результаті проектування виходить сітка з позначками, що характеризують майбутній рельєф.

Недоліком цього методу є відсутність наочного зображення проектного рельєфу: осей гребенів, тальвегів, граней проектних поверхонь.

2. Метод проектних (червоних) позначок застосовують під часи розроблення перших етапів висотного вирішення вуличної мережі, забудованих територій чи окремих районів (рис. 1.1), а також при детальному вертикальному плануванні в умовах рівнинного рельєфу.

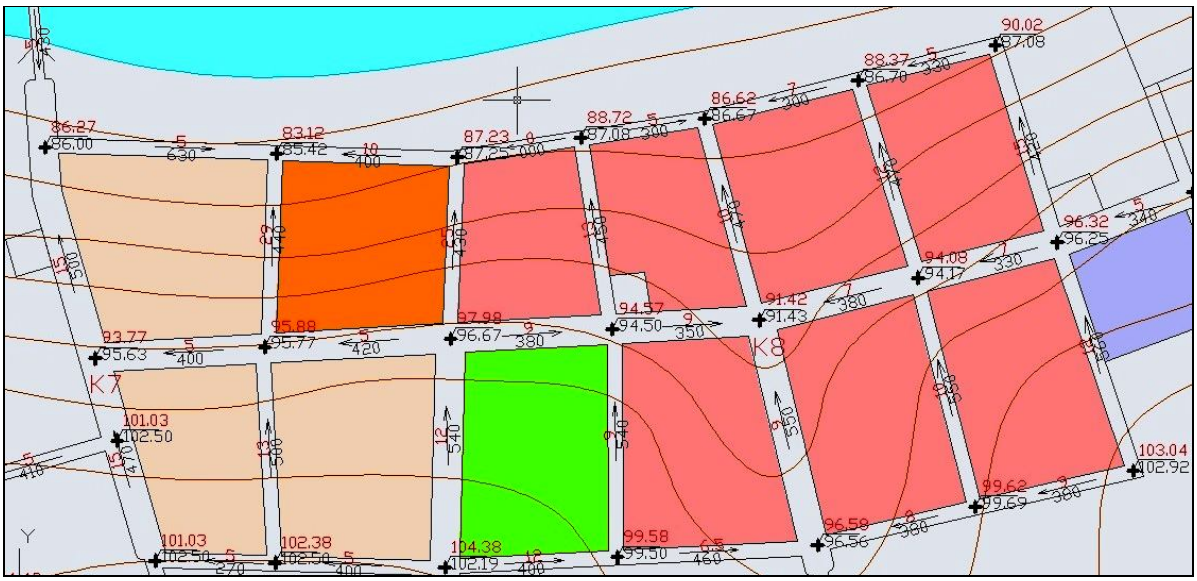


Рисунок 1.1 – Схема вертикального планування методом проектних позначок

Сутність цього методу полягає в тому, що на плані проектованої ділянки визначають чорні позначки за існуючими горизонталями. Позначки визначають на всіх перерізах осей вулиць і в характерних місцях: місцях перелому рельєфу, біля штучних споруд, місцях, намічених значних виїмок чи насипів та інше. Існуючі позначки визначають за горизонталями способом інтерполяції. Потім назначають червоні позначки і між ними розраховують ухили. Цей метод також не дає наочного зображення рельєфу.

3. Метод проектних горизонталей полягає в зображенні проектованого рельєфу в нових горизонталях із допустимими ухилами поверхні, що дозволяє легко уявити собі майбутній рельєф території (рис. 1.2). Проектні горизонталі наносять через 0,10 м, 0,20 м, 0,25 м, 0,50 м залежно від складності рельєфу і необхідної точності. На проектних горизонталях надписують їхні позначки: кратні метру горизонталі надписують повністю, на інших проставляють тільки сантиметри.

Обриси проектних горизонталей залежать від форми запроектованої поверхні. Відстані між горизонталями характеризують ухил. Злам горизонталей свідчить про те, що поверхня має кілька схилів. Кут, утворений горизонталлю та спрямований убік меншої позначки, означає гребінь, убік більшої – лоток.

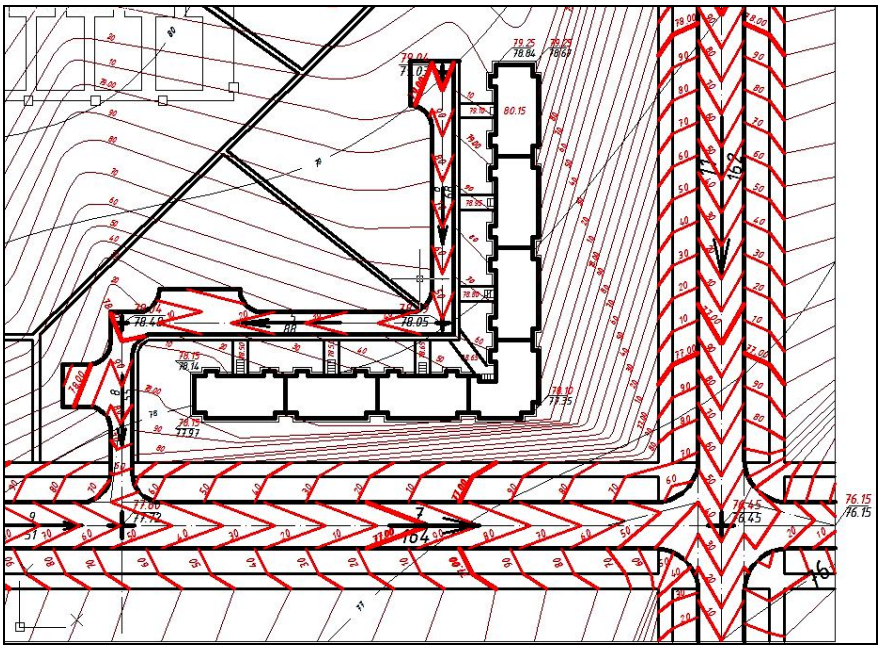


Рисунок 1.2 – Схема вертикального планування методом проектних горизонталей

Розриви та зміщення горизонталей біля планувальних елементів показують вертикальну стінку, висота якої дорівнює різниці позначок двох горизонталей, що примикають до стінки з різних боків. Концентрично розташовані замкнуті горизонталі з позначками, що зменшуються від центра, означають пагорб, що збільшуються від центра – улоговину.

Метод проектних горизонталей відрізняється від інших більшою наочністю, можливістю сполучити існуючий рельєф із проектним. Разом із тим відпадає необхідність у побудові численних профілів. Метод застосовують під час детального проектування.

4. Графоаналітичні методи.

Галузь застосування цих методів обмежують великими територіями.

1.2.3 Вертикальне планування міських вулиць і доріг

Вертикальне планування міських вулиць і доріг методом проектних профілів

Вертикальне планування вулиць проектують, виходячи з нормативних поздовжніх і поперечних ухилів, враховуючи вимоги мінімальних обсягів земляних робіт.

По осі проїзної частини будують поздовжній профіль, а на кожному пікеті й у характерних місцях – поперечні профілі. Детально цей метод викладено у розділі 4 частини I підручника.

Вертикальне планування міських вулиць методом червоних горизонталей

Вертикальне планування вулиць виконують методом проектних профілів, червоних позначок і червоних горизонталей.

Попередньо потрібно визначити ділянки території, позначки яких мають бути, по можливості, збережені (позначки входів у будинки, позначки біля капітальних споруд, перехресть вулиць і доріг, трамвайних шляхів, зелених насаджень та ін.); точки перелому профілю; місця різких змін ухилів поверхні. Потім намічають орієнтовні проектні позначки в опорних точках і між ними визначають поздовжні ухили. Останні скругляють до цілого числа тисячних часток. Значення ухилу надписують над стрілкою, яку наносять над віссю проїзної частини. Під стрілкою надписують відстань між проектними позначками.

Враховуючи прийняті ухили, уточнюють проектні позначки.

Далі будують червоні горизонталі на вулицях. Роботу потрібно виконувати в такому порядку (рис. 1.3) [59]:

1. Градуюють вісь вулиці.

Проградувати лінію – це значить встановити на плані положення точок із заданими позначками. Залежно від рельєфу і масштабу плану переріз горизонталей за висотою (інакше крок) приймають: Δh = 0,10 м, 0,20 м, 0,25 м, 0,5 м.

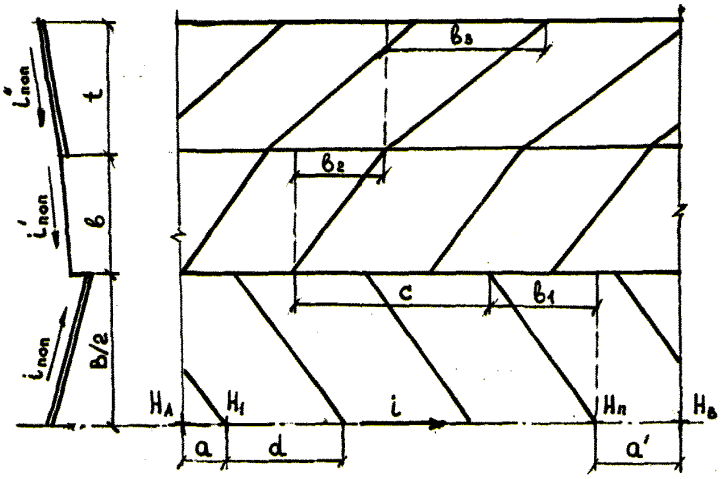


Рисунок 1.3 – Схема для побудови червоних горизонталей на плані вулиці

а) визначають відстань до першої значущої горизонталі:

$$a = (H_A - H_1) / i \,, \tag{1.2}$$

де a – відстань до першої значущої горизонталі, м; H_A, H_1 – позначки точки A і першої значущої горизонталі, м; i – поздовжній ухил вулиці, тис. частки;

б) розраховують відстань між значущими горизонталями у плані:

$$d = \Delta h / i \,, \tag{1.3}$$

де d – відстань між значущими горизонталями, м; Δh – крок горизонталей, м.

в) знаходять відстань у плані від останньої значущої горизонталі до кінцевої точки B. Ця операція є перевіркою градування:

$$a_1 = (H_n - H_B) / i \,, \tag{1.4}$$

де a_1 – відстань від останньої значущої горизонталі до кінцевої точки B, м; H_n, H_B – позначки останньої значущої горизонталі і точки B, м.

2. Обчислюють відхилення горизонталей на проїзній частині вулиці завдяки поперечному ухилу:

$$b_1 = \frac{i_{non}}{i} B / 2, \tag{1.5}$$

де b_1 – відхилення горизонталей на проїзній частині, м; i_{non} – поперечний ухил проїзної частини, тис. частки; B – ширина проїзної частини, м.

3. Визначають стрибок горизонталей завдяки бортовому каменю:

$$c = h_{б.к.} / i\,, \tag{1.6}$$

де c – стрибок горизонталей, м; $h_{б.к.}$ – висота бортового каменя, м.

4. Знаходять відхилення горизонталей на зеленій зоні. Водночас варто мати на увазі, що відхилення буде у бік, протилежний відхиленню на проїзній частині, тому що поперечний ухил спрямований назустріч поперечному ухилу проїзної частини:

$$b_2 = \frac{i'_{non}}{i} b, \tag{1.7}$$

де b_2 – відхилення горизонталей на зеленій зоні, м; i'_{non} – поперечний ухил на зеленій зоні, тис. частки; b – ширина зеленої зони, м.

5. Розраховують відхилення горизонталей на тротуарі. У нашому випадку тротуар від зеленої зони не відокремлений бортовим каменем, тому стрибка горизонталей не буде. Якщо тротуар відокремлюється бортовим каменем, потрібно визначати стрибок горизонталей:

$$b_3 = \frac{i''_{non}}{i} t, \tag{1.8}$$

де b_3 – відхилення горизонталей на тротуарі, м; i''_{non} – поперечний ухил тротуару, тис. частки; t – ширина тротуару, м.

Усі горизонталі на ділянках вулиць і доріг з однаковими поздовжніми і поперечними ухилами рівнобіжні одна одній. Зі зміною ухилів змінюється і відхилення горизонталей. Найчастіше горизонталі на тротуарах і зелених зонах

мають інший напрямок, тому що поперечні ухили на них спрямовані у бік, протилежний напрямку поперечних ухилів проїзної частини.

Вертикальне планування вулиць з переломами у поздовжньому профілі

Якщо у поздовжньому профілі є переломи, вісь проїзної частини градують звичайним способом: окремо з одного боку перелому і з іншого. Коли горизонталі перерізають точку перелому, їхня форма змінюється.

Якщо алгебраїчна різниця ухилів перевищує нормативні значення, у місця перелому вписують вертикальні криві.

Вертикальну криву в перелом поздовжнього профілю можна вписати двома способами. Перший спосіб – метод тангенсів. Відповідно до цього методу спочатку градують обидві лінії перелому. Потім у точках, де проходять горизонталі, вводять поправку позначок на вертикальну криву. Ці поправки обчислюють від початку кривої [32, 79–81, 106]:

$$\Delta H_к = \frac{L^2}{2R_в}, \tag{1.9}$$

де $\Delta H_к$ – величина поправки, м; L – відстань від початку кривої до горизонталі, м; $R_в$ – радіус вертикальної кривої, м.

Для вертикальних опуклих кривих ці поправки вводять зі знаком «мінус», для увігнутих – зі знаком «плюс». Після введення поправок усі горизонталі у межах вертикальної кривої матимуть дробові позначки. Положення горизонталей, кратних кроку Δh, визначають інтерполяцією.

Другий спосіб дозволяє визначати положення проектних горизонталей відразу з урахуванням вертикальної кривої. Використовують твердження про симетричність кривої щодо вертикалі, що проходить через її вершину.

Місце знаходження вершини можна знайти розрахунком. Положення кривої, її початок і кінець визначають алгебраїчною різницею поздовжніх ухилів і радіуса кривої. Обидві лінії перелому градують до вертикальної кривої та визначають позначки початку і кінця. Відстань від початку кривої до вершини:

$$L_в = R_в \cdot i_п, \tag{1.10}$$

де $i_п$ – поздовжній ухил на початку кривої, тис. частки.

Перевищення вершини над початком кривої:

$$\Delta H_в = \frac{R_в i_п^2}{2}. \tag{1.11}$$

Позначку вершини кривої визначають за допомогою позначки її початку і перевищення:

$$H_в = H_{пк} + \Delta H_в, \tag{1.12}$$

де $H_в$ – позначка вершини кривої, м; $H_{пк}$ – позначка початку кривої, м.

Відстань від вершини кривої до першої проектної горизонталі:

$$L_1 = \sqrt{2R\delta H}, \tag{1.13}$$

де δH – різниця позначок вершини кривої і першої горизонталі, м.

Відстань від вершини кривої до інших горизонталей:

$$L_n = \sqrt{2R}\sqrt{\delta H + (n-1)\Delta h}, \tag{1.14}$$

де n – номер горизонталі, рахуючи від вершини.

Значення L_n відкладають з обох боків від вершини кривої. Найбільша відстань L_n дорівнює відстані від вершини до початку кривої $L_в$. З віддаленням від вершини кривої відстані між горизонталями зменшуються.

Загальний вигляд проектних горизонталей на вертикальних кривих подано на рисунку 1.4 [59].

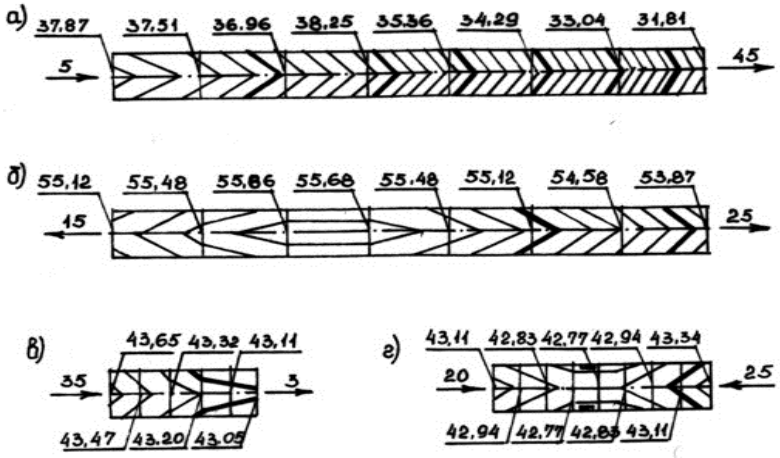


Рисунок 1.4 – Схема проектних горизонталей на ділянках вертикальних кривих: а, б) – опуклих; в, г) – увігнутих

Положення проектних горизонталей на вертикальній кривій може бути визначено за допомогою таблиць для проектування кривих у поздовжньому профілі, проте послідовність проектування не змінюється. Таблиці дозволяють без обчислень визначити перевищення на кривої і відстані між горизонталями при заданих поздовжніх ухилах. У таблицях для конкретного радіуса вертикальної кривої в одному рядку зазначені перевищення точки над вершиною, відстань від вершини і поздовжній ухил у цій точці.

Вертикальне планування вулиць на горизонтальних кривих малого радіуса

Поперечні ухили проїзних частин вулиць і доріг зазвичай зберігають постійними на всій їх довжині, змінюючи лише на криволінійних ділянках малих радіусів [32, 79–81, 106]. На цих ділянках в автомобілів виникають значні відцентрові зусилля. Під впливом цих зусиль може відбутися зсув автомобілів у напрямку від центра кривої чи навіть їхнє перекидання. Щоб уникнути цього, на таких ділянках проектують віражі, тобто додають поверхні дороги односхилий профіль з ухилом до центра кривої.

Віраж *– це інженерна споруда для безпечного проходження кривої.* Віражі на магістральних вулицях і дорогах влаштовують при радіусах кривих менше 2 000 м; на вулицях і дорогах місцевого значення – менше 400 м [93].

Протягом усієї основної кругової кривої проектують односхилий поперечний профіль (рис. 1.5) [92]. Поперечні ухили проїзних частин на віражах залежно від радіусів кривих та розрахункових швидкостей приймають за номограмою (рис. 1.6). У місцевостях з частою ожеледдю, щоб уникнути бічного зсуву автомобілів до центра кривої, поперечні ухили не повинні перевищувати 40 ‰. Відповідно до цього радіуси заокруглень потрібно приймати не менше за 700 м.

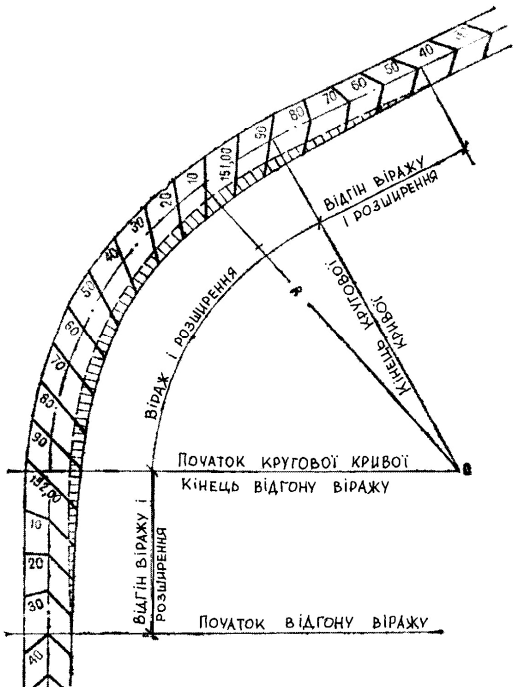


Рисунок 1.5 – Вертикальне планування проїзних частин вулиць і доріг на кривих малих радіусів

Віраж повинен зберігатися на всьому протязі радіальної кривої. Перехід від двосхилого профілю до односхилого чи збільшення поперечних ухилів поверхні проїзної частини з односхилим профілем мають здійснюватися до початку радіальної кривої на ділянках перехідних кривих, а за їхньої відсутності – на прилеглих прямолінійних ділянках.

Плавний, поступовий перехід від двосхилого профілю до односхилого називають перехідною кривою чи відгоном віражу. Довжину перехідної кривої чи відгону віражу приймають залежно від радіуса горизонтальної кривої (табл. 1.2) [93].



Рисунок 1.6 – Номограма для визначення ухилу віражу

Таблиця 1.2 – Довжина перехідних кривих (відгону віражу) на горизонтальних кривих малого радіуса [93]

Радіус горизонтальної кривої у плані, м	30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600–1000	1000–2000
Довжина перехідної кривої, м	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100

За радіусах кривих менше за 750 м передбачають розширення проїзних частин (табл. 1.3), водночас довжина ділянки розширення проїзної частини в плані співпадає з довжиною відгону віражу.

Таблиця 1.3 – Розширення проїзної частини на горизонтальних кривих малого радіуса [92, 93]

Радіус горизонтальної кривої у плані, м	551–750	401–550	301–400	201–300	151–200	91–150	30–90
Розширення на кожну смугу, м	0,2	0,25	0,3	0,35	0,5	0,6	0,7

Вертикальне планування вулиць з малими ухилами

Для забезпечення стоку води поверхні додають ухил не менше 5 ‰, виняток – озеленені ділянки території в умовах жаркого клімату. Якщо ухил недостатній, необхідно провести перепланування з підсипанням і зрізанням ґрунту.

Під час прокладання вулиць і доріг на безухильних ділянках їм надають пилкоподібного профілю. Його необхідно проектувати не по всій ширині вулиці, а тільки по лотку. Пилкоподібний профіль проектують по лотку тому, що за великих відстаней між точками перелому профілю виникає необхідність у зна-

чних насипах і виїмках, а отже, у великих обсягах земляних робіт, а також у разі частих змін напрямків ухилу створюються несприятливі умови для руху транспорту. Тому пилкоподібний профіль проектують уздовж лотків, а на осі проїзної частини ухил зберігають рівним існуючому ухилу місцевості. Поверхні проїзної частини перемінні ухили додають на відстані 1,5 м від бортового каменю, де транспорт рухається на малих швидкостях (рис. 1.7) [53].

У знижених місцях лотків передбачена установка водоприймальних ґраток. Відстань між водоприймальними колодязями приймають *2L* (рис. 1.8) [53]. Оскільки поздовжній профіль змінюють тільки по лотку, забезпечити цю зміну можна лише завдяки зміни висоти бортового каменю. Гранична зміна дна лотка залежить від розмірів бортового каменю (30–60 см). Конструкція бортового каменю дозволяє змінювати висоту борта над поверхнею проїзної частини від 10 до 25 см. Цієї різниці висот достатньо для створення поздовжнього ухилу по дну лотка на довжині *L*:

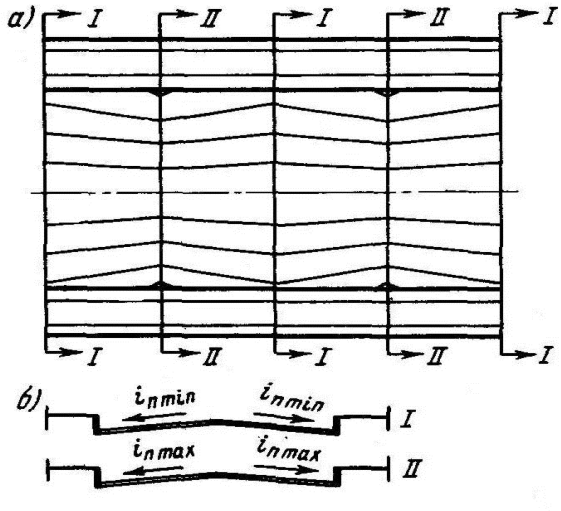


Рисунок 1.7 – Вертикальне планування з пилкоподібним профілем лотка [53]: а) план вулиці; б) поперечні профілі

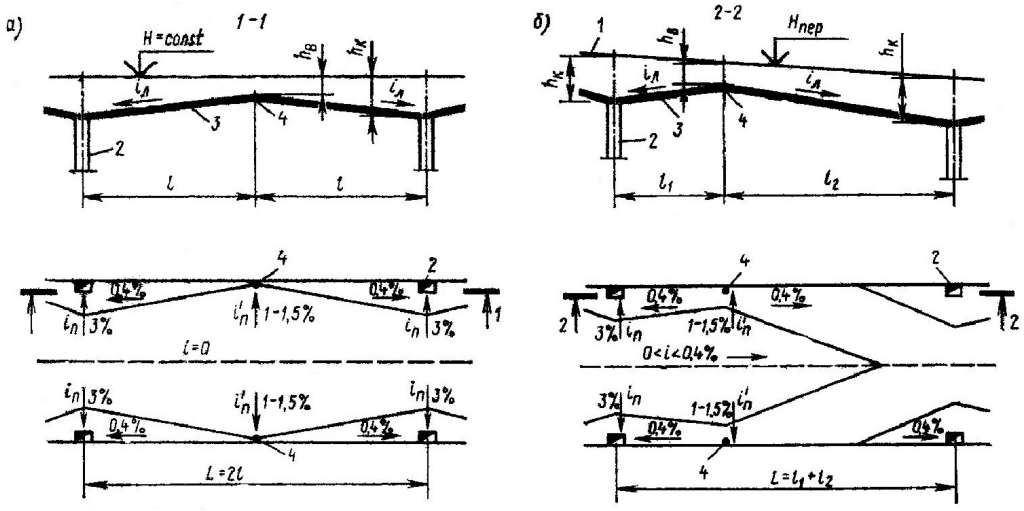


Рисунок 1.8 – Вертикальне планування ділянки вулиці з пилкоподібним профілем лотка [53]:
а) за $i_{позд} = 0$; б) за $0 < i_{позд} < i_{min}$;
1 – верх бортового каменю; 2 – дощоприймальний колодязь; 3 – дорожнє покриття; 4 – вододільні точки; 5 – проектна горизонталь

$$L = \frac{\Delta h_б}{i_{n.min}}, \tag{1.15}$$

де $\Delta h_б$ – різниця у висоті бортового каменю у вершинах перелому $h_1 - h_2$; $i_{n.min}$ – мінімальний поздовжній ухил, що забезпечує стік води лотком (5 ‰).

Зміна глибини лотка викликає постійну зміну поперечного ухилу на вулиці. За мінімальної глибині лотка поперечний ухил буде найменшим, за максимальної – найбільшим. Для асфальтобетонних і цементобетонних покриттів поперечний ухил має бути не менше 15 ‰. Максимальний поперечний ухил із урахуванням додаткової глибини лотка:

$$i_{non.max} = i_{non.min} + \frac{\Delta h}{B/2}, \tag{1.16}$$

де B – ширина проїзної частини.

За вертикального планування вулиці з малими поздовжніми ухилами положення проектних горизонталей визначають за допомогою градуювання поперечних ліній, проведених у точках перелому поздовжнього профілю по лотку. Розраховують позначки на осі вулиці в місцях переломів, визначають $i_{non.max}$, $i_{non.min}$. Знаходять положення проектних горизонталей у перерізі. Точки з однаковою назвою на сусідніх перерізах з'єднують прямими лініями.

Поперечний ухил тротуару рекомендують залишати постійним. Поздовжній профіль тротуару, смуг озеленення, червоної лінії проектують однією прямою.

1.2.4 Вертикальне планування перехресть вулиць і доріг в одному рівні

Перехрестям *називається перехрещення двох чи декількох вулиць, якщо ширина перехрещення не перевищує ширину найбільшої з пересічних вулиць* [32]. Якщо ж ширина перехрещення більше ширини найбільшої з пересічних вулиць, то це перехрещення називають майданом.

Вертикальне планування перехресть узгоджує поверхні пересічних вулиць. Складністю планування є сполучення на невеликій площі декількох двосхилих поверхонь. Приклади вертикального планування перехресть подано на рисунку 1.9.

Найкращими є умови для водовідводу, коли перехрестя розміщені на вододілі й пагорбі. Проте у містах такі випадки зустрічаються відносно рідко, тому що вулиці зазвичай проектують на знижених ділянках територій [32, 79–81, 106].

У разі розміщення вуличних перехресть у тальвегу воду з частини ділянки, що лежить вище за рельєфом, на нижчу перепускають дрібними лотками на поверхні проїзної частини. Ці лотки проектують так, щоб створювались найменші перешкоди для руху транспорту і не затоплювались місця пішохідних переходів. Для перехоплення води з верхівкових ділянок вулиць перед пішохідними переходами установлюють дощоприймальні колодязі підземної водостічної мережі.

У разі розміщення перехрестя на косогорі проїзну частину залишають односхилою.

Найменш бажане розміщення перехресть в улоговині. У такому разі утвориться замкнутий контур, з якого водовідвід може бути здійснений тільки за допомогою закритої водостічної мережі. Але й за наявності водостоку не виключена можливість затоплення таких перехресть. Тому розміщення перехресть в улоговинах потрібно, за можливістю, уникати.

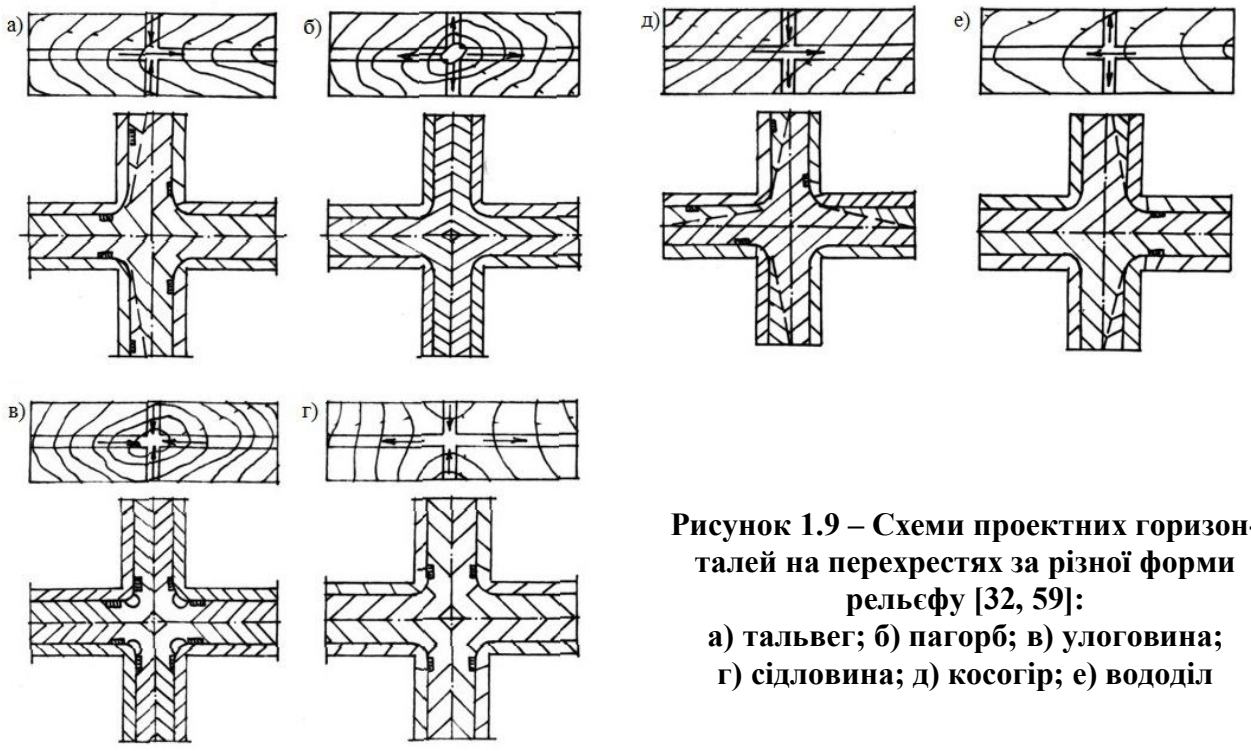


Рисунок 1.9 – Схеми проектних горизонталей на перехрестях за різної форми рельєфу [32, 59]:
а) тальвег; б) пагорб; в) улоговина;
г) сідловина; д) косогір; е) вододіл

Форма поверхні перехресть залежить від їхньої величини, а, головне, від напрямку схилів прилеглої території. Схеми вертикального планування перехресть вулиць розділяють на два типи: перехрещення головної та другорядної вулиці й перехрещення рівнозначних вулиць. У плануванні перехрещення головної та другорядної вулиць дотримуються правил, прийнятих для організації руху, – перевагу забезпечують у напрямку головної вулиці. За такої схеми вер-

тикальне планування головної вулиці на перехресті залишають таким, як і на перегонах. Усе ув'язування поверхонь виконують на другорядній вулиці.

У місці з'єднання головної вулиці з другорядною змінюють двосхилий поперечний профіль другорядної вулиці на односхилий. *Довжину ділянки переходу від односхилого профілю до двосхилого називають* ***розмосткою*** та визначають з розрахунку плавного підйому лінії лотка з ухилом не більше за 20 ‰ (незалежно від загального поздовжнього ухилу):

$$l = B_2 i_{гол} / 0{,}02, \qquad (1.17)$$

де l – довжина розмостки, м; B_2 – ширина проїзної частини другорядної вулиці, м; $i_{гол}$ – поздовжній ухил головної вулиці, тис. частки.

Послідовність проектування вертикального планування перехрестя показана на рисунку 1.10:

1) визначають позначку опорної точки *A* на осі другорядної вулиці, використовуючи вертикальне планування головної вулиці;

2) розраховують довжину розмотки;

3) визначають позначки на осі та біля лотків другорядної вулиці *A, B, C* і позначки по кромці проїзної частини головної вулиці *B′, C′*;

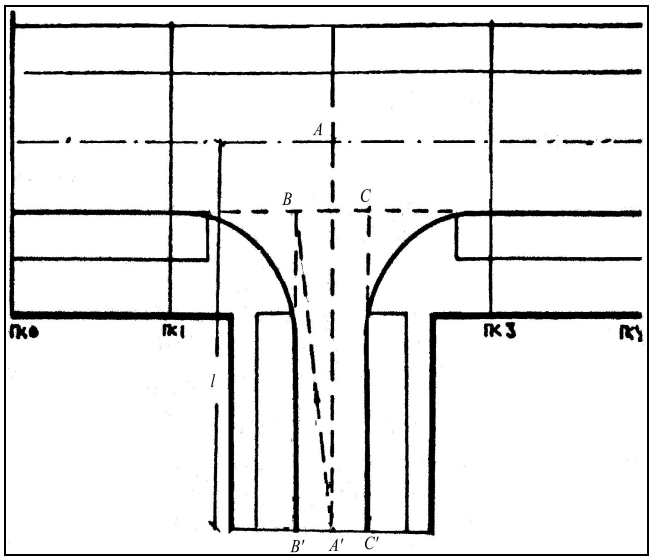


Рисунок 1.10 – Схема для побудови червоних горизонталей на перехресті

4) градують лінії *BB′, CC′* і лінію гребеню *AB′*. Гребінь відхиляється до верхнього лотка;

5) горизонталі з однаковою назвою з'єднують прямими лініями.

На магістральних вулицях не можна влаштовувати поперечні лотки. У деяких випадках можна проектувати односхилий поперечний профіль на перехресті.

Під час планування перехрестя двох рівнозначних вулиць ув'язування поверхонь поширюється на обидві вулиці. Як опорну точку вибирають перехрещення осей вулиць. Проектування таких перехресть починають з центра. Першу горизонталь проводять з урахуванням напрямку поздовжніх ухилів пересічних вулиць і бажаного напрямку скидання води з поверхні перехрестя. Довжину розмостки відкладають на осі вулиць. У межах розмостки градують три лінії – обидва лотки й

вісь. Опорні точки на цих лініях визначають за першою горизонталлю й поздовжніми ухилами на осі вулиць.

Поверхні тротуарів проектують після закінчення вертикального планування проїзних частин. Під час побудови горизонталей на тротуарній частині перехрестя зустрічаються три варіанти утворення її поверхні (рис. 1.11):

1) напрямок поздовжнього ухилу тротуарної частини зберігається у разі повороту на пересічну вулицю (рис. 1.11, а). У цьому випадку, за наближення до перехрестя з боку більш високих позначок, поперечний ухил тротуару зменшується до повного зникнення ($i_{non} = 0$) і потім поступово здобуває постійного значення. Проектні горизонталі мають віялоподібний обрис. Водночас необхідно уникати зайвої різкої зміни ухилу в межах заокруглення способом розсунення горизонталей чи зміщенням пішохідної смуги від червоної лінії ближче до бортового каменю;

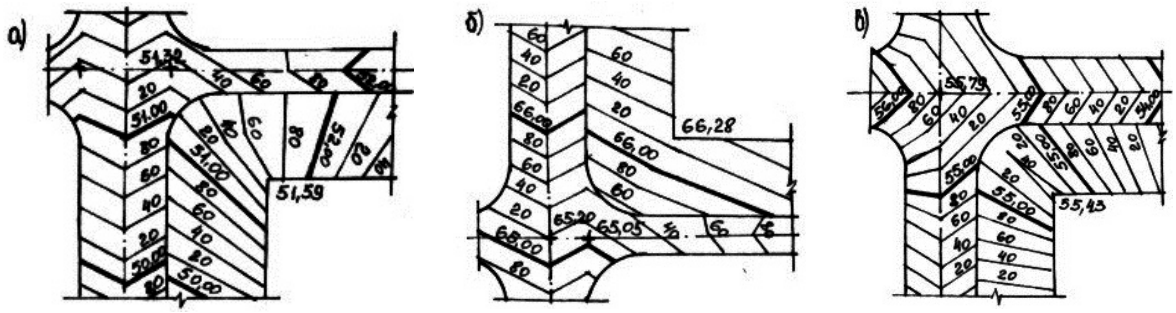


Рисунок 1.11 – Варіанти поверхні тротуарних смуг на перехресті [59]: а) за збереження напрямку поздовжнього ухилу тротуару; б) у разі напрямку ухилів до центра перехрестя; в) у разі напрямку ухилів у сторони від перехрестя

2) поздовжні ухили тротуарів спрямовані до центра перехрестя (рис. 1.11, б). У межах секторів, обмежених заокругленням тротуарної частини й створом червоної лінії, достатньо з'єднати точки з однаковими позначками і при віддаленні від кута кварталу плавно довести нахил горизонталей до відповідності поперечному ухилу в типовому конструктивному профілі;

3) поздовжні ухили тротуарних смуг спрямовані в різні боки від перехрестя (рис. 1.11, в). Для забезпечення нормального водовідводу з тротуарної частини влаштовують вододільний гребінь між кутом кварталу й центром заокруглення з ухилом до перехрестя (допускається горизонтальне положення гребеня). Водночас нахил горизонталей у межах заокруглення та на підходах до перехрестя відрізняється незначно. Наявність замкнутої горизонталі біля кута кварталу встановлюють градуюванням лінії гребеня за позначками верху бортового каменю та кута кварталу.

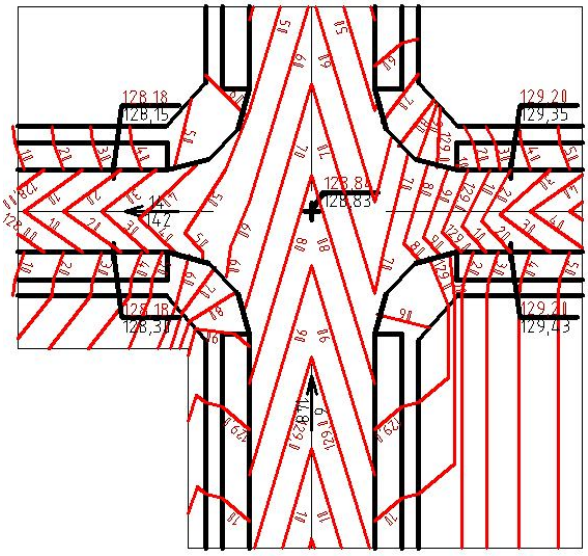


Рисунок 1.12 – Вертикальне планування перехрестя методом червоних горизонталей

Приклад вертикального планування перехрестя вулиць методом червоних горизонталей наведено на рисунку 1.12.

1.2.5 Вертикальне планування майданів

Майдани є одним з планувальних елементів міста. Згідно з призначенням міські майдани поділяють на:

– ***головні*** майдани складають загальноміський центр, де розташовані головні адміністративні центри міста, відбуваються народні святкування, демонстрації, паради. Головні майдани мають бути доступними для руху великих мас населення. Пропуск транспортних потоків на них обмежений. Основний простір майдану має бути звільненим від транзитних транспортних потоків. Пропуск транспортних засобів передбачають в об'їзд головного майдану, для чого в прилеглому районі проектують магістральні вулиці. Тротуари уздовж майдану проектують широкими – 12–15 м незалежно від розмірів пішохідного руху в звичайних умовах;

– ***транспортні*** майдани призначені для розв'язання руху складних транспортних потоків. Ширина транспортного майдану значно більше ширини вулиць, що підходять до нього. Транспортні, як і інші майдани, забудовують великими будівлями громадського значення, що приваблюють велику кількість відвідувачів. Отже, вони є зосередженням великої кількості пішоходів і транспорту. Під час проектування таких майданів найбільшу увагу приділяють зручності й безпеці руху пішоходів і транспорту, забезпеченню максимальної пропускної здатності, особливо у години найбільшого скупчення населення. Ширину проїзної частини транспортного майдану визначають згідно з інтенсивністю руху. Одержану з розрахунків ширину проїзної частини збільшують на ширину однієї смуги уздовж тротуару для короткочасної зупинки автомобілів. Ширину тротуарів визначають з розрахунку згідно з інтенсивністю пішохідного руху, але не менше 9 м. Різновидом транспортного майдану є передмостові майдани;

– ***вокзальні*** майдани призначені для організації руху потоків пасажирів й усіх видів міського транспорту з під'їздом і підходом до вокзалу, а також для

розміщення зупинок громадського транспорту. Вокзальні майдани проектують залежно від призначення вокзалів (залізничний, автовокзал, річковий, морський, аеровокзал) та їхнього розташування у місті;

– ***майдани перед значними громадськими будівлями і спорудами***. До таких будівель зараховують історичні та архітектурні пам'ятники, виставки, торгові центри, театри, кінотеатри, стадіони, палаци спорту, парки тощо. На таких майданах часто розбивають сквери, призначені для відпочинку й декоративного оформлення майдану. Підходи й під'їзди до театру на театральному майдані необхідно проектувати поза основним рухом міського транспорту. Безпосередньо біля театру передбачають майдан для зупинок транспорту, стоянок автомобілів, забезпечення вільного входу й виходу людей з театру. Ширину театрального майдану визначають із розрахунку загальноміського руху пішоходів, а також руху пішоходів, що відвідують театр;

– ***багатофункціональні*** майдани призначені для під'їзду й підходу до значних транспортно-пересадочних вузлів, розміщення споруд приміського та міського транспорту, здійснення пересадки пасажирів з одних видів транспорту на інші.

– ***ринкові*** майдани служать для підходу і під'їзду до торгівельних будівель і розміщення зупинок громадського транспорту та автостоянок;

– ***майдани промислових районів*** (***передзаводські*** майдани) розташовують перед крупними промисловими підприємствами. Вони призначені для організації під'їзду працюючих, розміщення зупинок громадського транспорту й стоянок індивідуального автомобільного транспорту. Розмір і форма передзаводських майданів залежать від розміру промислового підприємства й кількості працюючих на ньому. Під час проектування передзаводських майданів особливу увагу потрібно приділяти розрахунку посадових майданчиків і ширини тротуарів.

При вертикальному плануванні майданів поряд із забезпеченням водовідводу потрібно вирішувати й завдання архітектурно-естетичного плану. Велике значення мають будинки і споруди на майданах. Часто вертикальне планування майдану підкреслює домінувальне положення будинку способом влаштування сходів, пандусів.

Форми і розміри майданів визначають транспортними і пішохідними потоками, їхнім напрямком, пропускною здатністю та кількістю вулиць, що вливаються в майдан. За формою у плані майдани можуть бути квадратними, прямокутними, багатокутними, із складною конфігурацією, круглими чи іншого окреслення. Особливо важливо для поверхні майданів, щоб з одного тротуару

було видно тротуар на протилежному боці. Це дозволяє забезпечити зорове сприйняття майдану як єдиного цілого [32].

Умови організації рельєфу на території майданів необхідно визначати в кожному конкретному випадку, враховуючи місцеві природні фактори, архітектурно-планувальне рішення, забезпечення водовідводу (рис. 1.13) [32, 53].

Найбільш раціональним плануванням є односхила похила поверхня майдану (рис. 1.13, а). Проте під час дощу в низовій частині майдану може накопичуватись значна кількість води. Якщо майданом організований рух автомобілів, це може викликати зниження безпеки руху. Для таких майданів односхила поверхня може бути рекомендована за ширини його в напрямку стоку не більше 30 м. За більшої ширини проектують дво- або багатосхильну поверхню. Односхилі майдани проектують у містах з пересіченим рельєфом. Двосхилу поверхню найчастіше приймають на майданах прямокутної витягнутої форми. Разом із тим гребінь розташовують уздовж його поздовжньої осі (рис. 1.13, б–г).

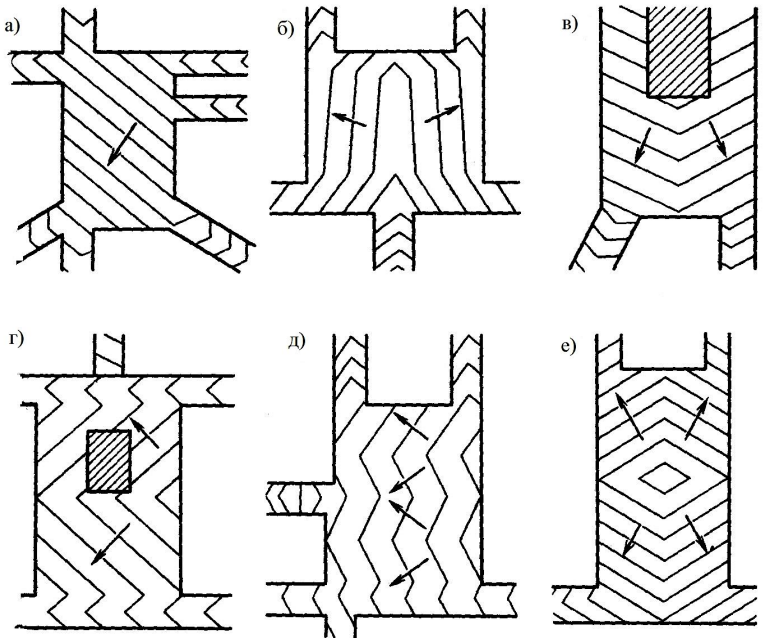


Рисунок 1.13 – Схеми вирішення вертикального планування майданів [53]:
а) односхила поверхня; б–г) двосхила поверхня;
д) багатосхила поверхня з лотками;
е) опукла поверхня

Поверхня з декількома паралельними гребенями доцільна для майданів з елементами благоустрою (рис. 1.13, д). Розміщені уздовж майдану лотки можуть мати декоративний характер. Враховуючи композиційні міркування, вісь головного гребеня орієнтують на домінуючий будинок чи головну магістральну вулицю. Водночас важливо, щоб гребінь мав підйом до домінанти, особливо у разі витягнутої прямокутної форми майдану.

Можливі опукла (рис. 1.13, е) й увігнута поверхні. Кращу зоровість створює висотне вирішення майдану з увігнутою поверхнею. Проте з умови організації водовідведення таке вирішення небажане. Під увігнутим майданом обов’язково влаштовують закритий водостік. Тому опуклий майдан зі схилами

до периферії має явні переваги, хоча за такого вирішення погіршуються умови здоровості [32].

У разі розміщення майдану на косогорі вертикальне планування підпорядковують природному схилу. Вертикальне планування витягнутого майдану вирішують у вигляді двосхилої поверхні. Вода стікає до периферії майдану і лотками відводиться в дощоприймальні колодязі. Якщо майдан розміщено на безухильній поверхні, то поздовжній ухил його проектують з опуклим переломом. Такий прийом зорово скорочує довжину майдану.

Вертикальне планування майдану проектують у такій послідовності [53]:

1) градуюють головні лінії, за які приймають лінії, що обмежують контури майдану;

2) позначки з однаковою назвою з'єднують прямими лініями.

Поздовжні ухили майданів не повинні перевищувати 30 ‰, поперечні – 5–20 ‰ [93]. Майдани проектують на відносно положистих ділянках місцевості. За відсутності положистих ділянок їх створюють способом перепланування рельєфу.

Умовам автомобільного руху найбільше відповідає кругла чи овальна форма майдану. На кільцевому майдані посередині його проектують острівець. Геометричні параметри кільцевих майданів приймають, виходячи з розрахункової швидкості та інтенсивності руху транспорту на кільці. Розрахунок діаметра центрального острівця та інших геометричних елементів кільцевого майдану ведуть за методиками, викладеними у ГБН В.2.3-37641918-555:2016 [1].

На майдані з кільцевим рухом у центральній частині споруджують монумент чи іншим способом фіксують центр майдану (озеленення острівця). Розташування на майдані скверу чи саду можливо тільки за порівняно слабкому русі транспорту на майдані. Центральну частину зазвичай піднімають над іншою поверхнею майдану. Від центра поверхню знижують до периферії. Для прийому води уздовж бортового каменю встановлюють дощоприймальні колодязі. Центральна частина може також бути увігнутою чи пласкою.

Під час проектування вертикального планування кільцевого майдану методом червоних горизонталей для градуювання вибирають зовнішню межу кільця. Точки перехрещення майдану з осями вулиць є опорними точками. Різниця у позначках двох таких сусідніх точок визначає поздовжній ухил на кільці. Положення допоміжної лінії визначають через поперечний ухил проїзної частини кільця. Напрямок поперечного ухилу призначають від центра майдану. Приклад вертикального планування майдану з кільцевим рухом подано на рисунку 1.14 [32].

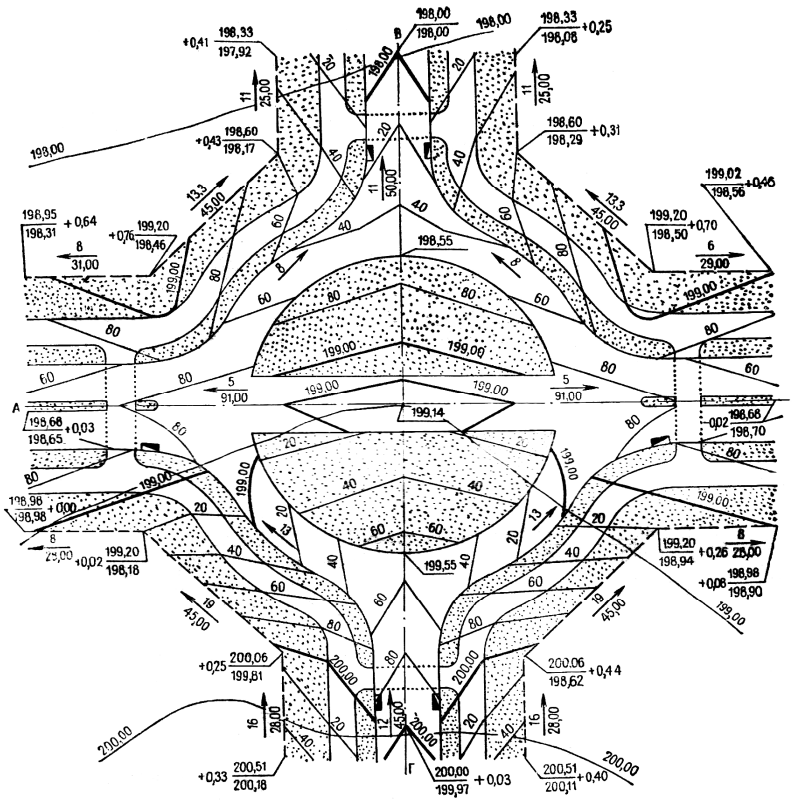


Рисунок 1.14 – Вертикальне планування майдану з кільцевим рухом [32]

Якщо центр майдану розташований на нижній позначці, стік води буде спрямований до центра. Тоді у знижених місцях потрібно встановлювати водоприймальні колодязі.

У разі перехрещення майдану магістральною вулицею з великою інтенсивністю руху, а також у разі взаємного перехрещення двох магістральних вулиць з інтенсивним рухом, на майдані організують перехрещення потоків у різних рівнях.

Залежно від призначення майданів і умов руху на них можна влаштовувати суцільні дорожні покриття або укладати покриття на ділянках руху транспорту, а іншу територію озеленювати. Окремі ділянки зелених насаджень можуть бути використані для організації руху транспортних потоків [32].

1.2.6 Вертикальне планування транспортних розв'язок у різних рівнях

У разі горизонтального та вертикального планування враховують опорні споруди та їхні позначки (позначки мостів, установлені з урахуванням необхідних підмостових габаритів, позначки поверхні проїзних частин пересічних автомобільних доріг чи рейок залізниць), умови видимості та інше [32, 66, 69].

Елементи поперечного профілю на мостах, шляхопроводах, тунелях, естакадах та інших штучних спорудах мають бути такими самими, як і елементи поперечного профілю вулиць і доріг, що через них пропускають. Найбільш значним елементом, що визначає габаритні розміри шляхопроводів, є ширина проїзної частини. Габарити шляхопроводу як за висотою, так і за шириною мають загалом відповідати завданню пропуску транспортного потоку. Габаритна висота шляхопроводу залежить від складу транспортного потоку. На перехре-

щеннях проїзних частин вулиць і доріг різницю рівнів їхніх поверхонь приймають не менше 5 м.

Ширина проїзної частини має відповідати нормативним вимогам для міських вулиць і доріг. Під час проектування шляхопроводу тунельного типу на його осі розміщують розділову смугу шириною 2,0 м. Вона призначена для поділу зустрічного руху і використовується для будівництва проміжних опор і службових тротуарів. Уздовж стін тунелю чи естакади розміщують два службових тротуари шириною по 1 м, а за наявності пішоходів ширина тротуарів має відповідати інтенсивності їхнього руху [32, 66, 69].

Тротуари відокремлюють від проїзної частини бортовим каменем. На естакадах висота бортового каменю складає 0,6 м для безпеки руху.

Для забезпечення умов безпеки руху на всьому протязі штучної споруди передбачають огородження бар'єрного типу висотою 0,75–0,8 м.

Ширину проїзних частин на з'їздах визначають залежно від розрахункових розмірів руху на них. На односмугових з'їздах ширину проїзної частини назначають однаковою за всією її довжиною без додаткового розширення: 5 м на кривих радіусом більше 60 м і 5,5 м на кривих радіусом менше 60 м [32, 66, 69, 93]. За радіусів більше за 150 м проїзну частину з'їздів назначають, враховуючи розширення кривих. Мінімальні радіуси поворотів залежать від виду транспорту: для пропуску вантажних автомобілів і автобусів – не менше 12 м, для пропуску легкових автомобілів – не менше 8 м. У місцях примикання і розгалуження поворотних з'їздів передбачають перехідно-швидкісні смуги.

Проектування вертикального планування насамперед забезпечує нормальні умови для руху транспорту із заданими швидкостями. У той же час потрібно прагнути до зменшення довжини штучної споруди і до максимального зменшення обсягів земляних робіт.

Штучні споруди розміщують на прямих ділянках у плані вулиці чи дороги. Мінімально допустимий поздовжній ухил приймають 5 ‰. Якщо за умовами рельєфу цього зробити неможливо, то на таких ділянках проектують пилкоподібний профіль. Найбільший поздовжній ухил у межах штучних споруд не повинен перевищувати 30 ‰. Увігнутий поздовжній профіль не проектують. Увігнуті вертикальні криві необхідно вписувати так, щоб вони закінчувались за 10–20 м до початку штучних споруд. Поперечні ухили приймають так само, як і для вулиць, залежно від типу покриття.

Довжину пандусів на підходах до споруди визначають висотою споруди і максимально допустимим поздовжнім ухилом (40–60 ‰).

Розробку проекту вертикального планування виконують методом поздовжніх і поперечних профілів та методом червоних горизонталей. Принципи проектування поздовжніх профілів проїзних частин у місцях перехрещення в різних рівнях наведені на рисунках 1.15, 1.16 [32]. Найпростішим є випадок, коли поверхня місцевості горизонтальна (рис. 1.15). Довжина ділянки перехрещення разом із вертикальними кривими буде:

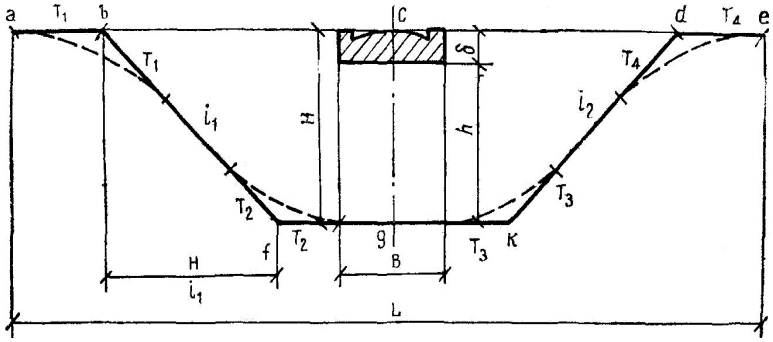


Рисунок 1.15 – Схема поздовжнього профілю проїзної частини вулиці на перехрещенні в різних рівнях (на горизонтальній поверхні місцевості) [32]

$$L = 2\left(\frac{B}{2} + T_1 + T_2 + \frac{H}{i}\right), \quad (1.18)$$

де L – довжина ділянки перехрещення, м; B – ширина шляхопроводу, м; T_1, T_2 – тангенси кривих, м (приймаємо $T_1 = T_4$, $T_2 = T_3$); H – габарит шляхопроводу, м; i – ухили на пандусах (спусках і підйомах), тис. частки (приймають $i_1 = i_2$).

Складнішою є розрахункова схема на похилій поверхні місцевості (рис. 1.16). Для забезпечення водовідведення поверхневих вод ділянці проїзної частини під шляхопроводом надають необхідний поздовжній ухил. Цей ухил приймають рівним ухилу поверхні землі на проектованій ділянці. Бажано, щоб ухил не перевищував 2/3 максимально допустимого для вулиць і доріг певної категорії. Мінімальний ухил за умовами водовідведення 4 ‰. У зв'язку з цим позначки поверхні проектованої дороги на межі штучної споруди будуть відрізнятися від позначок на осі перехрещення доріг на $\frac{B}{2}i_3$. Позначки проїзної частини на ділянці перехрещення потрібно встановлювати, виходячи з позначки найвищої її точки f, яку визначають за формулою:

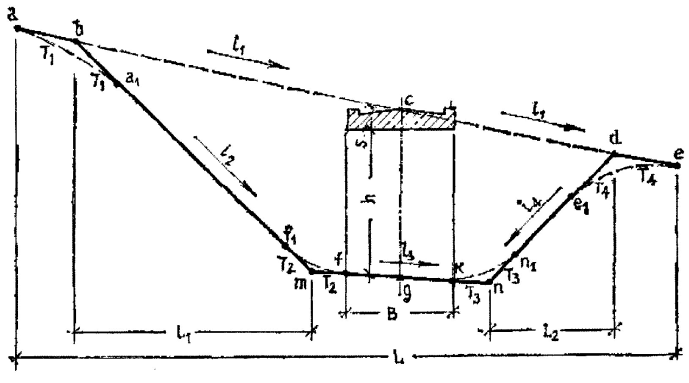


Рисунок 1.16 – Схема поздовжнього профілю на перехрещенні вулиць в різних рівнях (на похилій поверхні) [32]

$$H_f = H_c - (h + \delta) + \frac{B}{2}i_3. \quad (1.19)$$

Позначка проїзної частини в точці k буде:

$$H_k = H_f - \frac{B}{2} i_3. \tag{1.20}$$

Точки *m* і *n* знаходяться на відстані тангенсів кривих T_2 і T_3. Щоб знайти ці тангенси, задаються ухилами пандусів. Для скорочення довжини пандусів установлюють поздовжні ухили, близькі до гранично допустимого для цієї категорії вулиці та дороги. Знаючи ухили пандусів i_2 і i_4 і ухил місцевості i_1, визначають точки *b* і *d*. Їх знаходять графічно, проводячи з точок *m* і *n* прямі лінії з ухилами i_2 і i_4 до перехрещення з лінією ухилу i_1. Відклавши від точок *b* і *d* величини тангенсів кривих T_1 і T_4, знаходять точки *a* та *e*. Значення тангенсів T_1, T_2, T_3, T_4 встановлюють за формулою з розрахункової схеми (рис. 1.17):

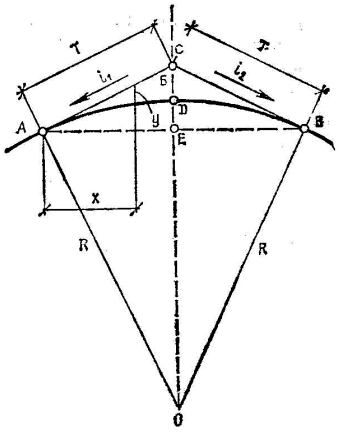


Рисунок 1.17 – Елементи побудови вертикальних

$$T = \frac{i_1 - i_2}{R}, \tag{1.21}$$

де i_1, i_2 – суміжні ухили, тис. частки; R – радіус кривої, м.

Потім визначають повну довжину ділянки проїзної частини в межах перехрещення *L*. Довжини ділянок L_1 і L_2 мають бути не менше суми двох розміщених у їхніх межах тангенсів вертикальних кривих: $L_1 \geq T_1 + T_2$ і $L_2 \geq T_3 + T_4$. Якщо ця умова не забезпечується, потрібно зменшити ухили пандусів.

Під час проектування поздовжнього профілю на головних напрямках необхідно прагнути до зменшення довжин пандусів, що визначають розміри розв'язки в плані. Це досягається використанням гранично допустимих поздовжніх ухилів і радіусів вертикальних кривих. Найбільш зручні умови руху створюються за безпосереднього сполучення опуклої і ввігнутої кривих без прямої вставки. Максимальний поздовжній ухил буде тільки в точці сполучення кривих. Увесь пандус буде більш положистим, ніж при сполученні кривих прямою вставкою, проте будуть збільшуватися розміри транспортної розв'язки.

Довжина пандуса може бути скорочена введенням увігнутої кривої в тунель. Це призводить до збільшення висоти тунелю, його подорожчання. Таке рішення застосовують, коли довжини вулиці недостатньо для розміщення пандуса.

Крім поздовжніх профілів пересічних вулиць, викреслюють поздовжні профілі на всіх відгалуженнях і з'їздах.

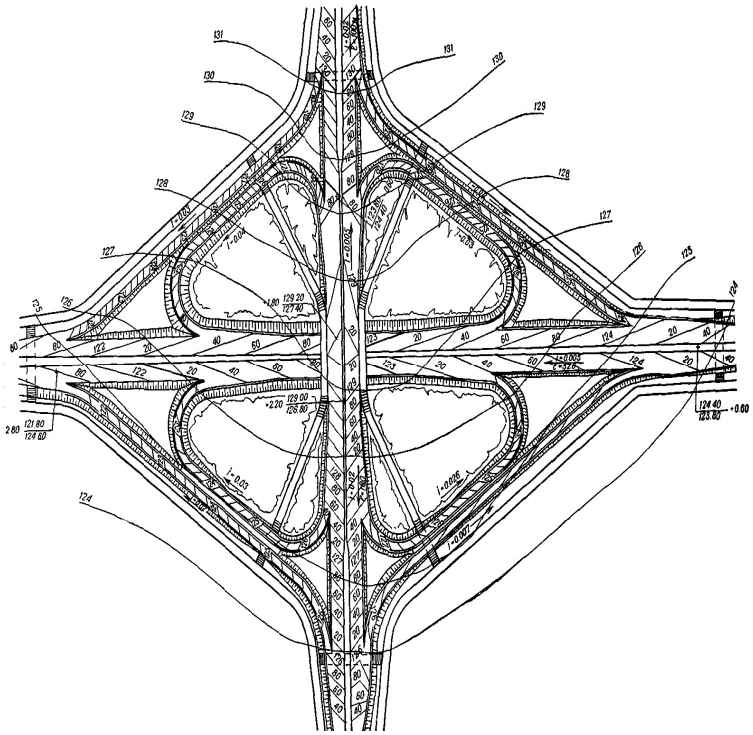


Рисунок 1.18 – Вертикальне планування транспортної розв'язки типу «повний лист конюшини» [32]

Найбільш детальне і наочне вирішення вертикального планування розв'язки може бути виконано методом червоних горизонталей (рис. 1.18) [32]. Детальне вертикальне планування транспортної розв'язки виконують у такій послідовності: спочатку викреслюють поздовжні профілі на осях пересічних вулиць; потім виконують вертикальне планування у проектних горизонталях цих же вулиць; після цього проектують поверхні з'їздів. З'їзди з головними вулицями з'єднують за правилами сполучення головної і другорядної вулиць на перехрещенні в одному рівні.

1.2.7 Вертикальне планування кварталів

Загальні положення вертикального планування кварталів

Вертикальне планування кварталів проектують, враховуючи рельєф місцевості, тип забудови і вимоги внутрішньоквартального благоустрою. Основні *завдання* вертикального планування кварталів [32, 53]:

1) забезпечення поверхневого водовідводу з території на прилеглі вулиці;

2) збереження, якщо можливо, природного рельєфу;

3) збереження ґрунтового покриву та існуючих зелених насаджень;

4) узгодження позначок прокладки шляхів для внутрішньоквартального транспорту і пішоходів, мереж комунікацій;

5) мінімальний загальний обсяг земляних робіт при правильному й економічному розміщенні надлишкових мас ґрунту;

6) поліпшення поверхні території з урахуванням вимог архітектурної композиції забудови.

Під час проектування вертикального планування прагнуть відвести поверхневі води з території кварталу на прилеглі вулиці та проїзди. Такий принцип водовідведення найбільш доцільний, тому що на забудованій території в цьому випадку не розміщують водостоки.

Висотне вирішення поверхні обумовлено характером існуючого рельєфу. Приклади вирішення вертикального планування кварталів на різному рельєфі наведено на рисунку 1.19.

Якщо рельєф падає від магістралі всередину кварталу, тоді уздовж неї влаштовують штучний вододіл на відстані 20–25 м від магістралі. З одного боку вододілу ухил території направляють убік магістралі, а з другого – зберігають природний ухил за рельєфом. Позначку на штучному вододілі приймають з умов мінімального обсягу земляних робіт і мінімального поздовжнього ухилу в бік вулиці, щоб був поверхневий водовідвід.

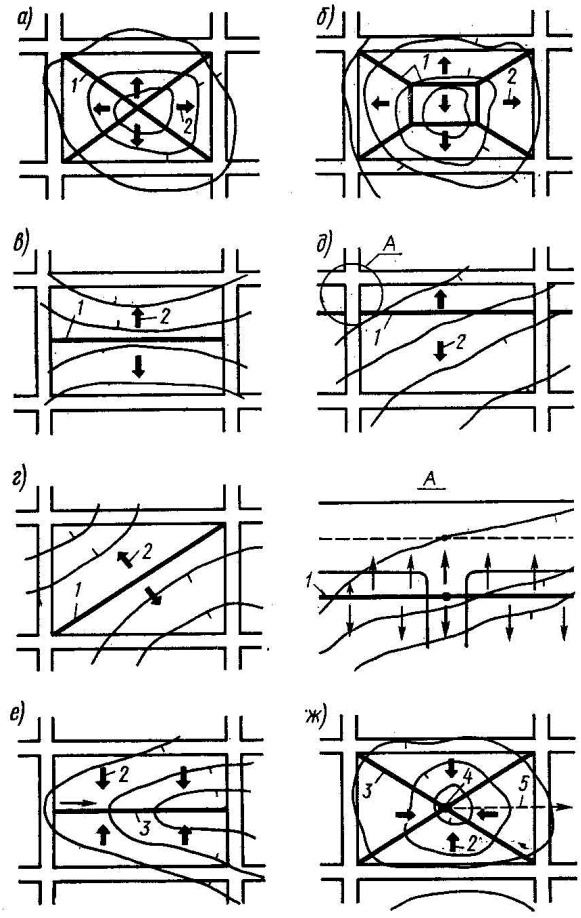


Рисунок 1.19 – Схеми вирішення проектного рельєфу кварталів [53]:
а, б) на пагорбі; в–д) на вододілі;
е) у тальвегу; ж) в улоговині;
1 – вододіли; 2 – ухили; 3 – тальвег;
4 – водоприймальний колодязь;
5 – закритий водостік

На територіях з тальвегом чи улоговиною допускають падіння проектного ухилу в бік природного рельєфу. До того ж обов'язково влаштовують на території кварталу закриту водостічну мережу. Проте під час вибору проектного рішення розглядають альтернативу: підсипання частини території та відведення води за наведеними вище схемами. Перевагу віддають більш економічним варіантам.

У проектуванні вертикального планування виділяють два послідовних етапи: перший, на якому вирішують питання організації рельєфу загалом, і другий – коли проектують мікрорельєф з використанням як основи схеми вертикального планування кварталу. Проектування мікрорельєфу здійснюють методом проектних (червоних) горизонталей. Цей метод найбільш наочний під час проектування взаємного висотного положення і проектних позначок багатьох дрібних елементів забудови і благоустрою: проїздів і бортових каменів, позначок на

входах у будинки, лотків для стоку поверхневих вод, майданчиків різного призначення, клумб, газонів тощо.

Вертикальне планування внутрішньоквартальних проїздів

Трасування проїздів тальвегами забезпечує водовідведення відкритими лотками з території і зменшує земляні роботи на прилеглих ділянках. Водовідведення з території кварталів потрібно здійснювати переважно відкритою системою водостоків. Для пропуску зливових вод через тротуари на вулицях необхідно передбачати перекриті лотки чи влаштовувати всередині кварталу дощоприймальні колодязі з випуском води у вуличний водостік [32].

Внутрішньоквартальні проїзди у висотному відношенні мають бути ув'язані між собою і з прилеглими до кварталу вулицями. Проектування проїздів потрібно виконувати, якщо можливо, близько до природного рельєфу з метою зменшення обсягів земляних робіт. Для відведення води покриттю проїзду надають односхилий профіль убік від будинку при ширині проїзду 3,5 м і двосхилий при ширині проїзду 5,5–6 м.

Величини поздовжніх ухилів проїздів проектують у межах від 5 ‰ до 80 ‰, поперечних ухилів – від 20 ‰ до 40 ‰ залежно від типу покриття.

Порядок проектування внутрішньоквартальних проїздів у червоних горизонталях аналогічний проектуванню вертикального планування проїзної частини вулиць і перехрещень (див. пп. 1.2.3, 1.2.4). Приклад проектування горизонталей на проїздах, автостоянках, роз'їзних і розворотних майданчиках наведено на рисунку 1.20.

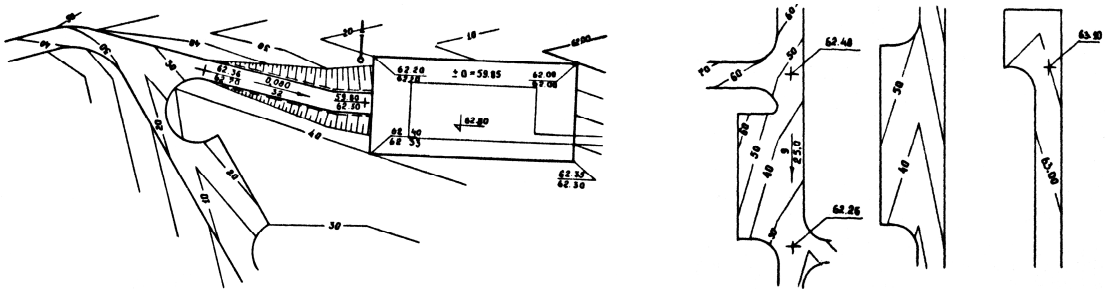


Рисунок 1.20 – Проектування горизонталей на проїздах, автостоянках, роз'їзних і розворотних майданчиках [59]

Вертикальне планування майданчиків різного призначення

Маючи вирішення вертикального планування проїздів, проектують майданчики, розташовані в кварталі. Їхнє висотне вирішення має бути ув'язане з висотним вирішенням проїздів.

Майданчики проектують з різною формою поверхні (рис. 1.21). Майданчики господарського призначення проектують з ухилами не менше 5 ‰ і не бі-

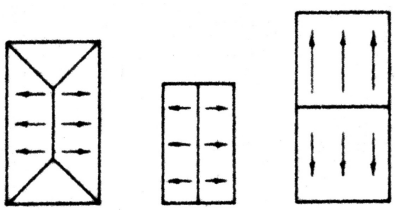


Рисунок 1.21 – Форма поверхні спортивних майданчиків

льше 20–30 ‰. Їхню поверхню влаштовують з односхилим профілем, що забезпечує стік води до найближчого проїзду. Спортивні й дитячі майданчики бажано розташовувати на 0,5 м вище позначок прилеглої території, щоб вони швидше просихали після дощу, а також для більшої стійкості земляного полотна. Їхня поверхня може бути дво- чи багатосхилою. У разі розміщення спортивних майданчиків на косогорі їх проектують у напівнасипу-напіввиїмці з укосами 1:1,5 або підпірними стінками з боків майданчиків.

Вертикальне планування тротуарів, алей і пішохідних доріжок, велосипедних доріжок

Вертикальне планування пішохідних шляхів проектують у поздовжніх ухилах 4–60 ‰. Довжина ділянок з великими ухилами має бути обмеженою (максимум 300 м). У районах з частими ожеледицями максимальний поздовжній ухил зменшують до 40 ‰, а в гірських районах збільшують до 100 ‰ [93]. На складному рельєфі допускається влаштування сходів.

Поперечний ухил зазвичай приймають односхилим із ухилом 20 ‰ [93]. Якщо тротуар розміщують біля проїзної частини, то його піднімають над лотком проїзної частини на висоту бортового каменю, і поперечний ухил тротуару направляють у бік проїзної частини. Ширина однієї смуги руху 0,75 м.

Велосипедні доріжки відокремлюють від вулиць смугами безпеки. У стиснутих умовах, де не можна передбачити ці смуги, доріжки відокремлюють огородженням. Поздовжні ухили призначають не більше 40 ‰, а поперечні 15–25 ‰ [93]. Поперечний профіль доріжок проектують односхилим. Ширина однієї смуги руху – 1,85 м [93].

Посадка будівлі на рельєф

Після вирішення висотного положення проїздів визначають позначки будинку: входів, кутів будівель, рівня підлоги першого поверху. Посадка будинків на рельєф, крім архітектурно-композиційного і планувального рішення, повинна забезпечити легкість підходу та під’їзду до будинків і водовідведення від них. З огляду на це назначають проектні (червоні) позначки кутів і входів у будинки. Червоні позначки кутів будинків визначають на підставі вирішення профілів і позначок проїздів.

Позначки входів у будівлі (рис. 1.22) розпочинають визначати з позначки входу в торцеву секцію, що розташована вище за рельєфом [59]. Для цього спочатку визначають позначку на проїзді напроти входу H_1, потім, знаючи поперечний ухил і ширину проїзду, обчислюють позначку точки 2 – H_2:

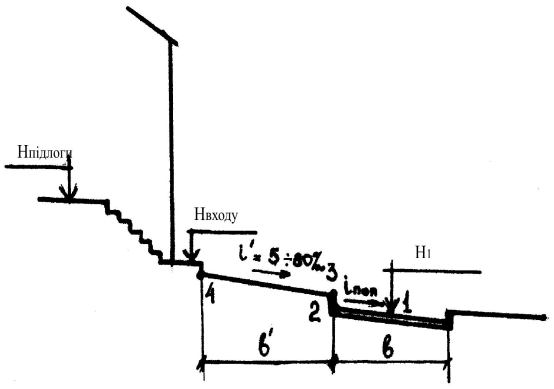


Рисунок 1.22 – Схема для визначення позначок входів у будівлі і підлог перших поверхів

$$H_2 = H_1 + i_{пол}\, b / 2, \text{ м} \qquad (1.22)$$

Знаючи висоту бортового каменя, розраховують позначку точки 3 – H_3:

$$H_3 = H_2 + h_{б.к.}, \text{ м}. \qquad (1.23)$$

Знаючи відстань від проїзду до будинку $b' = 8–10$ м і ухил $i' = 5–40$ ‰, встановлюють позначку точки 4 – H_4:

$$H_4 = H_3 + b'i', \text{ м}. \qquad (1.24)$$

Враховуючи висоту сходинки $h = 0{,}15$ м, обчислюють позначку входу – $H_{входу}$:

$$H_{входу} = H_4 + 0{,}15, \text{ м}. \qquad (1.25)$$

Позначку підлоги першого поверху розраховують за формулою:

$$H_{підлоги} = H_{входу} + 0{,}15\, n, \qquad (1.26)$$

де $H_{підлоги}$ – позначка підлоги, м; n – кількість сходинок залежно від конструктивних особливостей будинку.

Позначку входу в наступну секцію, що розташована нижче за рельєфом, приймають такою ж і розраховують кількість сходинок на вході, враховуючи, що висота сходинки 0,15 м. Аналогічно приймають таку ж позначку входу і для інших секцій. Якщо кількість сходинок на вході перевищує 6, то зміщають секції по вертикалі на величину не менше 0,9 м. Позначку входу в цю секцію визначають так само, як для входу в торцеву секцію, розташовану вище за рельєфом.

Для нормального відведення води від будинку потрібно проектувати по торцях будинку ухил. Поздовжні ухили по торцях і фасаду будинку приймають у межах 4–25 ‰, а ухил вимощення – 50–80 ‰.

Встановлюючи проектні позначки кутів будинку (рис. 1.23), необхідно додержуватись того, щоб різниця позначок на протязі будівлі з однаковими позначками підлоги першого поверху не перевищувала 1,2 м. Перепад позначок підлоги і вимощення 1–2 м, найменший – 0,85 м. Значні перепади у позначках кутів будівлі призводять до необхідності побудови цокольних поверхів. Залежно від проектного та існуючого рельєфу проектні позначки кутів будівлі можуть співпадати чи відрізнятися. У першому випадку відсутність поздовжніх ухилів компенсують поступовим збільшенням поперечних.

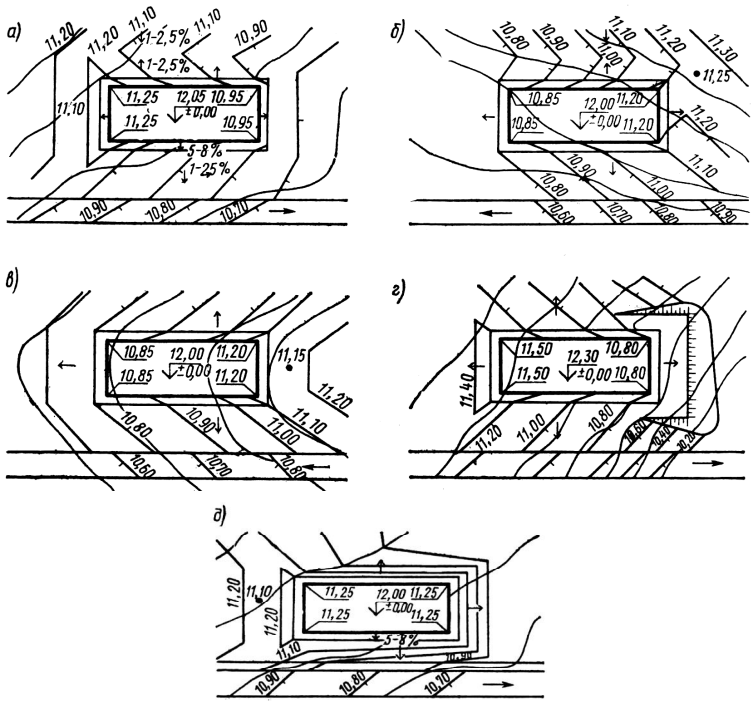


Рисунок 1.23 – Приклади висотної посадки будівель на рельєф [53]: а–г) з різними посадочними позначками на довгих сторонах будівлі; д) з однаковими позначками на довгих сторонах будівлі

Маючи вирішення проїздів у червоних горизонталях і проектні позначки рогів будівель і входів до них, позначки червоних ліній, проектують у червоних горизонталях ділянки території, що обмежені проїздами і червоними лініями кварталу.

Перемінний поперечний ухил доцільно робити поза тротуаром на газоні. На тротуарі уздовж проїзду бажано зберегти постійний поперечний ухил. З метою відведення води з боку будівлі, де немає проїзду, влаштовують лоток, який розміщують поза пішохідних шляхів (рис. 1.23, а, б, д).

Проектні горизонталі потрібно наносити за чорними горизонталями з мінімальним об’ємом земляних робіт, забезпечуючи водовідведення зливових вод поверхнею в бік лотків проїздів. Коли є безстічні місця, їх засипають або влаштовують перепускні лотки із скиданням води в проїзди, розташовані нижче за рельєфом.

Фрагмент вертикального планування житлової групи методом проектних горизонталей показано на рисунку 1.24.

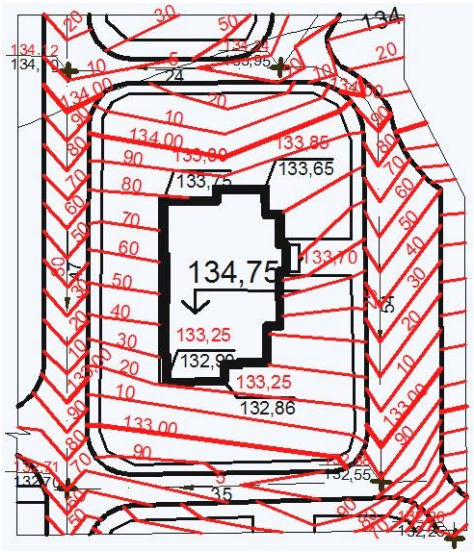


Рисунок 1.24 – Приклад вертикального планування внутрішньоквартальної території

Проектування кварталів на складному рельєфі

Територію зі складним рельєфом можна освоювати з невеликими змінами чи радикальним перепланування поверхні [32]. Останнє рішення пов'язане з великими витратами. У більшості ж випадків особливих змін рельєфу не виконують. Іноді доцільно тільки зрізання окремих височин чи засипання ярів і улоговин. У деяких випадках западини чи узвишшя можуть бути використані для влаштування різних елементів благоустрою. Малопридатні для забудови території можуть відводитись під озеленення.

Під час вивчення рельєфу для забудови виявляють території, що мають допустимі ухили для розміщення будівель різної довжини [53, 59]:

– до 10 ‰ – допускається розташування забудови в будь-якому напрямку;

– від 10 до 30 ‰ – допускається розташування забудови в будь-якому напрямку за її довжини не більше за 50 м. Будівлі більшої довжини рекомендується розміщати паралельно горизонталям;

– від 30 до 50 ‰ – допускається розташування забудови в будь-якому напрямку за її довжини не більше за 30 м. Будівлі більшої довжини рекомендується розміщувати паралельно горизонталям;

– від 50 до 70 ‰ – доцільно розміщувати будівлі тільки паралельно горизонталям;

– від 70 до 120 ‰ – будівлі розміщують тільки паралельно горизонталям. Рекомендується також терасування схилів;

– більше 120 ‰ – ухили рельєфу потребують терасування.

У разі рельєфу з ухилами до 20 ‰ типові будинки можна розміщувати без зміни цокольного і першого поверху.

Невеликих витрат досягають при розміщенні будинків довгою стороною під кутом до горизонталей чи паралельно горизонталям. Але таке вирішення не завжди можливе, тому на цих ділянках будують споруди невеликої довжини.

Будівлі, що мають цокольні поверхи, розміщують під таким кутом до горизонталей, щоб перепад рельєфу не перевищував 1–1,5 м (за однакової позна-

чки підлоги першого поверху), а поздовжній ухил тротуарів не перевищував 40–50 ‰.

На пересіченому рельєфі рекомендують будувати односекційні будинки баштового типу, будинки східчастого типу, зміщувати по вертикалі окремі секції, а також будувати будівлі на стовпах. Простір під ними можна використовувати для стоянок автомобілів тощо. Вибір проектних рішень забудови крутих схилів обґрунтовують аналізом рельєфної ситуації і архітектурно-планувальних особливостей рельєфу.

На крутих схилах будівлі можна розміщувати з терасуванням. Тераси розміщують уздовж горизонталей схилів (рис. 1.25). Якщо тераси виконують під групу будівель, то територію розбивають на системи терас з самостійними проїздами, що примикають до основних проїздів. Планування проїздів має забезпечувати зручність під'їзду до всіх будинків і безпеку руху. Окремі терасові ділянки сполучають способом влаштування укосів чи підпірних стінок.



Рисунок 1.25 – Розміщення забудови на крутих схилах

Поверхню укосу зміцнюють різними способами: посів газону, обдернування, мостіння з бутового каменю чи залізобетонних плит, ажурних плит. У посушливих районах застосовують укріплення укосів суцільною чи лінійною посадкою чагарників – вереску, дроку, терну, алівця козацького. Укоси вигідніші економічно, тому підпірні стінки проектують, коли площа території не дозволяє виконати укоси нормального закладення або це пов'язано з архітектурним рішенням. Іноді укіс і підпірну стінку поєднують. Таке поєднання дозволяє скоротити висоту стінки й здешевіти будівництво. Форму і переріз підпірних стін як інженерної споруди приймають з розрахунку.

Пішохідні доріжки і тротуари проектують, враховуючи зручність і безпеку пішохідного руху. Якщо ухили доріжок і тротуарів перевищують допустимі, тоді влаштовують сходи.

1.2.8 Вертикальне планування реконструйованих територій

Вертикальне планування реконструйованих сельбищних територій

На територіях, які реконструюють, горизонтальне і вертикальне планування ускладнюється через наявність опорних об'єктів, розташування яких у плані і за висотою обмежує, а іноді і визначає загальне планувальне рішення

[32]. Під час проектування вертикального планування необхідно враховувати позначки окремих споруд, що мають бути, якщо можливо, збережені (позначки входів у будівлі, мостів, тунелів та інше), а також позначки, відступ від яких допускають тільки у деяких межах (висотні позначки поверхонь над підземними спорудами, інженерними комунікаціями).

Розпочинаючи проект вертикального планування реконструйованого району, насамперед необхідно вивчити всі особливості території (існуючі підземні комунікації, зелені насадження, ґрунтові умови тощо) [32]. За цими даними складають робочу схему на підставі топографічної зйомки, що є вихідним матеріалом для проектування реконструкції забудови загалом і проекту вертикального планування зокрема.

Необхідність вертикального планування на реконструйованих територіях виникає у зв'язку зі зміною квартальної мережі провулків і двірських проїздів.

Позначки кутів будинків і споруд, під'їздів до них, віконних приярків підвальних приміщень і в'їздів у промислові корпуси зберігають відносно висотного положення проїздів. Вони будуть визначати проектні позначки вертикального планування реконструйованої території.

Позначки тротуарів уздовж будинків не підвищують, якщо є віконні приярки підвальних приміщень. Їх можна трохи знизити (це залежить від типу і глибини закладення фундаментів). Якщо ж виконати це неможливо, тоді звільняють підвальні приміщення, перевлаштовують входи в будинки, перебудовують внутрішні сходи, перекладають інженерні мережі та інше. Це складні й дорогі реконструктивні заходи. Якщо така перебудова виявиться доцільною, можна змінити позначку посадки будівель. Її підвищують тільки до рівня закладення горизонтальної гідроізоляції в стінах, а знижують до межі, що виключає промерзання підошви фундаментів і підземних мереж [32].

Через обставини, викладені вище, планувальну поверхню змінюють локально, переважно на територіях, вільних від забудови. Відведення поверхневих вод з території кварталів здійснюють за такими ж схемами, як і за нового будівництва. За необхідності на окремих ділянках влаштовують нову закриту або відкриту водостічну систему.

Під час проектування вертикального планування внутрішньогрупового простору на реконструйованих територіях колишньої садибної забудови потрібно пам'ятати, що значну роль відіграє пластика поверхні землі. У побудові внутрішньогрупового мікроландшафту потрібно використовувати надлишкові обсяги земляних мас, що неминуче виникають у процесі нового будівництва. Їх використовують для засипання колишніх підвалів, льохів, вигрібних ям і коло-

дязів, для влаштування майданчиків у різних рівнях, які з'єднують підпірними стінками, укосами, сходинками (рис. 1.26). Це значно підвищує декоративність маловиразних просторів. Проте реконструйовані райони садибної забудови мають значні масиви зелених насаджень (у групах і окремих екземплярах). Це висуває проблему захисту коренів дерев, навіть за незначного зниження чи підвищення існуючого рівня землі. Підвищувати або знижувати рівень землі біля дерева потрібно з великою обережністю і тільки в разі крайньої необхідності.



Рисунок 1.26 – Улаштування майданчика в різних рівнях

Для збереження рівня землі біля дерева чи групи дерев застосовують різні способи залежно від конкретних умов, наприклад, проектують «сухий колодязь» чи огороджувальну стінку подібно до постаменту чи шухляди, що забезпечують потрібний простір для коренів (див. п. 4.3.3). Засипання ж шийки дерева навіть на 30–40 см призводить до його загибелі.

На реконструйованих територіях районів садибної забудови не виникає потреби скільки-небудь значно змінювати існуючий рельєф. Тут замість суцільного вертикального планування варто застосовувати вибіркове, обмежуючись проїздами і майданчиками, пристосовувати їх до природних умов реконструйованої території, зберігаючи, якщо можливо, чорні позначки і прагнучи до незначних переміщень земляних мас.

Збереження ґрунтів території району впливає на вартість його озеленення. Доставка рослинного ґрунту збільшує вартість зеленого будівництва на 80–100 %. Тому верхній шар ґрунту потрібно зберігати, зрізуючи з площі забудови й ретельно складуючи його.

Вертикальне планування реконструйованих міських вулиць

Реконструкція вулиць і доріг *– це їхня корінна перебудова з істотним поліпшенням умов руху*. Реконструкцію проводять у разі різко зростої інтенсивності руху, коли параметри старої вулиці не задовольняють вимогам міського транспорту і пішоходів [32, 93]. Для покращення умов руху на реконструйованих вулицях доцільно передбачати: виправлення плану і профілю; розширення проїзної частини і тротуарів згідно з розрахунковою інтенсивністю руху транспортних засобів і пішоходів на вулиці; збільшення радіусів кривих, віражів, розширень; пом'якшення поздовжнього профілю шляхом зменшення поздовжніх ухилів і вписування вертикальних кривих, пом'якшення крутих підйомів і спу-

ків; забезпечення видимості; поліпшення перехрещень з іншими вулицями і дорогами, залізницями, водостоками; перебудову земляного полотна і дорожнього одягу проїзної частини і тротуарів через збільшення транспортних навантажень; перебудову підземних мереж під вулицею; інженерне обладнання вулиці, установку дорожніх знаків і нанесення дорожньої розмітки; декоративне і захисне озеленення, архітектурне оформлення вулиць і доріг.

Реконструйовані ділянки вулиць визначають на основі аналізу графіків пропускної здатності, коефіцієнтів аварійності та безпеки, відомостей про швидкості руху і розподіл дорожньо-транспортних пригод, а також вимог охорони навколишнього середовища. Розпочинаючи проект реконструкції, насамперед необхідно вивчити всі особливості території (наявність існуючих підземних комунікацій, зелених насаджень, ґрунтові умови тощо). За цими даними складають робочу схему на підставі топографічної зйомки, яка є вихідним матеріалом для проектування.

Під час реконструкції існуючих вулиць враховують інтенсивність руху, темпи її зростання, тип населеного пункту, його планування, ширину вулиць, чисельність населення, безпеку руху, рівень транспортного шуму і ступінь забруднення повітряного середовища [32, 93]. Доцільно передбачати розподіл маршрутів руху пішоходів, раціональну організацію руху транспортних засобів у межах міста, влаштування стоянок для автомобілів, освітлення вулиць, проведення заходів щодо зниження транспортного шуму і забруднення повітряного середовища відпрацьованими газами.

Зазвичай реконструкцію вулиць проводять зі зміною їхньої категорії у бік збільшення.

У процесі реконструкції доцільно максимально використовувати існуючу вулицю в плані. Спрямлення плану вулиці виконують шляхом її розширення у межах нових червоних ліній. Під час реконструкції, пов’язаної з необхідністю розширення проїзних частин вулиць і зменшення їхніх поздовжніх ухилів, влаштування насипів чи виїмок передбачають не на всій ширині вулиці, а лише під проїзними частинами і суміжними з ними елементами. Сусідні ділянки вулиці з різними позначками сполучають за допомогою укосів чи підпірних стінок.

Розширення проїзної частини можливо проводити у два етапи. На першу чергу будівництва ширину проїзної частини допускається прийняти меншою до збільшення її розмірів у майбутньому. Резервні смуги, не зайняті проїзною частиною першої черги будівництва, можуть бути відведені під газони, а також для влаштування розділової смуги на осі проїзної частини.

На ділянках магістральних вулиць регульованого руху з існуючою забудовою кількість смуг руху можна зменшувати до двох [93].

З обох боків проїзних частин магістральних вулиць і доріг для кожного напрямку руху, а також для центральної розділової смуги потрібно передбачати запобіжні смуги. В умовах реконструкції дозволяється запобіжну смугу передбачати тільки на магістралях безперервного руху шириною 0,5 м. Центральну розділову смугу допускається зменшувати до 2,0 м з обов'язковим улаштуванням на осі суцільного бар'єрного огородження.

Для можливості під'їзду до будинків і заїзду в квартали проектують місцеві проїзди. У разі відсутності такої можливості (вузька вулиця) передбачають в'їзди з боку інших вулиць. В умовах реконструкції місцеві (бічні) проїзди дозволяється не передбачати [93]. Допускається влаштування проїзних частин у різних рівнях з використанням естакад і тунелів, а на схилах і набережних – консольних конструкцій. Дозволяється влаштовувати смуги руху для маршрутних транспортних засобів при двох смугах руху в одному напрямку[93].

На під'їздах до регульованих перехресть для накопичення транспорту, який здійснює правий чи лівий поворот, допускається влаштування додаткової смуги для повороту завдяки розділовій смузі [93].

З обох боків проїзних частин магістральних вулиць та доріг передбачаються смуги безпеки завширшки:

– для магістральних доріг і магістральних вулиць безперервного руху – 0,75 м;

– для магістральних вулиць регульованого руху – 0,5 м.

В умовах реконструкції ширину смуги безпеки можна зменшувати, але не менше ніж до двох висот бордюру [93].

Розділову смугу між основною проїзною частиною та місцевими проїздами можна зменшувати на магістральних вулицях безперервного руху з 8 м до 5 м, регульованого руху – з 6 м до 3 м; між проїзною частиною і віссю ближньої трамвайної колії – з 4–6 м до 3,5 м; між проїзною частиною, автостоянками, зупинками громадського транспорту і тротуаром або велосипедною доріжкою необхідно передбачати проміжок безпеки завширшки не менше ніж 0,75 м [93].

Центральну розділову смугу допускається зменшувати до 1,7 м з обов'язковим улаштуванням по осі суцільної бар'єрної огорожі [93].

Радіуси заокруглень проїзних частин вулиць і доріг по бордюру допускається зменшувати з 12 м до 6 м, на транспортних майданах з 15 м до 10 м [93].

В обмежених умовах допускається влаштування горизонтальних кривих без перехідних кривих [93]. Тоді для відгону віражів використовують прямі ділянки перед горизонтальною кривою.

У випадку різкого зниження транспортно-експлуатаційних якостей, а також у разі підвищеної аварійності перебудовують криві малих радіусів. У населених пунктах в умовах реконструкції віражі допускається не влаштовувати або зменшувати їхній поперечний ухил [92].

Реконструкцію поздовжнього профілю потрібно проводити згідно з профілями пересічених вулиць, з вертикальними позначками прилеглої території, а також із позначками входів у капітальні будівлі та в'їздами у квартали. Тому під час проектування поздовжнього профілю вулиці необхідно враховувати так звані контрольні точки, позначки яких на проектованому профілі потрібно залишити незмінними. Контрольними точками на реконструйованій ділянці вулиці є: позначки при перехрещенні вулиць у початковій і кінцевій точках; позначки входів у будівлі, що не підлягають знесенню і реконструкції, а також позначки запроектованих нових будівель; висотні позначки на червоних лініях; позначки крупних підземних мереж і споруд, особливо самопливних каналів і загальних колекторів.

Проїзна частина вулиці є місцем водозбору і тому земляне полотно зазвичай проектують нижче прилеглої території. На ділянках, де поздовжні ухили перевищують гранично допустимі для цієї категорії вулиць, поздовжній профіль пом'якшують способом зрізання чи підсипання. Проектну лінію поздовжнього профілю наносять так, щоб обсяг земляних робіт був мінімальним, тобто проектують поздовжній профіль, зберігаючи, де можливо, існуючі ухили реконструйованої вулиці. Найменші поздовжні ухили на вулицях з асфальтобетонним і цементобетонним покриттям можна приймати 4 ‰.

Найменшу ширину тротуарів для магістральних вулиць районного значення можна зменшувати з 3 м до 2,25 м. Поперечні ухили тротуарів допускається збільшувати з 20 ‰ до 25 ‰ [93].

В умовах реконструкції ширину велосипедної смуги руху можна зменшувати з 1,85 м до 1,5 м. Максимальні поздовжні ухили велосипедних доріжок допускається збільшувати з 40 ‰ до 60 ‰ [93].

Зупинки маршрутного транспорту можна влаштовувати без «кишені». Довжина перехідної ділянки може бути зменшена до 10 м [93].

Типи перехрещень, а також планувальні рішення приймають, враховуючи перспективну інтенсивність руху і місцеві умови. У районах реконструкції допускається зменшувати відстань між вузлами в одному рівні на магістральних

вулицях і дорогах регульованого руху до 200 м, а також передбачати правоповоротні примикання вулиць і доріг місцевого значення безпосередньо до проїзних частин вулиці безперервного руху, які не мають бічних проїздів. Відстань між такими примиканнями має бути не менше за 300 м з обов'язковим улаштуванням перехідно-швидкісних смуг [93].

Під час реконструкції вулиці необхідно прагнути до того, щоб на проїзній частині можливо було б використати існуючий дорожній одяг. Проте це не завжди можливо, тому що зазвичай дорожній одяг на існуючій вулиці виявляється майже зруйнованим; існуюча конструкція дорожнього одягу не буде відповідати вимогам нового транспортного навантаження; іноді зміщується вісь проїзної частини; пом'якшується поздовжній профіль. Для зменшення поздовжнього ухилу на деяких ділянках проектована лінія профілю виявиться вище чи нижче існуючого одягу. На таких ділянках неможливо використовувати існуючу конструкцію дорожнього одягу на проїзній частині. Під час реконструкції здійснюють підсилення існуючого дорожнього одягу або його розширення. Підвищення загальної міцності дорожнього одягу передбачають способом збільшення товщини або заміни одного чи декількох шарів більш міцнішими. Водночас існуючий дорожній одяг залишається під новим або повністю знімається. Знятий матеріал бажано використовувати повторно після додаткового перероблення. Дно нового корита під дорожній одяг влаштовують не менше ніж на 5 см нижче існуючого, за необхідністю передбачають поздовжній дренаж дрібного закладення з випуском у запроектовану або існуючу водостічну мережу. Покриття на розширенні має бути аналогічним матеріалу покриття на існуючій проїзній частині, міцно і рівно з ним сполучатись. Якщо покриття різко відрізняється за кольором, потрібно передбачати шар зношення по всій ширині проїзної частини [32].

Для підвищення безпеки руху залежно від інтенсивності руху транспорту і пішоходів проектують підземні пішохідні переходи.

При пом'якшенні поздовжнього профілю деякі підземні мережі на ділянці зрізання ґрунту можуть виявитись вище проектованої лінії поздовжнього профілю, а глибина закладення інших мереж стати настільки малою, що не забезпечить їхньої безперебійної і надійної експлуатації. У зв'язку з новою забудовою вулиці (якщо вона передбачається проектом) потрібно забезпечити нові будівлі додатковими інженерними мережами. У разі великої ширини вулиці мережі прокладають з обох боків вулиці, щоб не робити поперечні розриття, що суперечить умовам організації руху і не виправдано техніко-економічними міркуваннями. Найдоцільніше вирішується питання розміщення інженерних мереж

під час влаштування підземного колектора, через який відпадає необхідність розривати поверхню вулиці в процесі експлуатації підземних мереж. Вибір варіанту розміщення підземних мереж вирішується на підставі техніко-економічного порівняння.

Порядок і послідовність виконання робіт під час реконструкції вулиць [32]:

1) виконують знесення малоцінних і перенесення деяких будівель у квартал за червону лінію, якщо ці роботи входять у проект реконструкції вулиці;

2) перебудовують підземні мережі;

3) спрямляють план вулиці, розширяють проїзну частину, влаштовують дорожній одяг;

4) влаштовують тротуари, виконують посадку зелених насаджень, встановлюють опори освітлення, світлофори, дорожні знаки, наносять дорожню розмітку.

У результаті реконструкції має бути досягнута відповідність параметрів окремих елементів вулиць (ширини, ухилу, радіусів заокруглень) вимогам і нормам їхнього проектування для вулиць відповідної категорії.

1.2.9. Проектування територій промислових підприємств

Під час вибору території під промислові підприємства необхідно враховувати: виробничо-технологічні вимоги підприємств; транспортне обслуговування; одержання і доставку сировини, реалізацію готової продукції; умови енерго-, водопостачання, каналізування; клімат; рівень ґрунтових і паводкових вод; рельєф [32].

Іноді для промпідприємств будують корпуси площею до декількох тисяч квадратних метрів. Умови технологічних процесів іноді вимагають проектування корпусів, підлоги яких повинні розміщуватись на однаковій висоті чи з невеликою різницею. У зв’язку з цим під будівництво промпідприємства відводять положисті ділянки.

До всіх будівель і споруд промислового підприємства по всій довжині має бути забезпечений під’їзд пожежних автомобілів: з одного боку – за ширини будинку до 18 м, з двох боків – за ширини будинку більше 18 м, з усіх боків – за ширини будинку більше 100 м [53, 59, 70].

Підприємства з майданчиками розміром більше 5 га повинні мати не менше двох в’їздів. За розміру сторони майданчика більше за 1 000 м на ній потрібно передбачати не менше двох в’їздів. Відстань між в’їздами не повинна перевищувати 1 500 м [70].

За своїм призначенням внутрішньозаводські дороги поділяють на *магістральні* (I категорія), *виробничі* (II категорія), *проїзди і під'їзди* (III категорія). Магістральні дороги часто є продовженням зовнішніх доріг, вони забезпечують проїзд усіх видів транспортних засобів і поєднують внутрішньозаводські дороги в загальну систему. Їхні осі є композиційними осями майданчика підприємства. Виробничі дороги забезпечують виробничі зв'язки цехів, складів та інших об'єктів підприємства між собою і з магістральними дорогами підприємства. Проїзди і під'їзди забезпечують тільки перевезення допоміжних і господарських вантажів, проїзд пожежних машин, а також під'їзд автомобілів до гаражів і паливнозаправних пунктів.

Для проїзду пожежних машин відстань від краю проїзної частини дороги до стін будинку висотою до 12 м приймають від 5 м до 25 м, за висоти будинку від 12 м до 28 м – від 5 м до 8 м, за висоти будинку більше 28 м – від 8 м до 10 м [70].

Мінімальні відстані від краю проїзної частини до споруд на території промислових підприємств такі [70]:

– до стіни будинку за відсутності в'їзду в будівлю і за довжини будівлі до 20 м – 1,5 м;

– те саме за довжини будівлі понад 20 м – 3 м;

– те саме за наявності в'їздів у будівлю – 8 м;

– до осі залізничної колії – 3,75 м;

– до огорожі майданчика підприємства – 1,5 м;

– до зовнішньої межі опор естакад і шляхопроводів, димових труб, стовпів, щогл, виступних частин будівель – 0,5 м.

Ширину воріт для автомобільних доріг приймають 4,5–6 м [70].

Внутрішньозаводські дороги необхідно проектувати з урахуванням рельєфу місцевості та технологічних вимог прямолінійними за тупиковою, прямокутною замкнутою (кільцевою) або змішаною схемами [70]. Наприкінці тупиків потрібно передбачати розворотні майданчики прямокутні або грушовидні, у формі петлі об'їзди для розвороту транспортних засобів, зокрема пожежних автомобілів, розміром не менше, ніж такі, що забезпечують розворот відповідних транспортних засобів з урахуванням їхніх технічних характеристик [70].

Ширину проїзної частини внутрішньозаводських доріг визначають залежно від їхнього призначення та організації руху транспортних засобів, із огляду на необхідну кількість смуг руху, і приймають не менше 6 м.

Уздовж доріг проектують тротуари. Ширина тротуару кратна одній смузі руху 0,75 м, але не менше 1,5 м. Тротуари відокремлюють від автодоріг розді-

ловою смугою шириною не менше за 0,8 м, від залізничної колії – не менше за 3,75 м.

Одночасно з вирішенням плану внутрішньозаводських доріг вибирають тип їхнього поперечного профілю.

Поперечний профіль проїзної частини доріг залежить від: категорії дороги, гідрогеології, умов трасування. На практиці застосовують два типи поперечних профілів – заміський і міський (рис. 1.27).

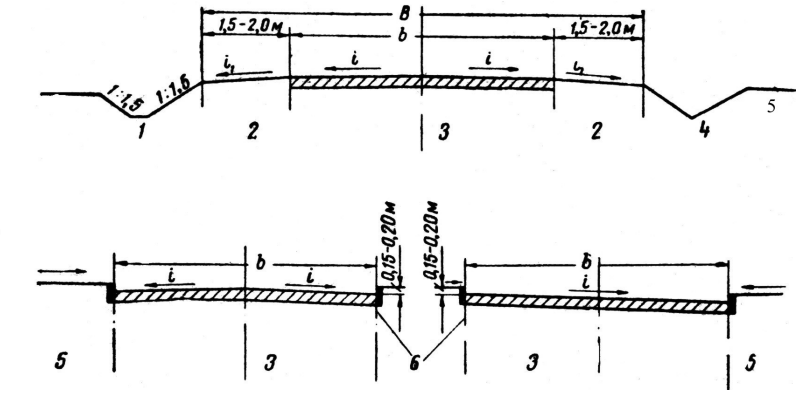


Рисунок 1.27 – Поперечні профілі внутрішньозаводських доріг [50]: а) заміський; б) міський; 1 – кювет; 2 – узбіччя; 3 – проїзна частина; 4 – лоток; 5 – спланована поверхня або тротуар; 6 – бортовий камінь; *B* – ширина земляного полотна; *b* – ширина проїзної частини; *i* – поперечний ухил проїзної частини; i_1 – поперечний ухил узбіччя

Поперечні профілі внутрішніх доріг з частими в'їздами і перехрещеннями проектують як міські вулиці з улаштуванням бортового каменю з одного чи двох боків. Такі профілі створюють сприятливі умови для благоустрою промислового майданчика. Поперечні профілі міського типу можуть бути одно- чи двосхилими. Частіше застосовують двосхилий поперечний профіль.

Покриття проїзної частини потрібно влаштовувати переважно удосконаленого типу, що обумовлено вимогами внутрішньозаводського транспорту і благоустрою території підприємства.

Питання вертикального планування території вирішують на початковій стадії проектування. Це виконують одночасно з вибором схем транспорту, тому що позначки транспортних споруд потрібно узгоджувати з позначками підлог будівель.

Під час проектування вертикального планування територій промпідприємств застосовують три системи: *суцільну*, *вибіркову* і *змішану,* або *зональну*.

Суцільна система передбачає виконання планувальних робіт на всьому майданчику підприємства. У цій схемі водовідведення здійснюють лотками проїзної частини доріг міського профілю.

При ***вибірковій системі*** планують тільки ділянки, розташовані в безпосередній близькості до будівель і споруд, на іншій території зберігають природний рельєф.

При ***змішаній,*** або ***зональній системі*** виділяють на території підприємства зони суцільного і вибіркового планувань.

Усі схеми вертикального планування проммайданчиків розділяють на дві основні групи – *безтерасові* (рис. 1.28) і *терасові* (рис. 1.29).

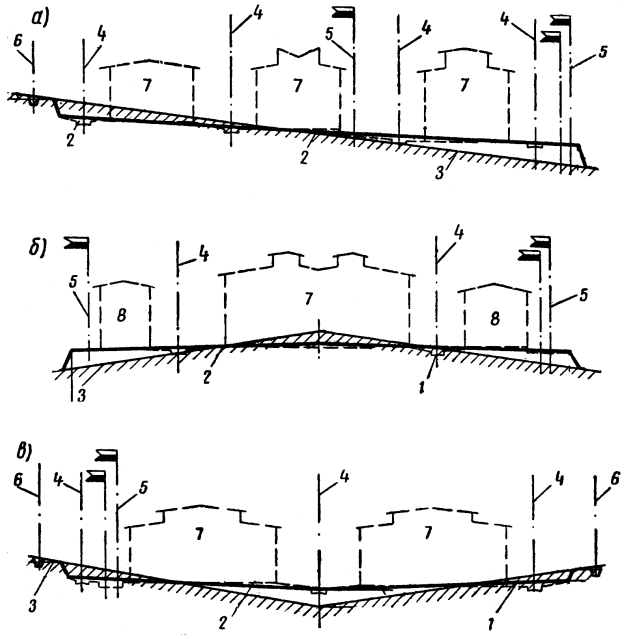


Рисунок 1.28 – Безтерасові схеми вертикального планування [53]:
а) у разі ухилу поверхні в один бік;
б) у разі ухилу поверхні від середини до меж майданчика; в) у разі ухилу поверхні від меж до середини майданчика;
1 – лінія детального планування;
2 – основна планувальна поверхня;
3 – існуючий рельєф; 4 – вісь дороги;
5 – залізниця; 6 – нагірна канава;

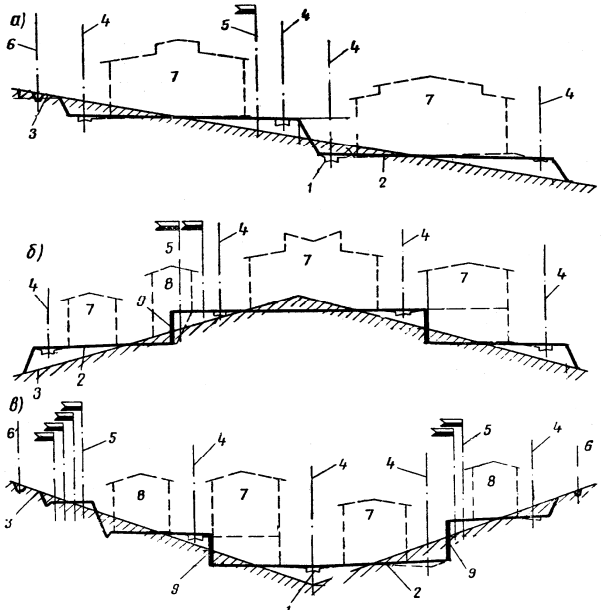


Рисунок 1.29 – Терасові схеми вертикального планування [53]:
а) у разі ухилу терас в один бік; б) у разі ухилу терас від середини до меж майданчика; в) у разі ухилу терас від меж до середини майданчика;
1 – лінія детального планування;
2 – основна планувальна поверхня;
3 – існуючий рельєф; 4 – вісь дороги;
5 – залізниця; 6 – нагірна канава;
7 – цех; 8 – склад; 9 – підпірна стінка

Безтерасові схеми характеризуються сполученням основних планувальних площин без різких змін ухилів і позначок, ***терасові*** – сполученням основних планувальних площин, що мають велику різницю позначок, за допомогою укосів чи підпірних стін. Терасування території застосовують у разі ухилу місцевості більше за 30 ‰. Тераси сполучають укосами, а в стиснутих умовах підпірними стінами. Пандуси (спуски) між терасами проектують з ухилом не більше за 60 ‰, враховуючи пропуск ними важковантажних автомобілів, авто- і електрокарів. На майданчиках з великою кількістю споруд і транспортних шляхів вертикальне планування проектують враховуючи комплекс споруд. У такій

ситуації неможливо застосувати терасування, потрібно вирівнювати майданчик, що пов'язано з великими обсягами земляних робіт.

Висотні позначки території встановлюють після ретельного аналізу рельєфу, гідро- і геологічних умов. Під час вибору проектних позначок потрібно прагнути до максимального наближення планувального рельєфу до природного. Ухили поверхні території приймають враховуючи ґрунтові умови. Максимальний ухил будівельних майданчиків, складених глинистими ґрунтами, – не більше за 50 ‰, піщаними – 30 ‰, легко розмивними – не більше за 10 ‰. Мінімальний ухил у всіх випадках приймають не менше за 3 ‰ [53].

На висотне рішення можуть вплинути рівень ґрунтових вод і розташоване поряд водоймище. У разі високих рівнів ґрунтових вод чи у випадку незначного узвишшя майданчика над горизонтом високих вод водоймища зниження позначок природного рельєфу, тобто влаштування виїмок не має допускатись. Рівень ґрунтових вод може впливати на заглиблення підлог виробничих приміщень.

Вертикальне планування транспортних шляхів здійснюють, враховуючи їхні категорії. Максимальні поздовжні ухили приймають для доріг I категорії – 60 ‰, для доріг II категорії – 70 ‰, для доріг III категорії – 80 ‰ [53, 59, 70].

У місцях перелому поздовжнього профілю проектують вертикальні криві. Їх вписують за алгебраїчної різниці ухилів для доріг I категорії – 5 ‰, для інших – 10 ‰. Найменші радіуси вертикальних кривих для доріг I категорії: увігнутої – 250 м, опуклої – 750 м; для доріг II категорії: увігнутої – 200 м, опуклої – 500 м; для доріг III категорії: увігнутої – 100 м, опуклої – 250 м [53, 59, 70].

Вертикальне планування доріг, що проходять уздовж цехових будівель, заїзд до яких можна здійснювати з різних боків, узгоджують з позначками підлог першого поверху. У цьому випадку дороги проектують з мінімальними поздовжніми ухилами чи безухильними. Ухил додають лоткам проїзних частин, тобто проектують пилкоподібний профіль. У такому випадку ускладнюється поверхневе водовідведення і виникає необхідність будівництва закритої водостічної мережі. Як тимчасове рішення можна застосовувати відкриту систему водовідведення за допомогою кюветів і лотків.

Спуски на підходах до вантажно-розвантажувальних майданчиків проектують не крутіше за 20 ‰.

Дороги для малогабаритного транспорту влаштовують з поздовжніми ухилами до 40 ‰. Найменші радіуси увігнутих і опуклих вертикальних кривих приймають 100 м.

На територіях підприємств тупикові залізничні гілки проектують горизонтальними чи з ухилами до 2,5 ‰. Горизонтальними влаштовують ділянки шляхів уздовж складів, коли рівні платформ і підлоги складу мають збігатися з рівнем підлоги вагонів.

Рівень підлоги першого поверху будинків задають вище прилеглої території мінімум на 0,15 м. Водночас забезпечують вільний в'їзд у будівлю і перекривають дорогу зливовій воді. Промислові будівлі без підвалів мають по всіх кутах однакові червоні позначки. Для того щоб мати нульовий баланс земляних робіт, проектні позначки кутів промбудівлі визначають як середнє арифметичне всіх чорних позначок кутів споруди. Згідно з умовами рельєфу проектну позначку кутів будівлі можна приймати рівною найвищій чорній позначці одного з кутів.

Різницю позначок протилежних корпусів розраховують, ув'язуючи їх з висотним положенням поперечного профілю доріг і в'їздів у ці будівлі.

Вертикальне планування території промпідприємства проектують методом червоних горизонталей (рис. 1.30). Крім того, будують поздовжні профілі на всіх внутрішньозаводських дорогах.

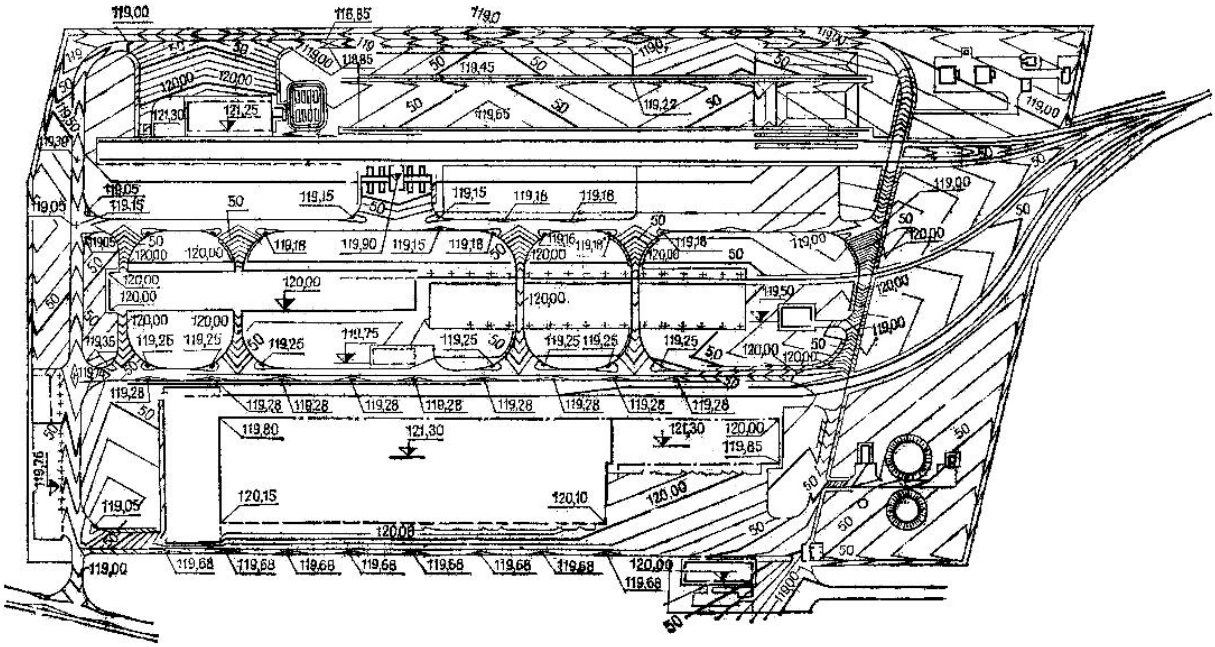


Рисунок 1.30 – Вертикальне планування території промислового підприємства методом червоних горизонталей [32]

Під час проектування схеми вертикального планування розглядають декілька варіантів, потім вибирають оптимальний варіант на підставі техніко-економічного порівняння. Враховують раціональне розміщення будівель, споруд, транспортних шляхів і підземних комунікацій, а також найменший обсяг земляних робіт і мінімальне переміщення ґрунту в межах освоюваної ділянки.

1.2.10 Вертикальне планування територій зелених насаджень

Вертикальне планування територій зелених насаджень виконують залежно від розмірів території, що озеленяється, та її значення для міста, вирішуючи такі завдання [53]:

1) найкраще використання особливостей природного рельєфу з проведенням в окремих місцях необхідних робіт з його переутворення для досягнення найвиразнішого планувального вирішення проектованого об’єкта;
2) забезпечення стоку поверхневих вод;
3) збереження ґрунтового покриву і зелених насаджень.

Ухили територій зелених насаджень потрібно приймати не менше за 5 ‰, згідно з умовами забезпечення поверхневого стоку атмосферних вод і достатнього поглинання їх. Тому ділянкам, які відводять під газони, необхідно надавати увігнуту форму поверхні, що також поліпшує умови їхнього зорового сприйняття [53].

Вертикальне планування внутрішньоквартальних територій, що озеленюються, має відповідати загальному висотному вирішенню кварталу. Якщо необхідний ухил на поверхні менший, ніж на іншій території кварталу, сполучення цих поверхонь здійснюють за допомогою укосів.

Вертикальне планування міських скверів і бульварів

Вертикальне планування міських скверів і бульварів проводять в ув’язуванні із загальним вирішенням поперечного профілю вулиці чи майдану, на яких вони розташовані [53]. Якщо майдан має ухил понад 10 ‰, а скверу бажають надати меншого ухилу, будують підпірну стінку з природного каменю чи бетону. В окремих випадках, з метою поліпшення зоровості скверу з тротуару чи проїзду, територію скверу опускають на 0,1–0,2 м стосовно них.

Відведення поверхневих вод здійснюють у скверах і на бульварах майже завжди за допомогою відкритих лотків, що виводять атмосферні води в лотки проїзних частин вулиці.

У разі розташування міського майдану із сквером на складному рельєфі планування його ускладнюється через необхідність дотримання положистих ухилів доріжок скверу. Для цього його територію розчленовують на окремі тераси, які поєднують між собою сходами (рис. 1.31).



Рисунок 1.31 – Терасовий сквер

Під час влаштування на вулицях озеленених смуг між тротуарами і проїзною частиною їм надають поперечний ухил не менше за 10 ‰ убік проїзної частини. Щоб земля не змивалася з газонів на проїзну частину, її укладають на 1–2 см нижче верхньої грані бордюрів.

Вертикальне планування міських парків

Рішення про вертикальне планування паркової території приймають залежно від природного рельєфу території парку і цільового призначення окремих його елементів [53].

Вертикальне планування ***зони активного відпочинку*** вирішують із застосуванням положистих ухилів, що забезпечують нормальне поверхневе водовідведення, із влаштуванням у разі необхідності підземної мережі водостоків. Рельєф має підкреслювати регулярний характер планування цієї частини парку. Паркові алеї й доріжки зони активного відпочинку проектують з поздовжнім ухилом від 5 ‰ до 20 ‰ з наданням їм опуклого поперечного профілю при поперечному ухилі 20 ‰. Майданчики перед будівлями повинні також мати ухил 20 ‰. Фізкультурні майданчики проектують з ухилами 5–10 ‰.

Тераси в парках на пішохідних доріжках з'єднують сходами (див. п. 4.3.2).

У місцях масового руху людей замість сходинок улаштовують пандуси з ухилом не вище за 60 ‰ (див. п. 4.3.2).

Вертикальне планування ***зони тихого відпочинку*** має враховувати збереження існуючих зелених насаджень і рослинного покриву, а також найвигідніше використання природного рельєфу для організації ландшафтних перспектив і картин. Поздовжні ухили алей приймають від 5 ‰ до 80 ‰.

Відведення поверхневих вод з території зони тихого відпочинку зазвичай виконують за допомогою відкритих лотків паркових алей з наступним спуском зливових вод у великі проточні природні водоймища чи безпосередньо через мережу міських підземних водостоків, прокладену на території зони активного відпочинку, на прилеглі до парку вулиці.

Способами вертикального планування можна підсилити рельєф місцевості, зруйнувати природні форми, змінити їх. Якщо природний рельєф місцевості недостатньо різноманітний, то методами вертикального планування його змінюють, додаючи ландшафту більшу мальовничість (рис. 1.32, а). Території, розташовані на складному рельєфі, проектують у вигляді низки амфітеатрів. Такий прийом дозволяє здійснити планування роз'єднано, окремими терасами (рис. 1.32, б–г). Тераси сполучають між собою за допомогою укосів чи підпірних стінок. Більш детально ці питання розглянуто у пунктах 4.3.1 та 4.3.2.

а) б)





в) г)





Рисунок 1.32 – Проектування парків
а) із штучною зміною природного рельєфу; б–г) на складному рельєфі

Трасування алей парку залежить від рельєфу. Зокрема за поздовжніх ухилів місцевості 60–80 ‰ їхня прямолінійність може бути збережена на відстані не більше за 50–100 м, тобто доріжки, петляючи нагору чи вниз довгим крутим схилом, знижують видиму висоту та довжину сходження. Паркові алеї і доріжки вирішують аналогічно тротуарам. Проте поздовжній профіль пішохідних доріжок, які використовують тільки для прогулянок, має свої особливості. Максимальний поздовжній ухил приймають 180 ‰, якщо чергуються похилі й горизонтальні елементи (рис. 1.33).

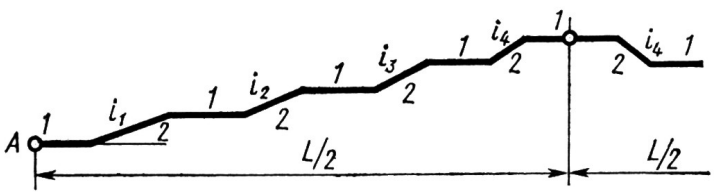


Рисунок 1.33 – Схема поздовжнього профілю пішохідної доріжки [53]:
1 – горизонтальні ділянки; 2 – ділянки з ухилом

Поздовжній ухил на ділянках підйому варто поступово збільшувати в міру розвитку траси, а довжину таких ділянок поступово зменшувати. Збільшують також і довжину горизонтальної ділянки в міру розвитку траси, щоб людина змогла трохи перепочити після подолання крутого підйому.

1.2.11 Підрахунок обсягів земляних робіт під час вертикального планування

Обсяг земляних робіт підраховують для визначення їхньої вартості, вибору засобів виконання робіт, установлення необхідної кількості ґрунту (чи його надлишків). Потрібно враховувати найближчі об’єкти, де відсутній ґрунт і мо-

жна брати чи використовувати надлишки. Бажано шукати найближчі об'єкти, тому що найбільшу вартість робіт складають транспортні витрати, а отже вертикальне планування потрібно вести, враховуючи баланс земляних мас [32].

Обсяг земляних робіт впливає на черговість забудови і благоустрій окремих районів міста, тому під час проектування вертикального планування необхідно обстежувати можливі для підсипання ділянки, місця зниження рельєфу, яри, колишні смітники, набережні та інше.

Обсяг земляних робіт підраховують різними способами: за профілями, за червоними горизонталями, за нівелірною сіткою тощо.

Підрахунок обсягів земляних робіт ***за поздовжнім профілем***. За цього способу одержують приблизні обсяги для попереднього визначення кількості робіт за схематичного вирішення проекту вертикального планування. Вважають, що величина робочої позначки однакова на всій ширині вулиці. Тоді обсяг земляних робіт дорівнює:

$$V=\left(\frac{h_1+h_2}{2}l_1+\frac{h_2+h_3}{2}l_2+\ldots+\frac{h_{n-1}+h_n}{2}l_{n-1}\right)\cdot B=\left(F_1+F_2+\ldots+F_{n-1}\right)\cdot B=B\sum_{i=1}^{n}F_i, \qquad (1.27)$$

де V – обсяг земляних робіт, м^3; F – площа насипу або виїмки, м^2; B – ширина смуги, для якої складають проект вертикального планування, м; $h_1 \ldots h_n$ – робочі позначки по осі проїзної частини, м; $l_1 \ldots l_{n-1}$ – відстані між позначками по осі проїзної частини, м.

Більш точно обсяги земляних робіт підраховують ***за поперечними профілями***. Поперечні профілі будують на кожному пікеті та у переломних точках. На кожному поперечнику підраховують площі насипу і виїмки окремо. Тут складні перерізи, як і в першому випадку, розбивають на більш прості фігури – трикутник, прямокутник, трапецію. Результати вимірів чи обчислень заносять у відомість обсягів земляних робіт (табл. 1.4):

Таблиця 1.4 – Відомість підрахунку обсягів земляних робіт за поперечними профілями

ПК...+...	Площа, м^2		Відстань між профілями	Обсяг, м^3	
	насип	виїмка		насип	виїмка
0+00	F_1	F_4	l_1	$\frac{F_1+F_2}{2}l_1$	$\frac{F_4+F_5}{2}l_1$
0+l_1	F_2	F_5			
1+00	F_3	F_6	L_2	$\frac{F_2+F_3}{2}l_2$	$\frac{F_5+F_6}{2}l_2$
…	...	...	…	…	…
				$V_н$	$V_в$

Обсяги робіт для майданів і кварталів обчислюють ***за нівелірною сіткою***. Для цього всю територію розбивають на квадрати стороною 20–50 м (у складних умовах 10 м). Потім викреслюють поздовжні профілі по кожній лінії сітки квадратів. За кожним профілем визначають площі насипів і виїмок. Після цього підраховують обсяги земляних робіт. Результати розрахунків зводять у таблицю 1.5. Розрахунок ведуть у двох взаємно перпендикулярних напрямках, а потім беруть середнє значення з цих розрахунків.

Таблиця 1.5 – Відомість підрахунку обсягів земляних робіт за нівелірною сіткою

Номер профілю	Площа, м^2		Відстань між профілями	Обсяг, м^3	
	насип	виїмка		насип	виїмка
I–I	F_1	F_4	L_1	$\frac{F_1+F_2}{2}L_1$	$\frac{F_4+F_5}{2}L_1$
II–II	F_2	F_5			
III–III	F_3	F_6	L_2	$\frac{F_2+F_3}{2}L_2$	$\frac{F_5+F_6}{2}L_2$
				$V_н$	$V_в$

Обсяги земляних робіт за такого способу виходять трохи завищеними.

Підрахунок обсягів земляних робіт ***за проектними горизонталями***. Цей метод найбільш наближений до дійсних результатів. Для визначення обсягів земляних робіт будують картограму робіт (рис. 1.34) [32]. Для цього на підоснову плану вертикального планування наносять сітку квадратів розміром 20–200 м. Дожину боків квадратів призначають, враховуючи масштаб креслення, рельєф і необхідну точність розрахунків.

У кутах квадратів надписують робочі позначки, тобто різницю між червоними і чорними позначками. Далі визначають положення лінії нульових робіт, тобто межу насипу і виїмки: між точками з робочими позначками, що мають різні знаки, знаходять на боках квадратів нульові точки, потім з'єднують їх між собою прямими лініями.

Положення нульових точок знаходять, використовуючи подібність трикутників (рис. 1.35).

Горизонтальні проекції закладення насипу і виїмки визначають за формулами:

$$a_1 = a\, h_1 / (h_1 + h_4), \quad (1.28)$$

$$a_3 = a\, h_3 / (h_2 + h_3), \quad (1.29)$$

де h_1–h_4 – робочі позначки насипу і виїмки у кутах квадрата, м; a – сторона квадрата, м; a_1, a_3 – відстані від лінії нульових робіт до кутів квадрата, м.

Обсяги земляних робіт визначають у такому порядку:

– якщо робочі позначки на кутах квадрата мають однаковий знак, тоді обсяги робіт визначають як для призми (рис. 1.36, а):

$$V = \pm L^2 \, (\Sigma \, h_i) \, / \, 4, \qquad (1.30)$$

де V – обсяг насипу чи виїмки, м^3; L – сторона квадрата, м; h_i – робочі позначки, м;

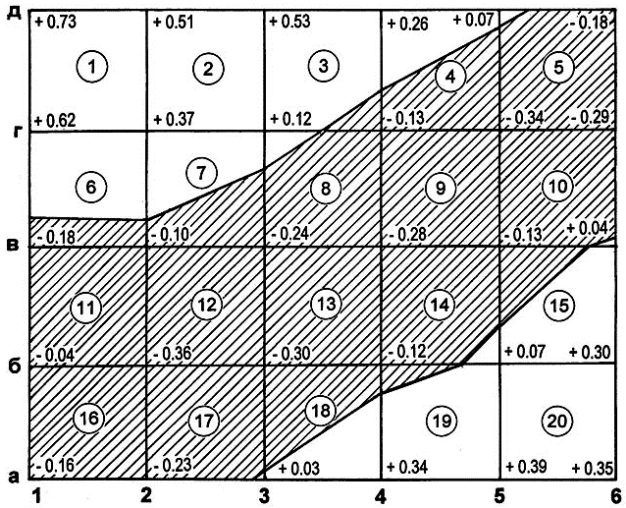


Рисунок 1.34 – Картограма земляних робіт

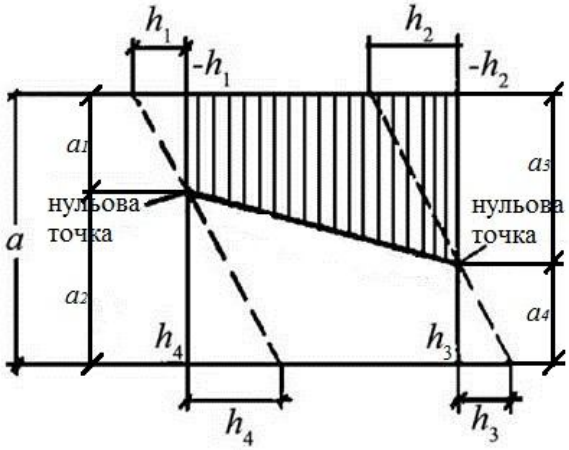


Рисунок 1.35 – Схема визначення лінії нульових робіт

– якщо лінія нульових робіт розділяє квадрат на дві фігури (рис. 1.36, б), обсяг земляних робіт кожної фігури визначають за формулою:

$$V = \pm F \, \Sigma \, h_i \, / \, n, \qquad (1.31)$$

де F – площа основи фігури, м^2; h_i – робочі позначки, м; n – кількість точок, що мають робочі позначки, разом із нульовими.

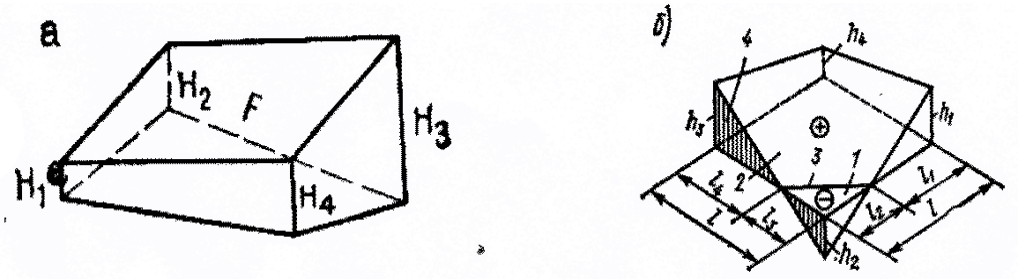


Рисунок 1.36 – Визначення обсягів земляних робіт для різних фігур [53]:
а – робочі позначки мають однаковий знак;
б – лінія нульових робіт поділяє сусідні боки квадрата

Визначені обсяги земляних робіт записують на картограмі в колах: зверху пишуть номер фігури, а знизу обсяг робіт у межах цієї фігури. Суму обсягів земляних робіт підраховують за відомістю (табл. 1.6).

Обсяг ґрунту під корито дорожніх одягів:

$$V = B \cdot h_д \cdot L, \tag{1.32}$$

де B – ширина проїзної частини, м; $h_д$ – товщина дорожнього одягу, м; L – довжина вулиці, м.

Таблиця 1.6 – Відомість підрахунку обсягів земляних робіт за картограмою

Номер фігури	Площа фігури, м^2	Середня робоча позначка, м	Обсяг земляних робіт, м^3	
			насип	виїмка
1	F_1	h_1	V_1	V_4
2	F_2	h_2	V_2	V_5
3	F_3	h_3	V_3	V_6
			$\sum V_н$	$\sum V_в$

Під час підрахунків обсягів земляних робіт потрібно враховувати, що під час розробки виїмки відбувається розпушування ґрунту та його обсяг збільшується. Під час переміщення ґрунту в насип виконують ущільнення ґрунту котками, а потім відбувається ще його природне ущільнення. Збільшення обсягів враховують під час розрахунку транспорту для перевезень ґрунту:

$$V_{виїм} = V_в (1 + P_1/100), \tag{1.33}$$

$$V_{нас} = V_н (1 + P_2/100), \tag{1.34}$$

де $V_{виїм}$ – обсяг ґрунту, який вивозять з будівництва, м^3; $V_{нас}$ – обсяг ґрунту, який привозять на будівництво, м^3; $V_в$ – обсяг виїмки, м^3; $V_в$ – обсяг насипу, м^3; P_1, P_2 – збільшення ґрунту для виїмки і насипу відповідно, %.

Залежно від типу ґрунту його збільшення P_1 чи P_2 у відсотках приймають згідно з таблицею 1.7

Таблиця 1.7 – Збільшення обсягу ґрунту

Ґрунт	Збільшення обсягу ґрунту, %	
	виїмка, P_1	насип, P_2
Піщаний	8–17	1–2,5
Торф	20–30	3–4
Суглинок	14–23	1,5–5
Глина	24–30	4–7
Важка глина	26–32	6–9
Кам’янистий	30–45	10–20
Скельний	45–50	20–30

Під час підрахунків обсягів земляних робіт визначають для всієї території обсяг рослинного ґрунту, що підлягає зрізанню.

Запитання для самоконтролю

1. Що називають вертикальним плануванням? Основний принцип і завдання вертикального планування.

2. Які методи вертикального планування Вам відомі? Назвіть переваги і недоліки кожного з методів.

3. Що таке поздовжній ухил вулиці? Як його визначають? У чому виражають величину ухилу?

4. Як виконують вертикальне планування вулиць на прямих ділянках?

5. Як виконують вертикальне планування вулиць на кривих малих радіусів?

6. Як виконують вертикальне планування вулиць з малими ухилами?

7. Що таке пилкоподібний профіль?

8. Основні принципи проектування вертикального планування перехресть в одному рівні.

9. Що таке розмостка? Як визначають довжину розмостки?

10. Як класифікують майдани?

11. Основні принципи вертикального планування міських майданів.

12. Які основні принципи горизонтального планування транспортних розв'язок у різних рівнях?

13. Які основні принципи вертикального планування транспортних розв'язок у різних рівнях?

14. За якими схемами проектують внутрішньозаводські дороги?

15. Які системи застосовують під час проектування вертикального планування територій промпідприємств?

16. Як виконують вертикальне планування промислових майданчиків?

17. Назвіть основні принципи вертикального планування сельбищних утворень під час їхньої реконструкції.

18. Назвіть основні принципи вертикального планування міських вулиць і доріг під час їхньої реконструкції.

19. Назвіть основні принципи вертикального планування територій скверів і бульварів.

20. Назвіть основні принципи вертикального планування територій парків.

21. Які методи підрахунку обсягів земляних робіт Ви знаєте?

22. Як підраховують обсяги земляних робіт за поздовжнім профілем?

23. Як підраховують обсяги земляних робіт за поперечними профілями?

24. Як підраховують обсяги земляних робіт за нівелірною сіткою?

25. Як підраховують обсяги земляних робіт за проектними горизонталями?

РОЗДІЛ 2 ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА В СКЛАДНИХ МІСТОБУДІВНИХ УМОВАХ

2.1 Захист міських територій від затоплення

2.1.1 Фактори, що викликають затоплення міських територій

До ***водоймищ***, що знаходяться на території міста, зараховують водосховища, ріки, озера, ставки, дрібні річки, струмки, протоки тощо. Водоймища використовують у господарських, транспортних, архітектурно-планувальних, декоративних, спортивних і санітарно-гігієнічних цілях. Під час планування міста необхідно використовувати кожне природне водоймище, провівши необхідні заходи щодо його благоустрою та регулювання. У разі відсутності на території міста природних водоймищ улаштовують штучні водні басейни. Великі водоймища зазвичай визначають композиційне рішення плану міста та його планувальну структуру, сприяють архітектурно-декоративному оформленню міста.

Берегові смуги водоймищ використовують для прокладання вулиць, бульварів, зелених насаджень, забудови. Природні береги рік, озер, морів у разі використання їх із містобудівною метою вимагають значного поліпшення. Заплавна частина території у разі проходження паводків затоплюється, неукріплені береги руйнуються.

Затоплення *населених місць відбувається у разі підвищення рівня води у водоймищі до позначки, що перевищує позначки міської території.* Підвищення рівнів може бути викликано весняною повінню, дощовими паводками, інтенсивним таненням снігів і льодовиків у горах. Воно може бути наслідком сильних хвильових явищ у великих озерах, водосховищах і морях, а на узбережжях океанів і морів – періодичних припливів. Затоплення відбуваються також у результаті накопичення великої кількості льоду біля природних чи штучних перешкод, відкладення наносів у руслі ріки тощо.

Необхідно розрізняти затоплення: ***глибоководні*** (покриття поверхні суші водою понад 5 м), ***середні*** (від 2 м до 5 м), ***мілководні*** (до 2 м) [36].

За тривалістю затоплення бувають ***тимчасові, періодичні*** й ***постійні*** [36]. Наведені вище причини призводять до короткочасного затоплення територій. У разі тимчасового затоплення після спаду води умови нормальної експлуатації міської території відновлюються. Постійні затоплення викликані підпором води на ріках. Вони виникають, коли будують водопідпірні гідротехнічні споруди і створюють водосховища, що за відсутності захисних споруд призводить до порушення нормальної експлуатації території.

Одночасно із затопленням може відбуватись розмив берегів і дна водостоку, відкладення наносів і утворення зсувів, зміна траси русла ріки і розмив поверхні заплави. Наслідком затоплення може бути підтоплення прилеглої території.

Для виявлення меж можливого затоплення і проектування захисних споруд заздалегідь визначають розрахунковий рівень за максимального підйому води. Користуючись топографічною картою, по горизонталях установлюють можливу зону затоплення.

Для визначення розрахункових значень виділяють найнижчий (меженний) – ГМВ і найвищий горизонти – ГВВ рівня води в річці. Різницю позначок між горизонтом високої води і горизонтом меженної води називають амплітудою коливань. У межах отриманої амплітуди коливань горизонту паводкових вод будуть займати проміжне положення. Забезпеченість відповідного горизонту паводка, виражена у відсотках, показує ймовірність його появи. Із 100 можливих випадків найвищий горизонт паводка буде мати 1 %-ву забезпеченість, тобто повторність паводка буде 1 раз у 100 років. Повторність горизонтів проміжних паводків розподіляється між цими значеннями і дорівнює, наприклад, повторності 1 раз у 5 років (20 %), 1 раз у 10 разів (10 %) тощо. Винятково високі рівні води у річці, що спостерігаються 1 раз у 100 років, не приймають до розрахунків.

Ефективність захисних заходів залежить від прогнозування повеней, що насуваються. Методи прогнозу засновані на даних космічних і радарних спостережень, аналізі метеорологічної обстановки, даних про кількість опадів, що випали або очікуються. Кількість опадів вимірюється приладом, що називається дощоміром.

2.1.2 Способи захисту міських територій від затоплення

Основними способами захисту міських територій від затоплення є [53]:

1) обвалування території, що захищається, способом огородження затоплюваної частини міста захисними дамбами-валами;

2) суцільна підсипка затоплюваних територій, яка передбачає підвищення поверхні території, що захищається, до деякої розрахункової позначки;

3) збільшення пропускної здатності ріки в межах міської території способом будівництва регуляційних споруд – дамб, бун, гребель, загат, хвилерізів, хвилеломів тощо;

4) зниження розрахункових витрат ріки у межах міської території, регулювання стоку і витрат будівництвом водосховищ вище міста за течією ріки, створення відвідного скидного русла та інше.

Найбільш ефективний спосіб захисту від повеней – регулювання стоку водосховищами.

Захисні заходи пов'язані з порушенням водної рівноваги у басейні ріки. Вони спричиняють зміну природних гідрологічних і гідрогеологічних умов, що призводять до порушення природних взаємозв'язків. Ділянки, що раніше не підтоплювались, можуть заболочуватись, а перебільшено зволожені – осушуватись. Може відбутись зниження рівня ґрунтових вод на заливних лугах і, як наслідок, знизитись родючість ґрунтів. Необхідною є комплексна оцінка особливостей природного водного режиму і прогнозування його після проведення захисних заходів [53].

2.1.3 Проектування дамб обвалування

Огороджувальні дамби влаштовують уздовж меж території, яку захищають від затоплення. Дамби можуть зводити як на одному березі, так і на двох. Останнє роблять при розміщенні забудови по обидва боки ріки.

Для захисту затоплюваних територій необхідно застосовувати два види обвалування: *загальне* та *по ділянках* [35, 36].

Загальне обвалування території доцільно застосовувати, якщо на захищуваній території немає водотоків або коли стік водотоків можна перекинути до водосховища або в річку через відвідний канал, трубопровід або за допомогою насосної станції [36]. ***Обвалування по ділянках*** необхідно застосовувати для захисту територій, що перерізується великими ріками.

Для захисту територій від затоплення застосовуються два типи дамб обвалування – *незатоплювані* й *затоплювані*.

Незатоплювані дамби належить застосовувати для постійного захисту від затоплення міських і промислових територій, прилеглих до водосховищ, річок та інших водних об'єктів. ***Затоплювані дамби*** допускається застосовувати для тимчасового захисту від затоплення сільськогосподарських земель у період вирощування на них сільськогосподарських культур за умови підтримування у водосховищі нормального підпірного рівня, для формування та стабілізації русел і берегів річок, регулювання та перерозподілу водних потоків і поверхневого стоку [35, 36].

Залежно від умов роботи і конструктивних особливостей розрізняють *річкові* (рис. 2.1)*, водосховищні* (рис. 2.2) й *морські дамби* (рис. 2.3). ***Річкові*** пра-

цюють нетривалий період – кілька тижнів на рік у період підвищення рівнів води у річці. ***Водосховищні*** й ***морські*** можуть знаходитись під дією напору тривалий час і піддаватись впливу вітрових хвиль.

Траси дамб необхідно обирати залежно від топографічних та інженерно-геологічних умов будівництва, за умови мінімальної зміни гідрологічного режиму водотоку й максимального використання обвалованої території. При трасуванні дамб обвалування в межах міста належить передбачати можливість використання територій, що захищають, під забудову.



Рисунок 2.1 – Дамба на р. Лєна, м. Лєнск, Росія



Рисунок 2.2 – Дамба на Дніпродзержинському водосховищі на р. Дніпро



Рисунок 2.3 – Морська дамба в м. Вентнор на острові Уайт, Великобританія

Переріз дамби залежить від її містобудівного використання.

Дамби обвалування зазвичай влаштовують у вигляді насипу трапецоїдного перерізу. Застосовуються конструкції ґрунтових дамб двох типів: *обтиснутого* та *розпластаного профілю* [35, 36]. Профіль дамби (розпластаний чи обтиснутий) обирають з урахуванням наявності місцевих будівельних матеріалів, технології виконання робіт, параметрів вітрових хвиль на верховому укосі та виходу фільтраційного потоку на низовому укосі. Перевагу належить віддавати дамбам розпластаного профілю з біологічним кріпленням укосів.

Дамби споруджують практично з будь-якого мінерального ґрунту, за винятком мулистих і утримуючих велику кількість легко розчинних солей. Найчастіше використовують суглинки чи піски. Під час будівництва дамб із пісків та інших водопроникних ґрунтів поперечний профіль виконують більш масивним і влаштовують спеціальні протифільтраційні екрани. Бетонні й залізобе-

тонні греблі на нескельних основах потрібно передбачати лише як водоскидні споруди.

У проектах інженерного захисту потрібно передбачати містобудівне використання дамб обвалування для прокладання автомобільних або інших доріг. Водночас ширину гребеня дамби й радіус кривизни приймати за вимогами відповідних будівельних норм. В усіх інших ситуаціях ширину гребеня дамби належить призначати мінімальною, з огляду на умови виконання будівельних робіт та зручність експлуатації. Ширину дамби по верху приймають у середньому 4,5–10 м. Величина закладення укосів має забезпечувати стійкість їх проти сповзання. Закладення укосів залежить від умов їх роботи, ґрунтів споруди та її висоти. Верховий укіс, що працює в напірних умовах, проектують більш положистим порівняно з низовим, який таких впливів не зазнає (рис. 2.4). Якщо висота дамби дуже значна (10 м і більше), тоді на її укосах влаштовують горизонтальні майданчики (берми) шириною не менше 3 м. На низовому укосі можна влаштовувати пішохідні алеї та доріжки або розміщувати забудову.

У підошві низового укосу водосховищних і морських дамб обов'язково проектують дренаж. У річкових дамбах через короткочасний напір води дренаж можна не передбачати.

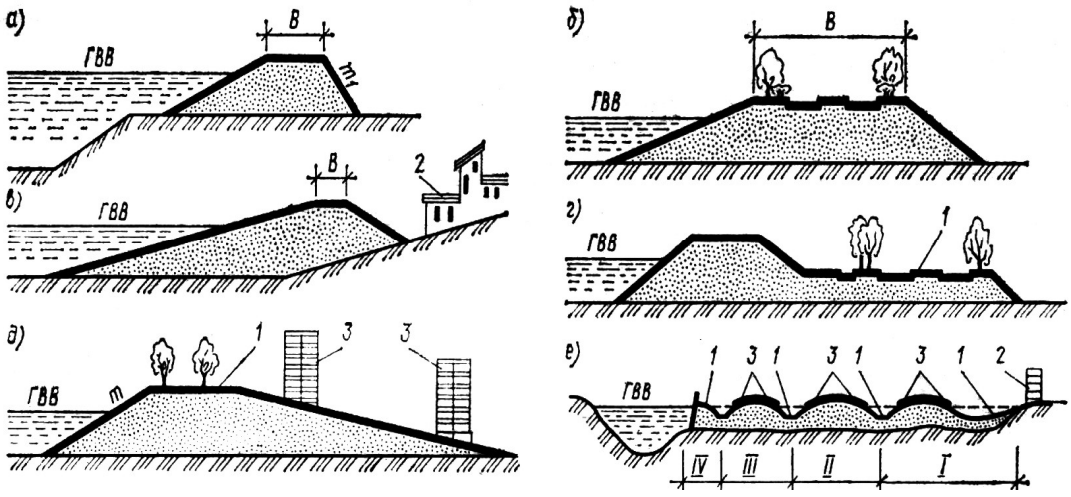


Рисунок 2.4 – Поперечні профілі дамб обвалування [53]:
а–в) з положистим верховим укосом; г) розміщення на низовому укосі пішохідних алей і доріжок; д) розміщення на низовому укосі забудови; е) поетапне обвалування території, що захищається;
1 – зона відпочинку; 2 – існуюча забудова; 3 – зона проектованої забудови;
I – IV – черговість освоєння території з плануванням поверхні по типу підсипки

У період меженних горизонтів у водоймищі відведення поверхневих вод забезпечують через спеціальні водовипуски із затворами в тілі дамби. За високого рівня скидання поверхневих вод здійснюють способом перекочування насосними станціями. ***Висоту дамби*** (рис. 2.5) визначають за формулою:

$$H = Z_p - Z_0 + h_н + h_{нх} + \delta, \qquad (2.1)$$

де H – висота дамби, м; Z_p – позначка найвищого рівня з розрахунковою забезпеченістю $p\%$, м; Z_0 – позначка основи дамби, м; $h_н$ – підйом горизонту води від вітрового нагону, приймають від *0,5 м* до *1,0* м; δ – запас у висоті гребеня над найвищою позначкою набігу хвилі на укіс, дорівнює *0,5* м; $h_{нх}$ – висота набігу хвилі на укіс дамби, м, $h_{нх} = 1{,}5\ h_{хв}$ або $h_{нх}$ розраховують за формулою:

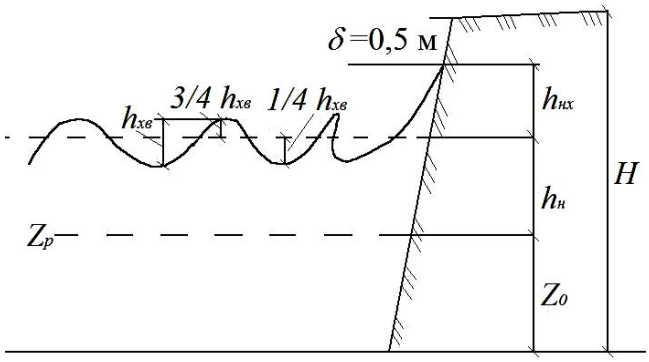


Рисунок 2.5 – Схема для визначення висоти дамби обвалування

$$h_{нх} = \frac{4{,}3K_{шу}h_{хв}}{m}, \qquad (2.2)$$

де $K_{шу}$ – коефіцієнт шорсткості укріплення укосу (бетон, мостіння – 0,90); m – коефіцієнт закладення укосу; $h_{хв}$ – висота хвилі, м, яку знаходять за формулою В. Г. Андріянова [67]:

$$h_{хв} = 0{,}0208W^{5/4}L^{1/3}, \qquad (2.3)$$

де W – швидкість вітру, м/с; L – довжина розгону хвилі, м.

Розрахунковий горизонт високої води (*РГВВ*) визначають імовірнісними розрахунками за рівнями, що спостерігаються на водомірних гідрометеопостах, де фіксують рівні паводків. За розрахунковий горизонт високих вод потрібно приймати позначку найвищого рівня води повторюваністю: один раз у 100 років – для територій забудованих або таких, що підлягають забудові житловими і громадськими будинками; один раз у 10 років – для територій парків і площинних спортивних споруд [70]. Водночас необхідно враховувати також підвищення рівня води завдяки збігу потоку захисними та транспортними спорудами.

Розрахунковий горизонт високої води (РГВВ) визначають із залежності:

$$\downarrow РГВВ = \downarrow ГМВ + Z_{p\,\%}, \qquad (2.4)$$

де $\downarrow ГМВ$ – позначка горизонту меженної води; $Z_{p\,\%}$ – розрахунковий рівень заданої ймовірності $p = \%$.

Після встановлення орієнтовного поперечного профілю дамби виконують розрахунки на фільтрацію і стійкість укосів.

Фільтраційний розрахунок дамб виконують для встановлення положення депресійної кривої в тілі дамби і визначення фільтраційних втрат води. Фільтраційні втрати на 1 погонний метр дамби визначають за формулою:

$$q = K\,\frac{H^2}{2L_P},\ \text{м}^3/\text{добу}, \qquad (2.5)$$

де H – глибина води перед дамбою, м; K – коефіцієнт фільтрації тіла дамби (табл. 2.1); L_p – розрахункова ширина для визначення фільтраційних витрат води.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт фільтрації тіла дамби

Ґрунт	Лес	Суглинок	Супісь	Пісок		
				дрібний	середній	крупний
***K*, м/добу**	0,008	0,1–0,2	0,2–0,8	2–5	5–15	15–50

Стійкість укосів насипу оцінюють зіставленням їхнього фактичного коефіцієнта стійкості K_{st} з його нормативним значенням $[K_{st}]$. Стійкість вважають забезпеченою, якщо $K_{st} > [K_{st}]$. $K_{ст}$ визначають так [35]:

$$K_{st} = \frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{fc}}{\gamma_c} = [K_{st}], \qquad (2.6)$$

де γ_{fc} – коефіцієнт сполучення навантажень; F – розрахункове значення узагальненої зсувної дії на призму обвалення, що визначається з урахуванням коефіцієнтів надійності за навантаженням γ_f, кН; γ_c – коефіцієнт умов роботи; γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) споруди; R – розрахункове значення узагальненого опору ґрунтового масиву зсувній дії на призму обвалення, визначене з урахуванням коефіцієнта надійності по ґрунту, кН.

Значення коефіцієнтів γ_n, γ_c, γ_{fc} наведено в ДБН В.1.1-24 [35].

2.1.4 Проектування суцільної підсипки міських територій, що затоплюються

Поверхні територій, які захищають від затоплення, підвищують до незатоплюваних позначок. Поверхню території варто підвищувати для освоєння під забудову підтоплених та затоплених, а також тимчасово підтоплюваних та затоплюваних територій; для використання земель під сільськогосподарське виробництво; для благоустрою узбережної смуги водосховищ та інших водних об’єктів.

Штучне підвищення планувальних позначок поверхні території впроваджують зазвичай на заплавних та заболочених ділянках, які за цільовим призначенням підлягають освоєнню і забудові. Вибір планувальних позначок поверхні залежить від прогнозних максимальних відміток рівня ґрунтових вод з урахуванням гідрологічного режиму річок і водоймищ, у зоні впливу яких зна-

ходиться територія. Позначки підсипання або намивання території повинні призначатися з метою забезпечення граничної глибини залягання ґрунтових вод за умови будівельного освоєння підземного простору; вертикального планування й улаштування поверхневого водовідведення; розвитку самопливних каналізаційної та водостічної мереж; закладання колекторів різного призначення, транспортних тунелів, підземних переходів; нормального існування деревинно-чагарникової рослинності [36]. Відмітку брівки території, яку підсипають (намивають), варто приймати не менше, ніж на 0,5 м вище від розрахункового горизонту високих вод [70]. Під час підготовки підвищення території рослинний шар ґрунтів належить зняти та забезпечити його зберігання для рекультивації [36].

Під час виконання проекту суцільної підсипки території встановлюють: основні параметри насипу, тобто межі та площу території, що підсипається, а також висоту насипу на окремих ділянках; обсяг робіт, спосіб проведення робіт; розрахунок механізмів.

Під час визначення найменшої позначки території варто мати на увазі можливість підпору ґрунтових вод (рис. 2.6).

У разі постійного затоплення величину підпору приблизно знаходять за формулою [53]:

$$Z_n = \sqrt{h_n^2 - h_p^2 + \left(h_p + Z_p\right)^2} - h_n, \qquad (2.7)$$

де Z_n – величина підпору ґрунтових вод у конкретному перерізі, м; h_n – підвищення побутового рівня ґрунтових вод над водотривким шаром у тому саме перерізі, м; h_p – підвищення побутового рівня води у річці над водотривким шаром ґрунту, м; Z_p – підпір, створений у річці, м.

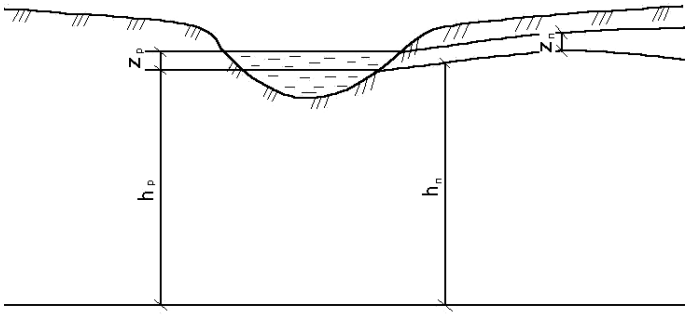


Рисунок 2.6 – Схема визначення величини підпору ґрунтових вод

Вертикальне планування територій штучного підсипання або намивання має унеможливлювати застоювання води в зниженнях поверхні ґрунту. При загальній підсипці затоплюваної території спочатку прокладають підземні комунікації, потім підсипають територію до незатоплюваних позначок. Після усадки підсипаного ґрунту територію забудовують і проводять інженерний благоустрій.

Для захисту території від затоплення підсипанням позначку брівки берегового укосу території необхідно приймати не менше, ніж на 0,5 м вищою від розрахункового рівня води у водному об'єкті з урахуванням розрахункової висоти хвилі та її накату. Позначки поверхні підсипаної території в разі захисту від підтоплення визначають за величиною норми осушування з урахуванням прогнозу рівня ґрунтових вод.

Стік поверхневих вод проектують у бік річки чи водоймища з підвищенням позначок у міру віддалення від водоймища (рис. 2.7, а) [53]. Величина проектного ухилу забезпечує самопливний режим колекторів дощової каналізації та мінімум обсягів робіт із зведення насипу. В окремих випадках при підсипці великих площ поперечний профіль вирішують у вигляді двох площин із зустрічними ухилами (рис. 2.7, б). Поверхневе водовідведення здійснюють через колектор, який розміщують у зниженому місці паралельно річці.

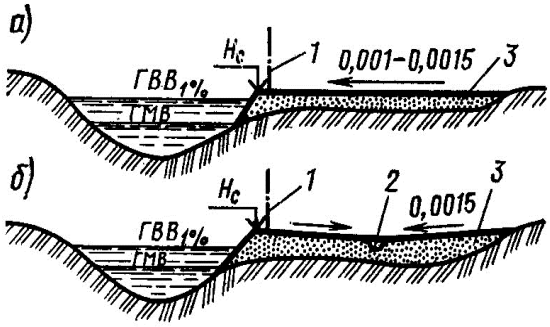


Рисунок 2.7 – Поперечний профіль підсипаної території [53]:
а) з поперечним ухилом у бік водоймища; б) із зустрічними поперечними ухилами;
1 – червона лінія забудови; 2 – колектор дощової каналізації; 3 – насип

Рівень ґрунтових вод на забудованій території знижують за допомогою дренажних систем.

Штучне підвищення здійснюють шляхом підсипання або намивання ґрунту з обов'язковим попереднім відсипанням дренуючого шару [36]. До складу супроводжувальних робіт включають розчищення та спрямлення русел рік і струмків, облаштування їхніх берегів. Для підсипки застосовують технології *гідронамиву* або *сухого укладання* (рис. 2.8). Гідронамив – це намивання ґрунту за допомогою земснарядів чи іншої техніки. Технологією робіт щодо штучного підвищення поверхні території через підсипання або намивання ґрунту необхідно передбачати переміщення ґрунтових мас із незатоплюваних ділянок корінного берега або заплави на затоплювані. У разі дефіциту ґрунтів варто використовувати корисні виїмки під час поглиблення русел річок для судноплавства, розчищення і благоустрою стариць, проток та інших водойм, розташованих на захищуваній території або поблизу. Для зведення насипу застосовують піщані й глинисті ґрунти. При гідронамиві використовують піщані ґрунти. При сухому укладанні також віддають перевагу цим ґрунтам.

Для захисту насипу від розмиву і руйнування проектують берегові укріплення.

Переваги варіанта підсипки: території будуть більш зручними для міської забудови в архітектурно-планувальному і санітарно-гігієнічному відношенні; забезпечені нормальні умови експлуатації міських підземних комунікацій; висока гарантія незатоплюваності.

До *недоліків* необхідно зарахувати великі обсяги робіт та неможливість застосування за наявності капітальної забудови і цінних зелених насаджень. Для зменшення обсягів робіт вертикальне планування поверхні виконують з мінімально допустимими ухилами вулиць і внутрішньоквартальних проїздів.

а)



б)



Рисунок 2.8 – Способи підсипки територій, що затоплюються: а) гідронамивом; б) сухим укладанням

Варіанти штучного підвищення поверхні території необхідно вибирати на підставі аналізу функціонально-планувальних рішень, з урахуванням зонально-кліматичних, ґрунтово-геологічних, екологічних характеристик та соціальної ситуації.

2.1.5 Регулювання русел у межах міських територій

Берегову смугу і лінію регулювання ріки не завжди зберігають без зміни їхнього природного стану. Існуюче положення русла ріки може виявитись незручним для судноплавства, а прибережна частина – для використання з містобудівною метою. Берегові укоси, обриви, повороти ріки з недостатніми радіусами заокруглення виправляють і русло отримує потрібний напрямок.

Профілювання і регулювання рік у плані проводиться з метою створення мінімально необхідних глибин у межень і допустимих рівнів у повінь. Якщо рівень води низький, ускладнюється використання рік і водоймищ з транспортною і культурно-спортивною метою, влаштування водозабору для технічних потреб. За дуже малих глибин погіршується санітарно-технічний стан прилеглих берегових смуг. Несприятливий розвиток руслових деформацій може привести до пошкодження різних споруд на ріках, зокрема мостових переходів.

Регулювання рік *– це інженерні заходи, спрямовані на запобігання руйнуванню і переформуванню берегів водостоків і водоймищ; організацію скидання у річку води з міських водостоків, промислових колекторів, осушувальних сис-*

тем; забезпечення нормального водозабору з ріки для водопостачання міст, потреб зрошення; гідротехніку створення на річці нормальних умов для судноплавства і відпочинку населення. Під регулюванням рік чи русел на відміну від регулювання стоку рік розуміють зміну гідравлічних характеристик за допомогою гідротехнічних споруд без зміни витрат ріки. Метою регулювання є підвищення чи зниження рівня рік у межах міської території і захист берегів від руйнування.

Лінією регулювання ріки *називають лінію перерізання площини дзеркала води з площиною укосу берегового схилу чи підпірною стінкою набережної.*

Гідравлічними характеристиками водостоку є глибини, живі перерізи, ухили, швидкості течії.

Як захист від затоплення регулювання русла дає ефект лише на малих ріках, де спостерігається невелике підвищення паводкових витрат над меженними. Регулювання русел зазвичай проектують у поєднанні з одним із основних методів захисту.

Регулювання русел струмків і малих річок

Струмки і малі річки на території міста можуть зберігатись у вигляді природного русла, поліпшеного випрямленням, поглибленням, плануванням прилеглої території та інше; відкритого каналу (русла) з відповідним укріпленням дна й укосів; закритого каналу (колектора); у вигляді комбінованого русла, що складається з водостоку, призначеного для пропуску весняних і часто повторних зливових витрат, і відкритого русла, що слугує для пропуску витрат більш рідкої повторності (рис. 2.9).

Русла малих рік регулюють, поглиблюючи і розчищаючи дно, спрямляючи трасу і укріплюючи берег. Це дозволяє збільшити пропускну здатність ріки шляхом зменшення гідравлічного опору русла.

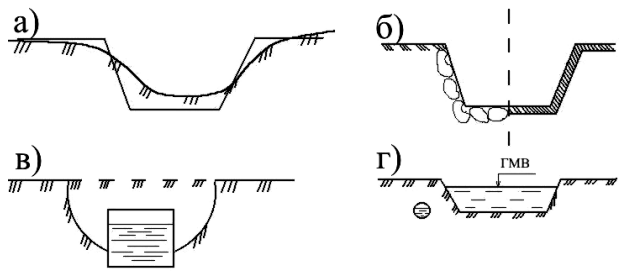


Рисунок 2.9 – Способи регулювання русел струмків і малих річок: а) природне русло, поліпшене випрямленням, поглибленням; б) відкритий канал з укріпленням дна й укосів; в) закритий канал; г) комбіноване русло

Дно поглиблюють, розчищають, зрізують нерівності, ліквідують камені, корчі та інші перешкоди, вилучають прибережну деревну рослинність. Водночас передбачають збільшення гідравлічного ухилу русла. Це запобігає розмиву берегів вище за течією від ділянки, що захищається, і виключає підпір нижче цієї ділянки.

Для проектування поглиблення русла виділяють на його поздовжньому профілі три ділянки: основну, верхів'я й низову (рис. 2.10).

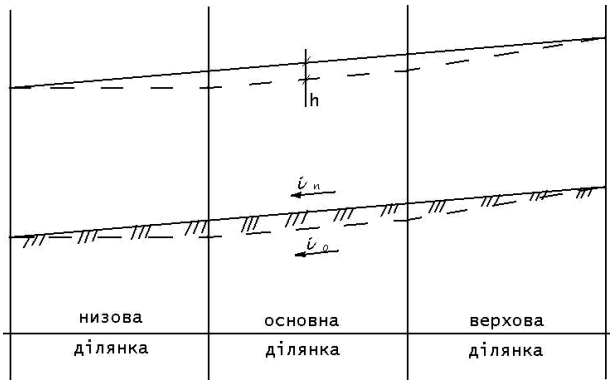


Рисунок 2.10 – Схема визначення ділянки поглиблення русла ріки

Довжину верхів'я намічають такою, щоб збільшення ухилу, що виникає на ньому, не призводило до формування швидкостей течії води, за яких розмиваються береги і дно. На низовій ділянці ухил дна не повинен призводити до замулення. Для скорочення довжини основної і низової ділянок, щоб підвищити швидкість течії, доцільно проводити випрямлення закрутів.

Гідравлічні розрахунки регульованого русла виконують за тими саме формулами (4.27–4.33), що і для самопливних інженерних мереж.

Регулювання великих рік

Регулюючи русла рік для поліпшення суднoплавних умов, найчастіше поглиблюють перекати, рідше закривають другорядні рукави, спрямляють надмірно круті повороти русла, підтримують суднoплавні підходи до окремих пунктів, виправляють русла біля мостів, укріплюють береги тощо. Правильний підхід до проектування регуляційних споруд можливий тільки на підставі прогнозу руслових деформацій на довгий термін. Руслові деформації різні на ріках різних типів, тому регуляційні споруди мають специфічну форму залежно від типу ріки.

Споруди з регулювання русел улаштовуються на водотоках, які перетинають території, що захищаються [36]. На річках, які схильні до мандрування, у складі заходів інженерного захисту територій від затоплення потрібно передбачати такі споруди з регулювання русел [36]:

– ***поздовжні дамби***, розташовані за течією або під кутом до неї, що обмежують ширину водного потоку річки;

– ***струменеспрямні дамби*** – поздовжні, прямолінійні або криволінійні, що забезпечують плавний підхід потоку до отворів мосту, греблі, водоприймача та інших гідротехнічних споруд (рис. 2.11, а);

– ***затоплювані загати***, які перекривають русло від берега до берега – призначені для повного або часткового перегородження течії води в рукавах та протоках (рис. 2.11, б);

– ***напівзагати*** – поперечні споруди у руслі (рис. 2.11, в), які забезпечують виправлення напряму течії та утворення судноплавних глибин. Вони стискають річковий потік і створюють підпір. Течія води, зустрічаючи напівзагату, відхиляється від берега вздовж неї, повертає до розташованої вище напівзагати і утворює ряд замкнених водоворотів;

– ***буни*** (***короткі незатоплювані напівзагати***), що встановлюють під деяким кутом до напряму течії для забезпечення захисту берегів від розмивання (рис. 2.11, г);

– ***донні щити*** – поперечні споруди, що встановлюють у верхній частині перерізу, створюють поперечні циркуляції в потоці, які обумовлюють розмив у необхідному напрямку;

– ***греблі*** – гідротехнічні споруди, що перегороджують русло річки чи іншого водотоку і його долину для підняття рівня води перед нею з метою створення водосховища, створення напору (підпору) води для використання її енергії в гідроелектростанціях, водопостачання населених пунктів чи промислових об'єктів (рис. 2.12, 2.13);

– ***берегові й дамбові кріплення***, які забезпечують захист берегів від розмивання та руйнування течією й хвилями;

– ***наскрізні споруди***, які будують для регулювання русла та наносів через перерозподіл витрат води по ширині русла і створення біля берегів сповільнених (нерозмивних) швидкостей течії.

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.11 – Регуляційні споруди:
а) струмененапрямні дамби; б) затоплювані загати; в) напівзагати; г) буни



Рисунок 2.12 – Роттердамська гребля, Нідерланди

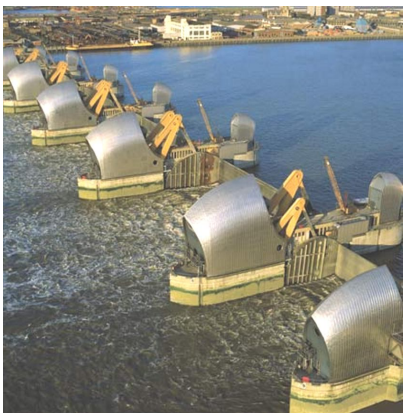


Рисунок 2.13 – Гребля на р. Темза в м. Лондон, Великобританія

Регуляційні споруди призначені для зміни напрямку течії річкового потоку. Вони можуть примикати до берега або розташовуватись на заплаві без зв'язку з ним. За розташуванням у плані ці споруди поділяють на ***поздовжні***, які влаштовують уздовж берега (струменеспрямні дамби), і ***поперечні***, що влаштовують під деяким кутом до напрямку течії (буни, загати, хвилерізи, донні щити).

Тип споруд має відповідати особливостям ріки. Вибір типу споруд, їхні розміри і розташування мають бути пов'язані з обрисом берега у плані, геологічною будовою берега і його гідрогеологічними особливостями. Укріплення тільки надводної частини споруди без відповідного укріплення підводної не допускається. Конструкція і поперечний переріз кожної споруди мають відповідати швидкості, змінному режимові й напрямку течії.

Застосування *поздовжніх дамб* має істотні недоліки: висока вартість споруд, труднощі виправлення помилки в ширині звуження, можливість підмиву основи дамби поздовжньою течією з боку напірної грані. Заміна дамб *напівзагатами* бажана тому, що під час будівництва напівзагат відновлення берега відбувається природним шляхом і загати легко нарощувати. Будівельна вартість напівзагат нижче вартості дамб. Але короткі напівзагати біля увігнутих берегів приносять мало користі, тому тут краще застосовувати дамби, а біля опуклих берегів – напівзагати.

Одними з найпоширеніших конструкцій, що стабілізують річковий і морський берег, є *буни* й *хвилерізи* (рис. 2.14). Це масивні споруди, які розміщають перпендикулярно чи під кутом до берегової лінії, заглиблюючи їх корінну основу в корінну породу. Буни перерізають рухливу частину наносів і перешкоджають їхньому поздовжньому переміщенню. У результаті виникають умови для замулення ділянок між бунами і часткового гасіння енергії води, що веде до формування плавної та стійкої берегової лінії. Область ефективного

використання бун – це стабілізація надводних схилів і пляжів. Підводні схили стабілізувати з їхньою допомогою не виявляється можливим, тому для захисту підводної частини схилів проектують не тільки буни, а також хвилерізи (хвилеломи). Хвилеломи бувають затопленого і незатопленого типів із залізобетону або бетону. Перевага бун перед поздовжніми дамбами полягає в можливості їхнього поступового подовження для належного звуження русла. Істотний недолік поперечних регуляційних споруд полягає в можливості сильного підмивання оголовків.



Рисунок 2.14 – Буни й хвилеломи у Тель-Авіві, Ізраїль

Усі регуляційні споруди повинні мати таку конструкцію, масу, розмір і якість використаних матеріалів, щоб бути міцними, стійкими, достатньо довговічними й економічними. Вони мають бути стійкими проти руйнівної механічної і хімічної дії води, дії живих організмів. Конструкція їх повинна забезпечувати зручність і безпеку огляду в процесі експлуатації.

Регуляційні споруди будують у зонах інтенсивного переміщення наносів, тому необхідно проводити низку заходів щодо попередження їхнього підмивання. До таких заходів належать: заглиблення фундаментів споруди нижче глибини розмиву; розміщення фундаментів на міцному скельному дні; надання споруді таких гідравлічних форм, за яких підмивання основи не виникають; захист основ від підмивання за допомогою шпунтового огородження; влаштування гнучких фундаментів. Примикання споруд до берега і закладання їхніх коренів необхідно робити у таких місцях, де немає зсувів, обвалів тощо. Недотримання цієї вимоги може призвести до руйнування захисних споруд силами, які діють з боку берега.

2.1.6 Регулювання стоку і витрат ріки

Акумуляція річкового стоку здійснюється шляхом улаштування водосховищ у верхів’ях річок [36]. Витрати води під час розливу рік зменшують будівництвом ***розвантажувального обвідного каналу*** чи ***водосховищами***, які утворюють за допомогою гребель (рис. 2.15, а). Найчастіше регулювання стоку здійснюють, влаштовуючи одночасно і водосховище, і обвідний канал (рис. 2.15, б) [53].

Розвантажувальний обвідний канал дозволяє перехопити частину витрат води перед територією, що захищається, відвести його за межі цієї території і скинути нижче за течією ріки. У посушливих районах канал може використовуватись для транспортування води до зрошуваних територій.

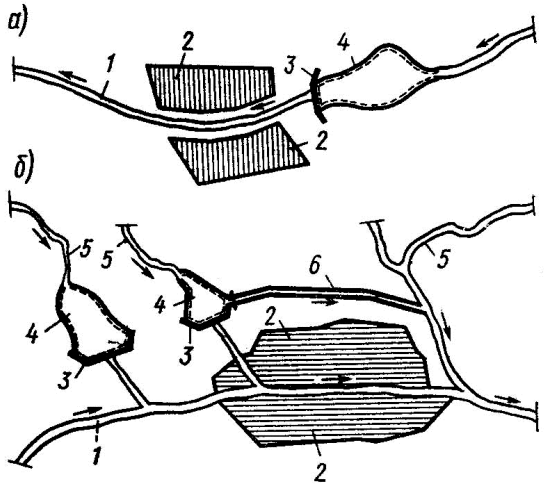


Рисунок 2.15 – Схема захисту міста від затоплення регулювання стоку [53]:
а) водосховищами; б) водосховищами і обвідним каналом;
1 – ріка; 2 – місто; 3 – гребля; 4 – водосховище; 5 – притоки ріки; 6 – обвідний канал

Канали розраховують на пропуск необхідних витрат у період паводка. Регулюючи витрати паводків, що рідко повторюються, можна значно зменшити розміри водовідвідних споруд та їхню вартість. Таке регулювання можна здійснювати за допомогою закритих чи відкритих ємностей, які заповнюють у періоди короткочасних пікових витрат мережі. Доцільно створювати ємності на природних водоймищах, які не використовуються для купання, забору питної води, чи влаштовувати штучні ставки-регулятори.

Ідея регулювальних ставків полягає у влаштуванні обвідного колектора, що приймає частину розрахункових витрат води із скиданням іншої частини води у ставок (рис. 2.16). Ставок є регулювальною ємністю, що затримує частину витрат води протягом деякого часу. Найчастіше штучні ставки розміщують у зелених масивах, де вони можуть використовуватись як декоративні елементи, сприятливо впливаючи на мікроклімат території.

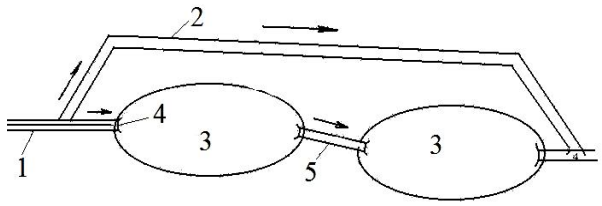


Рисунок 2.16 – Схема водорегулювальних ставків:
1 – колектор зливової каналізації; 2 – обвідний колектор; 3 – ставки; 4 – випуски з колекторів; 5 – випуск між ставками

Штучні водоймища викопують або створюють підпором води на протоках невеликих річок чи ярів. Чаші ставків заповнюють водою завдяки природним джерелам живлення, а також господарського чи міського водопроводу. Ставки-регулятори влаштовують за різними схемами з використанням одного водоймища чи каскаду ставків, розташованих у місцях природного зниження рельєфу.

Створюючи нові та реконструюючи існуючі ставки і водоймища на території населених пунктів, необхідно пересвідчитися, що якість води в них відповідає санітарним нормам відповідно до їхнього використання. У водоймищах необхідно забезпечити періодичність обміну води за літньо-осінній період залежно від площі дзеркала води і характеру використання: у декоративних водоймищах при площі дзеркала до 3 га – 2 рази, при площі більше 3 га – 1 раз; у водоймищах для купання – відповідно 4 і 3 рази, а при площі 6 га і більше – 2 рази [70].

Середня глибина води у водоймищах, розташованих на території поселень, у весняно-літній період має бути не менше за 1,5 м, а в прибережній акваторії, за умови періодичного видалення рослинності – не менше за 1 м [70].

Проектування регулювальних ставків охоплює визначення габаритів і ємності ставка, установлення нормального і максимального горизонтів води, визначення витрат обвідного колектора і розрахунок регулювальної ємності ставка, визначення розрахункових витрат колектора нижче ставка.

Рівняння ***балансу стоку*** має вигляд:

$$W = W_{ст} + W_{об}, \tag{2.8}$$

де W – обсяг стоку, м^3; $W_{ст}$ – обсяг води, що затримується ставком, м^3; $W_{об}$ – обсяг води, що пропускається обвідним колектором, м^3.

Витрати води в обвідному колекторі розраховують так:

$$Q_{об} = \alpha\, Q_p, \tag{2.9}$$

де $Q_{об}$ – витрати води, що пропускаються обвідним колектором, м^3/с; Q_p – розрахункові витрати у місці водовипуску з колектора в ставок (незарегульовані витрати), м^3/с; W – обсяг стоку води за період паводка, м^3; $W_{ст}$ – обсяг води у ставку, м^3; α – коефіцієнт регулювання або відношення зарегульованих витрат до розрахункових:

$$\alpha = 1 - W_{ст} / 0{,}7\, W, \tag{2.10}$$

Обсяг стоку води за період паводка визначають за формулою:

$$W = Q_p \cdot t_p \cdot 60, \tag{2.11}$$

де t_p – розрахунковий час стікання, хв.

Регулювальну ємність ставка знаходять так:

$$W_{ст} = 60\, K\, Q_p\, t_p, \tag{2.12}$$

де K – коефіцієнт, що залежить від коефіцієнта регулювання α (табл. 2.2).

Розрахункові витрати в колекторі нижче ставка розраховують за формулою:

$$Q = \alpha Q_{об} + Q_н + Q_{зв}, \text{ л/с}, \quad (2.13)$$

де $Q_{об}$ – розрахункові витрати, що пропускаються обвідним колектором без скидання у ставок, л/с; $Q_н$ – розрахункові витрати з площі, розташованої нижче ставка, л/с; $Q_{зв}$ – середні витрати при звільненні ставка, л/с.

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта *К*

α	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
К	0,3	0,09	0,16	0,25	0,35	0,46	0,59	0,73	1,15

Під час розрахунку ємності ставків враховують втрати води на випаровування та фільтрацію.

Утрати на випаровування визначають за формулою В. К. Давидова:

$$Z = 0,55(1 + 0,12V)d^{0,8}, \quad (2.14)$$

де Z – середня добова величина випаровування; d – середня добова величина дефіциту вологості, обчислена для висоти 2 м від землі; V – швидкість вітру, м/с.

Фільтрація з водоймища залежить від умов залягання гірських порід у дні та схилах і їхнього складу. Якщо ложе водоймища складено з дрібнозернистих ґрунтів, розрахунок фільтрації ведуть за формулою Дарсі:

$$q = K \cdot \omega \cdot i = K \cdot S \cdot H / L, \quad (2.15)$$

де q – втрати води, м^3/добу; ω – площа поперечного перерізу фільтрувального потоку, м^2; H – різниця напорів у двох точках, м; L – довжина фільтраційного шляху між цими точками, м; K – коефіцієнт фільтрації для певного ґрунту, м/добу (табл. 2.1).

Вважають, що водоймище знаходиться у гарних гідрогеологічних умовах у разі втрат 0,5 м/рік; середніх – 1,0 м/рік; важких – 2,0 м/рік.

Протифільтраційні заходи дуже різноманітні й обумовлюються причинами, що викликають витік води, й умовами, у яких вона протікає. Основні протифільтраційні заходи: закладення карстових воронок глиною і глиноцементним розчином; солонцювання верхнього шару ґрунту чаші водоймища; штучне ущільнення ґрунту; цементація, бітумізація тощо.

Благоустрій природних і штучних ставків здійснюють відповідно до їхнього призначення. Глибина води має бути не менше за 1,5 м. Берегові укоси

ставка укріплюють різними матеріалами згідно із загальним благоустроєм території.

Санітарні умови в ставках і озерах забезпечуються їхньою проточністю чи регулярною зміною води. Найменшою нормою водообміну варто вважати дво– або трикратний обмін протягом літнього сезону. Глибина води у ставках у літній період, окрім прибережної смуги, має бути не менше за 2 м. У ставки забороняється скидання промислових і атмосферних вод.

Проектування водосховищ

Водосховища регулюють стік ріки способом зниження максимальних витрат завдяки утриманню частини стоку і пропуску води, що не викликає затоплення територій. Їх влаштовують вище населених місць, що захищаються, у природних западинах, використовуючи рельєф місцевості. Розміри водосховищ визначають із розрахунку.

Найбільш істотний ефект у підвищенні рівня водостоку досягається способом влаштування водопідйомної регулюючої *греблі* (рис. 2.17). Греблі розташовують на основній річці або на її притоках. Рекомендується проектувати греблі у вузьких місцях ріки для зменшення довжини греблі й обсягів робіт.

Для регулювання рівня води у водосховищі на греблях будують *водоскиди* або *водопропускні отвори* в тілі греблі (рис. 2.18).

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.17 – Греблі:
а) Журавлівська, м. Харків, Україна; б) Запорізька, Україна; в) Дворжак, США; г) Гувера, США

Через створення водосховищ можуть забруднюватись поверхневі й підземні води, тому необхідно проводити спеціальні заходи щодо запобігання влучення поверхневих стічних вод у водоймище і захисту від фільтрації води у ґрунт.

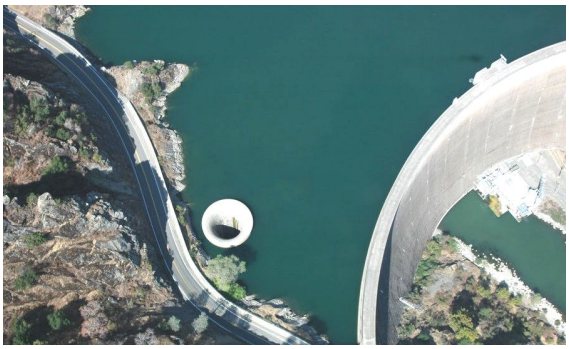


Рисунок 2.18 – Водоскид

Через зниження швидкості течії води в річці перед водосховищем відбувається накопичення наносів у водосховищі. Для зменшення замулення проектують спеціальні споруди – струменапрямні дамби, донні напівзагати. Береги водосховищ і каналів, укоси земляних гребель можуть розмиватись, підмиватись, обвалюватись, зсуватись, тому їх захищають від руйнування.

2.1.7 Укріплення берегових укосів

Відстань між лінією регулювання ріки (лінією пересічення горизонту меженних вод з укосами берегів) і червоною лінією міської забудови називають ***береговою смугою***. Берегова смуга складається з набережної і берегового схилу. На міських територіях благоустрій берегових смуг проектують, враховуючи технічні, економічні та екологічні вимоги, але особливе значення надають естетичним вимогам.

Берегоукріпна споруда *– інженерна споруда для захисту берегової смуги від затоплення, розмивання, підмивання*. ***Берегоукріплення*** – це термін, який об’єднує весь комплекс робіт із укріплення та захисту прибережної смуги природних і штучних водойм від підмивання, обвалу й ерозії берегового схилу під впливом течії та хвиль, а так само розмивання зливовими потоками. Під час укріплення берегових укосів враховують архітектурно-планувальні вимоги, геологічні й кліматичні умови, методи виробництва робіт і використання місцевих будівельних матеріалів, швидкість течії води у річці, рівень припаю льоду, рівень при льодоході, рівень меженних і високих вод. Вибір типу укріплення і матеріалів для них необхідно вести на підставі техніко-економічних обґрунтувань і порівнянь варіантів з урахуванням будівельних і експлуатаційних витрат.

Залежно від функціональних і конструктивно обумовлених особливостей роботи берегозахисні споруди поділяють на ***берегозахисні***, ***огороджувальні***, ***протизсувні*** та ***спеціальні*** [39].

Залежно від цільового призначення: ***земляні***, ***бетонні***, ***залізо-*** та ***асфальтобетонні***, ***кам'яні***, ***дерев'яні***, ***сталеві***, із ***штучних матеріалів*** і ***комбіновані*** [39].

Залежноі від матеріалу кріплення: ***активні*** або наносорегулювальні (буни, затоплені хвилеломи, переривчасті кріплення берега, штучні пляжі та пологі укоси водопідпірних споруд, полегшена гравійно-галькова та ґрунто-цементна одежа) та ***пасивні*** або ***хвилезахисні***, наприклад, берегові стінки та одежа, хвилеломи, що не затоплюються, банкети із гірської маси, контрбанкети, облицювання та опояски [39].

Залежно від характеру впливу споруди на водні маси та наноси хвильового поля, що рухаються: ***напірні*** та ***безнапірні*** [39].

Залежно від висоти рівня поверхні води відносно позначок берегів, які захищаються: ***гравітаційні***, ***пальові***, ***пневматичні***, ***гідравлічні*** [39].

Залежно від характеру сил опору зовнішнім навантаженням: ***вертикальні***, ***укісні*** та ***змішані*** [39].

Залежно від форми поперечних перерізів тіл споруд: ***поперечні*** та ***поздовжні*** [39].

За ступенем проникності тіл споруд водяними масами: ***непроникні***, ***частково проникні*** та ***наскрізні*** [39].

За формою шорсткості укосів: ***гладкі***, ***шорсткі*** та ***дуже шорсткі*** [39].

За способом дії: ***насипні***, ***намивні***, ***збірні***, ***монолітні*** [39].

Методи укріплення берегової смуги залежно від застосовуваних матеріалів поділяють на такі [58]:

1) укріплення ***з природних матеріалів*** найбільш велика група, що охоплює низку прийомів, для застосування яких використовують біологічні матеріали і природний камінь – *біологічне* укріплення (деревина, дерен, посадка рослин); *фашині* конструкції; *деревозрубові стіни*; *кам'яно-хмизові*; *габіонові споруди*; *матраци Рено*; *банкети з гірських порід*; *сипаї*;

2) ***залізобетонні*** укріплення: *підпірні бетонні чи залізобетонні стінки*; *пальові ряди*; *бетонні* чи *залізобетонні плити* або *матраци з блоків*; *ґратчасті конструкції*; *гнучкі ґратчасті покриття*;

3) ***ґрунтові укріплення, оброблені в'яжучими*** – *цементогрунт*; *ґрунт, оброблений полімерною емульсією*;

4) ***асфальтобетонне*** укріплення;

5) укріплення з ***синтетичних матеріалів***: *геотекстиль*; *георешітки; геосітки; геомати; шпунтова огорожа з полівінілхлориду* (ПВХ); *автомобільні покришки*.

Біологічний захист застосовують для захисту берегових укосів, що не затоплюються, та зон перемінного рівня води у прісноводних водоймах за швидкостях течії води 1–2,5 м/с. Засів укосів виконують багаторічними злаковими травами в суміші з бобовими, а для лісових насаджень використовують вологолюбні породи. На берегах, де є рослинність, змінюються умови руху потоків русла. Тому рослинність можна вважати своєрідним укріпленням. Це найстаріший спосіб боротьби з ерозійними деформаціями взагалі й берегами рік зокрема. Рослинність є екраном, який гасить енергію потоку, коренева система підвищує опір розмиву ґрунтів дна ріки й укосів. Особливістю біологічного захисту є те, що його створення, ремонт і експлуатація є агротехнічними заходами, а не будівельними роботами. Захисний ефект лісопосадок проявляється не раніше ніж через 2–3 роки. Біологічні укріплення порівняно з іншими видами захисту найдешевші, вони добре вписуються у навколишнє середовище і збагачують ландшафт.

Фашини (рис. 2.19) – *туго стягнутий у декількох місцях пучок хмизу, який може складатися з верби, лози та тополі*. Їх перев'язують дротом або просмоленою мотузкою. Міцність, стійкість і термін використання залежить від якості хмизу. Хмиз, не здатний до проростання, застосовувати не можна, тому що він швидко гниє, а споруда руйнується. За швидкостей течії близько 3,0 м/с влаштовують укріплення укосів хмизовими фашинами у стінку. Фашини використовують при невеликих ухилах берегових укосів у неглибоких водоймах. Вони мають низьку вартість, як і біологічні укріплення, але поява повного захисного ефекту через 3–4 роки є негативним фактором порівняно з іншими методами.



Рисунок 2.19 – Укріплення берегів фашинами

Кам'яно-хмизова кладка складається з горизонтальних шарів каменю та хмизу, що чергуються. Різновидом таких споруд є фашинно-кам'яні. Хмизові і кам'яно-хмизові споруди застосовують, коли інші, більш капітальні, не можуть бути зведені за короткі терміни. Перевагою таких споруд є те, що вони стійкі, гнучкі, здатні приймати форму дна русла у разі його розмивання, можуть витримувати значні швидкості течії води (2,5–4,0 м/с), економічні, тому що застосовують тільки місцеві матеріали. Їх можна споруджувати будь-якої пори року. Для підвищення стійкості кам'яно-хмизових споруд їх можна укріплювати висадженням дерев вербових порід.

Найбільш простим та індустріальним типом укріплень укосів річок є ***кам'яний накид*** (рис. 2.20), названий за аналогією з морськими спорудами – ***банкетами***, що мають форму призми. Банкети є одним із надійніших і стійкіших видів захисту укосів. Кам'яний накид використовують на високих схилах для захисту їх від розмивання поверхневими водами і хвильового впливу у разі значних швидкостей течії води (4,0–6,0 м/с). Під час зсуву низового укосу його зміцнюють каменями різного розміру з укладанням великих каменів зовні. Крутість укосів банкету назначають не менше 1:2. На увігнутих ділянках русла, де укоси підпадають під дію льодоходу, ширину банкета приймають не менше 3 м з укосами 1:4–1:5. Переваги такого типу укріплення: процес улаштування механізований з використанням місцевих матеріалів, що спрощує виконання та ремонт; у разі розмиву дна його дуже просто відремонтувати; влаштування накиду можна виконувати під час паводків. Недолік – водопроникність, тому необхідно захищати насипний ґрунт від опливання й суфозії та використовувати допоміжні матеріали (наприклад, геотекстиль).



Рисунок 2.20 – Кам'яний накид

Габіони *– це заповнена каменем металева сітка, якій надають вигляд паралелепіпеда чи циліндра* (рис. 2.21). Габіонові ящики заповнюють каменем твердих водостійких порід. Верхні камені мають бути найбільшими і виступати з осередків; усередину габіона містяться дрібні камені. Типи і розміри габіонів визначають залежно від типу споруди, глибини й швидкості течії. Їх застосовують для берегоукріплення за будь-яких кліматичних умов, за швидкостей течії води 4–6 м/с, для ландшафтних робіт, зміцнення схилів і армування ґрунту, стабілізації ґрунтової ерозії та консервації ґрунту, облицювання, захисту від зсувів, селів та інше. Іноді габіони влаштовують без каркаса у вигляді дротяного мішка. Габіонові укріплення були запатентовані у Франції, перша споруда з габіонів була побудована у 1894 р. на річці Рено у Франції. Після ста років експлуатації габіони, акумулюючи на себе річкові наноси, перетворилися

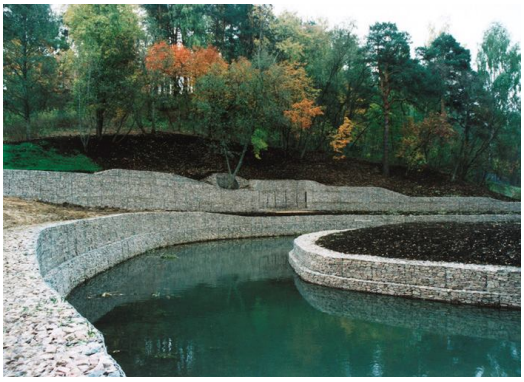


Рисунок 2.21 – Укріплення берегів габіонами

на корінний берег. Основні переваги конструкцій: гнучкість, екологічність, міцність, проникність та економічність.

Матраци Рено – це площинні конструкції, виконані з металевої сітки подвійного кручення з шестикутними осередками, поділені на секції за допомогою діафрагм. Подвійне кручення дротяної сітки матраца забезпечує цілісність, міцність і рівномірність розподілу навантажень, запобігає розкручуванню у разі розриву сітки. Використовуються в підставі підпірної стінки з габіону, зміцненні конусів мостів, ландшафтних роботах, зміцненні дна від розмивання, але вони мало ефективні при високих ухилах.

Під час влаштування підпірних стін і струменеспрямних дамб використовують ***деревозрубові стіни*** (рис. 2.22). Їх можна застосовувати на річках, які несуть корчі й колоди, за швидкості течії води 3,5–4,5 м/с. Перевагою їхньою є використання місцевого матеріалу, невеликі терміни зведення, можливість передачі на стінку тиску відразу після встановлення, недоліком – недовгий термін експлуатації, не більше 20 років.

Сипайні споруди застосовують для гасіння енергії потоку при значних швидкостях течії води (під час повеней, 4,0–6,0 м/с). Для влаштування сипаїв застосовують дерев'яні колоди, які зв'язують у каркас (рис. 2.23), хмиз, солому, камінь, дріт і скоби. Сипаї встановлюють у руслах рік поблизу берегів і заповнюють кам'яно-хмизовою кладкою, вони сприяють відкладанню наносів [13]. Порівняно з деревозрубовими стінками сипаї мають перевагу, тому що для їхнього виготовлення необхідно значно менше матеріалу (деревини), вони економічніші, як під час спорудження, так і під час експлуатації. Крім того, їх можна застосовувати на річках з дном, яке розмивається, бо вони мають властивість осідати у разі підмивання, що не можна допустити при укріпленні берега деревнозрубовими стінками. Усі сипайні споруди піддаються підмиванням, тому за ними у процесі експлуатації необхідно організовувати постійний нагляд. Для запобігання просочування води під сипай підкидають хмиз.



Рисунок 2.22 – Деревозрубова стінка

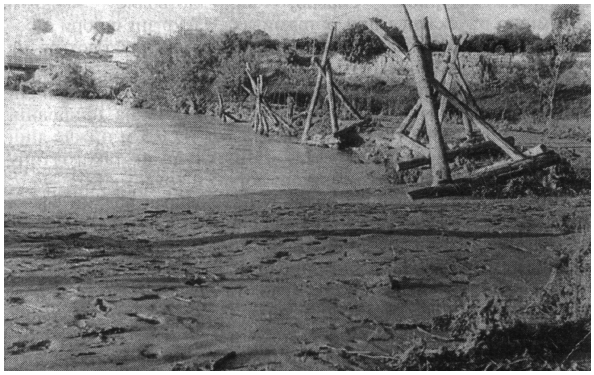


Рисунок 2.23 – Сипаї [13]

Часто укріплюють укоси ***збірними бетонними*** чи ***залізобетонними плитами або блоками*** (рис. 2.24), які омонолічують по контуру або покривають монолітним бетоном на металевій сітці з влаштуванням поперечних деформаційних швів через 6–8 м. Товщина плит становить 8–25 см. За швидкостей течії, більших за 3,5 м/с, через отвори між плитами вимиваються частинки дна або підстави. Це стає причиною деформації та руйнування плит і блоків. Щоб не допустити вимивання частинок підстави, плити укладають на шар свіжозрубаного хмизу товщиною шару 30–40 см, а в місцях з'єднання окремих плит забивають вербові кілкі діаметром 3–5 см довжиною не менше 1,0 м. Через 1–2 роки хмиз і кілки, проростаючи, посилюють захисну дію покриття, гасячи швидкість течії води у прибережній зоні. Замість хмизу можна використовувати габіонові матраци, камінь тощо.



Рисунок 2.24 – Укріплення берегів залізобетонними плитами

Підпірні бетонні чи залізобетонні стінки – це найпоширеніший вид берегоукріплення в містах. Вони можуть бути збірними, монолітними, збірно-монолітними, шпунтовими й анкерними. Заслуговують на увагу *підпірні стіни з армогрунту*, побудовані у Львівській і Закарпатській областях. Вони складаються із залізобетонного блоку розміром 1,0 м × 1,0 м × 0,15 м і утримувальних тросів діаметром 32 мм. При розмивному дні стінки такої конструкції необхідно розташовувати на основі габіонів на хмизовій вистилці.

Пальові ряди застосовують для будівництва набережних висотою до 8 м в умовах обмеженої берегової смуги.

Ґратчасті конструкції складаються зі збірних залізобетонних або армованих елементів, які після об'єднання в стиках утворюють на поверхні укосу ґрати з осередками певного розміру.



Рисунок 2.25 – Гнучкі бетонні мати

Гнучкі решітчасті покриття (рис. 2.25) влаштовують для захисту укосів, які піддаються впливу хвиль висотою до 1,5 м і швидкості течії до 3 м/с. Їх виконують у вигляді гнучкої решітки із залізобетонних гірлянд. Гнучкість залізобетонного покриття забезпечується системою ортогонально-

спрямованих лінійних шарнірів.

Ґрунтові укріплення, оброблені в'яжучими, призначені для швидкого захисту укосів насипів і виїмок від процесів вивітрювання, водної та повітряної ерозії, для укріплення поверхні високих укосів і влаштування водонепроникного покриття на бермах. Зазначені конструкції використовують в районах, де рослинний ґрунт має велику цінність для сільського господарства і не може бути використаний для укріплення укосів. Використання *цементоґрунту* в 1,5–2 рази дешевше підпірної стінки і на 15–20 % дешевше габіонів. Переваги цього методу – висока якість і швидкість робіт, невеликі експлуатаційні витрати, використання місцевих ґрунтів. Недоліком є необхідність облицювання поверхні.

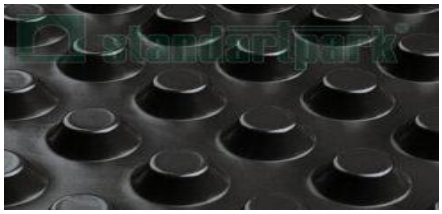
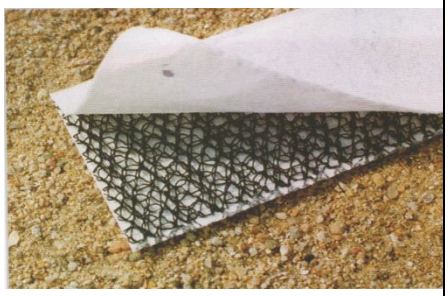
Асфальтобетонне захисне покриття застосовують у вигляді суцільного покриття для захисту глинистих ґрунтів, за швидкостей потоку до 2 м/с. Їх виготовляють у заводських умовах або безпосередньо на місці виробництва робіт. Вони прості в експлуатації, мають високу деформативність (гнучкість). Гнучкі покриття поділяють на асфальтові мати, гнучкі бітумні мембрани або укладені під захисним шаром екрани, а також власне гнучкі асфальтобетонні покриття. Недоліком є використання нафтових будматеріалів, але це, свого боку сприяє водонепроникності поверхні.

Одними з найпоширеніших матеріалів для зміцнення укосів є ***геосинтетичні*** (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Основні види геосинтетичних матеріалів

Фото	Назва матеріалу	Галузь застосування
1	**2**	**3**
	Георешітки	– укріплення схилів доріг; – побудова підпірних стінок різного призначення; – армування неоднорідних ґрунтів; – укріплення русел річок та прибережної зони водойм
	Геосітки	– укріплення та підвищення загальної стійкості крутих укосів; – розділення різних типів ґрунтів під час зведення насипу; – підвищення стійкості слабкої основи; – забезпечення рівномірного осідання насипів та скорочення термінів консолідації основи; – підвищення стійкості ґрунтових конструкцій на зрушення

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
	Геотекстилі	– дорожнє будівництво; – армування укосів; – будівництво тунелів; – будівництво гідротехнічних споруд; – виробництво гідро-, дренажних систем; – укріплення укосів, кюветів насипів та виїмок
	Геомати	– озеленення укосів; – захист зсувних схилів ярів та споруд на ділянках зсувів
	Геомембрани (частіше використовують для забезпечення гідроізоляції, слабко захищають від руйнування)	– будівництво греблів; – влаштування водойм і резервуарів; – будівництво водопропускних каналів; – влаштування горизонтального та вертикального дренажів
	Геокомпозити (це поєднання двох видів геосинтетиків – георешітки (геосітки) та геотекстилю, яке використовують для дренажу горизонтальних, вертикальних та комбінованих поверхонь)	– армування схилів, доріг, підпірних стінок; – стабілізація ґрунтів

Геотекстиль *– пласкі водопроникні полімерні текстильні матеріали, неткані, ткані або плетені, що застосовуються в геотехніці або інших областях будівництва*. Геотекстиль використовують під час армування слабких підстав, зведення укосів підвищеної крутості, будівництві армоґрунтових підпірних стінок, гідротехнічних споруд, дренажів тощо (рис. 2.26, а).

Геомат *– тривимірна водопроникна структура з полімерних або натуральних волокон, з'єднаних між собою механічним, термічним та іншими способами* (рис. 2.26, б). Тривимірна структура захищає верхній шар ґрунту й закріплює коріння рослин, утворюючи рослинний килим, що має велику опір-

ність дощовим потокам і ерозії ґрунту. Геомат стійкий до ультрафіолетового випромінювання, хімічних впливів, до впливу мікроорганізмів, нетоксичний.

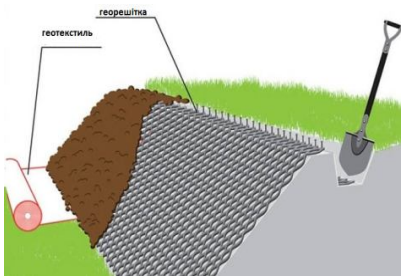
Берегоукріплення і фіксацію високих схилів можна здійснювати за допомогою ***георешітки*** – *сітчастої конструкції з твердого пластику* (рис. 2.26, в, г). Вона має достатню еластичність і пружність, щоб компенсувати осідання слабкого ґрунту на берегах річок. Залежно від швидкості течії води осередки георешітки можна заповнювати місцевим ґрунтом, щебенем, бетоном, полімерною емульсією. Георешітки стійкі до зовнішніх впливів, довговічні, прості в монтажі та екологічні.

Шпунтова огорожа з полівінілхлориду – *суцільна шпунтова стінка, утворена пластиковими шпунтовими палями методом віброзанурення, забивання або вдавлення* (рис. 2.26, д). Шпунтова огорожа не потребує технічного обслуговування, економічна, екологічна, має високу несучу здатність, термін експлуатації 30 років і більше, може піддаватись повторній промисловій переробці.

а) б) в)







г) д) е)







Рисунок 2.26 – Укріплення укосів з синтетичних матеріалів:
а) геотекстиль; б) геомати; в) геотекстиль та георешітка; г) георешітка; д) шпунтова огорожа з полівінілхлориду; е) автомобільні покришки

Як укріпні споруди укосів берегів рік застосовують старі ***автомобільні покришки*** (рис. 2.26, е). Використання їх дає можливість значно знизити вартість робіт, а також частково вирішити проблему утилізації. На металеві палі, закріплені в бетонному фундаменті, надівають покришки. Порожнини між палями й покришками заповнюють бетонною сумішшю, асфальтобетоном, ґрунтоцементом тощо. Для збільшення стійкості стіни її можна споруджувати бага-

торядною, з поступовим збільшенням висоти. Бетонні монолітні фундаменти й палі можна замінити габіоновими матрацами на хмизовій вистилці. Застосовують також інші конструкції стінок з автопокришок. Для спорудження таких стін не потрібно влаштовувати опалубки, крім того, значно зменшується об'єм бетону і вага самої конструкції. Це дає змогу влаштовувати їх також і на зсувних ділянках.

Для захисту надводної зони берегових укосів застосовують обдернування, посадку чагарників, засів трави (рис. 2.27, а). Для захисту укосів придатні багато видів рослин, але найкращий результат дає висадження верби. Вона має, крім швидкого росту, довгу розгалужену кореневу систему, добре приживається у всякому ґрунті та витримує тривале затоплення. Рослинні покриття доповнюють посадкою декоративних рослин із влаштуванням видових майданчиків, сходів, парапетів.

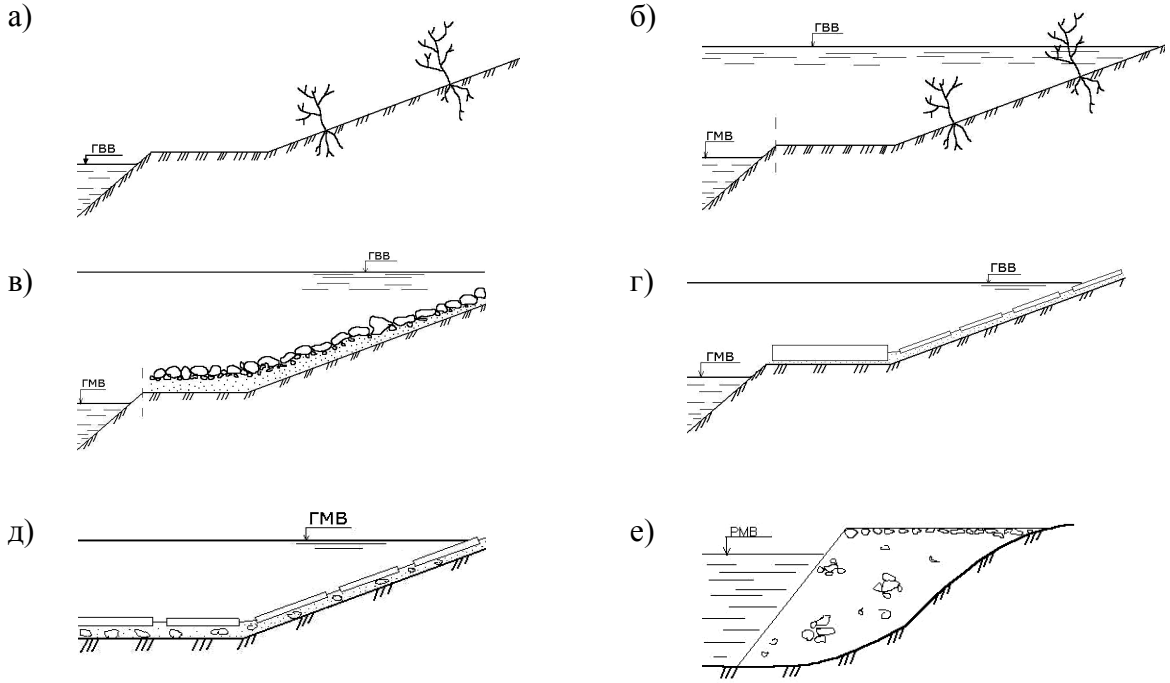


Рисунок 2.27 – Укріплення укосів берегової смуги:
а) надводної зони – посадкою чагарників, засівом трав; б) зони перемінного рівня – посадкою чагарників, засівом трав; в) зони перемінного рівня – кам'яним мощенням; г) зони перемінного рівня – бетонними плитами; д) підводної зони – залізобетонними матрацами; е) підводної зони – контрбанкетом

Найбільшим впливам піддається зона перемінного рівня, розташована між горизонтами меженних і високих вод. ***Для захисту зони перемінного рівня*** застосовують:

– за швидкості течії води в річці менше 1 м/с – рослинне кріплення (рис. 2.27, б);

– за швидкості течії до 4 м/с і відсутності припаю льоду – кам'яне мощення у вигляді одиночної чи подвійної бруківки (рис. 2.27, в), залізобетонні плити, асфальтобетонне кріплення;

– за швидкості течії більше 4 м/с – залізобетонні плити (рис. 2.27, г).

Для захисту підводної зони виконують кам'яний накид, залізобетонні чи кам'яно-хворостяні матраци (рис. 2.27, д), а також опояски й контрбанкети для укріплення крутих укосів (рис. 2.27, е).

Стійкість і міцність укріплення забезпечують правильним підбором елементів конструкції. Для цього проводять інженерні розрахунки, які є обов'язковими для складних умов роботи конструкції. У таких умовах експлуатації знаходяться напірні укоси водосховищних і морських дамб, берегозахісні споруди на морях, великих озерах і водосховищах.

У більшості зарубіжних країн для укріплення укосів берегової смуги використовують ті ж будівельні матеріали, що і в Україні. У США застосовують бетонні блоки з замковими з'єднаннями, покриття з асфальтобетонних матів і оболонок мембран, цементогрунт, нейлонові мати й геотекстиль. В Англії для захисту укосів від розмивання широко використовують хмизове укріплення, покриття з бетонної суміші, бетонні блоки й елементи. В Італії та Франції для укріплення укосів, що підтоплюються, здебільшого, використовували ґрунти, оброблені в'яжучими матеріалами, замість бетонних конструкцій. На території Німеччини поширене використання геотканин і різних синтетичних матеріалів. В Австралії та Індії нестійкі укоси закріплюють посадкою рослинності. Ґратчасті конструкції для укріплення укосів широко застосовуються в Японії та Болгарії. В Україні найпоширенішим способом укріплення берегів великих річок є залізобетонне укріплення, у західних і південних районах частіше використовують біологічні методи й кам'яний накид, при зміцненні берегів невеликих водойм використовують цементогрунт, збірні залізобетонні елементи і синтетичні матеріали.

2.1.8 Міські набережні

Ділянки міських територій, що пролягають уздовж берегів відкритих водоймищ, називають ***набережними*** і поділяють на три категорії:

1) набережні, призначені під забудову житловими і громадськими будинками, з улаштуванням проїзду вздовж водоймища (рис. 2.28, а);

2) набережні, призначені під парки, сквери (рис. 2.28, б) і водноспортивні споруди (рис. 2.28, в);

3) набережні, що призначені для господарських і транспортних цілей (порти, пристані (рис. 2.28, г), склади тощо).

Під час планування набережних вирішують два завдання – забезпечення проїзду уздовж берега ріки та укріплення берегів. Оформлення набережної повинно гармоніювати з архітектурним ансамблем забудови берегової смуги.

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.28 – Міські набережні:
а) з улаштуванням проїзду вздовж річки; б) з розміщенням парку;
в) з розміщенням водноспортивнх споруд; г) причал

Вертикальним плануванням набережних захищають від затоплення прилеглі квартали, а будинки і дорожні споруди – від шкідливого впливу ґрунтових вод.

Поперечні профілі берегової смуги проектують за різними схемами залежно від її містобудівного використання, рельєфу місцевості та особливостей водоймища. Набережні можуть бути одно– і двох’ярусними (рис. 2.29) залежно від крутості та перепаду висот укосу чи від їхнього призначення, архітектурних і економічних міркувань. На набережних споруджують декоративні сходи до води (рис. 2.30). У містах, де є пасажирське річкове чи морське господарство, влаштовують сходи-причали. На ділянках, призначених для проведення водних спортивних змагань, проектують сходи-трибуни. Сходи є декоративним оформленням набережних міста.

Береговий схил набережної укріплюють посадкою зелених насаджень або влаштуванням підпірних стінок. Конструкцію набережної-стінки визначають

залежно від величини гідростатичного тиску води, характеристики ґрунтів в основі стінки, а також відповідних будівельних матеріалів. Стінку кам'яної чи бетонної набережної виконують з вертикальною чи похилою передньою гранню. Похила грань може мати постійний або перемінний ухил, наближаючись до увігнутої площини (рис. 2.31).



Рисунок 2.29 – Двох'ярусна набережна



Рисунок 2.30 – Декоративні сходи до води



Рисунок 2.31 – Гравітаційна підпірна стінка з увігнутою передньою гранню

Для облицювання набережних застосовують граніт, піщаник тощо. Верхом стінки влаштовують огородження, висоту якого приймають 0,9–1 м.

Для відведення поверхневих вод улаштовують зливову каналізацію. Водоприймальні колодязі встановлюють через 50–60 м. Випуск водостоків проектують вище рівня води у річці, щоб уникнути підтоплення водостічної мережі. Хоча іноді водовипуск розташовують нижче горизонту води, щоб набережні мали кращий вигляд, а водовипуск не промерзав узимку. Для пропуску кабелів на набережних влаштовують спеціальні камери.

Поздовжній ухил на набережних дуже малий, тому проїзну частину проектують з пилкоподібним профілем. Поперечний профіль набережної за великої ширини проїзної частини влаштовують двосхилим, а за ширини 10 м – односхилим із ухилом 20 ‰ убік ріки. Уздовж огородження проектують тротуар. Висотні позначки набережних визначають залежно від розрахункового горизонту високих вод, відповідного розрахунковому паводку зазначеної повторності. Розрахунковий горизонт високої води (РГВВ) визначають імовірнісними розрахунками за рівнями, що спостерігаються на водомірних гідрометеопостах, де фіксують рівні паводків. Розрахунок найменшої позначки набережної аналогічний розрахунку висоти дамби обвалування (формули (2.1–2.4)).

2.1.9 Міські пляжі

Пляжі влаштовують на території міста чи поблизу нього в межах прибережних смуг річок і озер у зоні відпочинку. Особливу увагу приділяють чистоті води у водоймищі, рельєфу берегової смуги і дна водоймища, стабільності берегової лінії і самого пляжу. Для пляжу вибирають ділянки, віддалені від місць забруднення і зон строгого режиму санітарної охорони джерел водопостачання.

Пляжі розташовують на освітленому сонцем березі з орієнтацією на південь чи південний захід. Пляжі влаштовують на безпечних ділянках ріки, що мають піщані обмілини.

Площу пляжу на одного відвідувача приймають не менше 8 м^2, для маломобільних осіб – не менше 10 м^2 [70].

Мінімальні розміри території морських пляжів, які розташовані на території курортів, необхідно приймати на одного відвідувача [70]: для дорослих – 5 м^2; для дітей – 4 м^2.

Розміри території спеціалізованих лікувальних пляжів для маломобільних груп населення приймають з розрахунку 8–10 м^2 на одного відвідувача [70].

Необхідну ***площу дзеркала води*** визначають за формулою:

$$S = \frac{Nnptm}{100bT}, \tag{2.16}$$

де S – площа дзеркала води, м^2; N – кількість жителів міста, люд.; n – норма дзеркала води на одного відвідувача в годину, (5 м^2/год/люд.); p – відсоток охоплення населення; m – кількість відвідувань у тиждень; T – тривалість роботи пляжу на добу, год; t – тривалість перебування у воді, год (0,5 год); b – кількість днів роботи на тиждень.

Загальна ***довжина пляжів*** має задовольняти вимогам:

$$L = \frac{0{,}16 N_1}{kn'}, \text{ м} \tag{2.17}$$

де N_1 – чисельність населення, що обслуговується зоною відпочинку; k – коефіцієнт неодночасності відвідування пляжів; n' – кількість смуг пляжу, вважаючи ширину однієї смуги 5 м, за норми використання площі пляжу на одну людину 5 м^2; $0{,}16$ – коефіцієнт населення міста, що відпочиває біля води в годину «пік».

Довжину берегової смуги річкових і озерних пляжів приймають не менше 0,25 м на одного відвідувача, морського пляжу – не менше 0,2 м [70].

На прилеглих до зони пляжів територіях та водних просторах потрібно створювати припляжну й акваторіальну зони. Для орієнтовних розрахунків площі території вказаних зон на одного відвідувача приймають: припляжної у

прибережній захисній смузі малих і середніх річок та водойм – 10 м^2, великих річок, водосховищ та озер – 25 м^2; акваторіальної – 5 м^2 (для купання) [70].

Швидкість течії води у річці в районі пляжу не повинна перевищувати 0,5–1 м/с. Ширину безпечної підводної частини для купання приймають не менше чотирьох-п'яти смуг пляжу, що відповідає 20–25 м. Глибина водоймища має бути достатньою і безпечною для тих, хто вміє і не вміє плавати. Цим умовам задовольняє дно з положистим схилом від берега 1–1,5 %. Для дитячих пляжів глибину на межі безпечної зони і зони занурення приймають не більше 0,8 м, найбільша глибина безпечного майданчика – 1,2 м [32].

Запитання для самоконтролю

1. Визначити містобудівне значення водоймищ.

2. Які території вважаються затоплюваними? Які Ви знаєте основні способи боротьби із затопленням?

3. Основні принципи проектування дамб обвалування.

4. У яких випадках проектують суцільну підсипку територій?

5. Коли проектують регулювальні ставки? Як розраховують регулювальну ємність ставка?

6. Як можна регулювати русла струмків і малих річок?

7. Що таке регулювання русел рік? Види регуляційних споруд.

8. Як проводиться боротьба із затопленнями міських територій за допомогою регулювання стоку?

9. Які види берегоукріпних споруд Ви знаєте?

10. Що таке набережні? Категорії набережних.

11. Основні принципи влаштування і розрахунку пляжів.

2.2 Захист міських територій від підтоплення

2.2.1 Фактори, що викликають підтоплення міських територій

Підтоплення *– інженерно-геологічний процес, який має прояви у певних умовах природного середовища (зокрема на міських територіях) внаслідок спільного впливу причин і факторів як природного, так і техногенного походження, коли за розрахунковий період часу відбувається збільшення вологості ґрунтів або підняття рівня ґрунтових вод до граничних значень, за якими порушуються умови будівництва й експлуатації будинків і споруд, відбувається пригнічення та загибель зелених насаджень, засолення та заболочування земель сільськогосподарського призначення* [36].

Основними природними умовами, у яких формується процес підтоплення, є наявність слабопроникних ґрунтів та їхніх прошарків, розташування водо-

тривких шарів відносно близько до поверхні ґрунту, слабка дренованість територій. На міських територіях до природних факторів додається техногенний вплив, який призводить до активізації процесів підтоплення. Цей вплив обумовлений зміною позначок поверхні (плануванням) територій, що забудовуються, погіршенням природної дренованості, ефектом екранування потоків вологи тощо [36].

Причини підтоплення урбанізованих територій: улаштування гребель у руслах річок, які протікають міською територією; зменшення об'ємів води, що вилучається з недостатньо захищених горизонтів підземних вод на території міста; значні втрати (витоки) з каналізаційних і водогінних мереж; порушення режиму вологості в зоні аерації завдяки асфальтовим покриттям і забудові знижує випаровування і сприяє утворенню конденсату; баражний вплив підземних споруд; велика питома вага в міському водообігу вод, що залучаються зі сторони, тобто з поверхневих джерел, розташованих за межами міста, призводить до нерегульованого поповнення запасів підземних та ґрунтових вод на міській території; нерегульоване поливання газонів і присадибних ділянок збільшує інфільтраційне живлення ґрунтових вод; порушення поверхневого стоку на забудованих ділянках.

Наслідки підтоплення урбанізованих територій: нерівномірні просідання ґрунтів із наступною деформацією конструкцій будинків і споруд; зниження експлуатаційної придатності заглиблених частин будинків і споруд під час їх затоплення ґрунтовими водами; розвиток суфозійних процесів і провали покрівлі ґрунтів над підземними спорудами; збільшення зони поширення ударно-вібраційних впливів на будинки і споруди; зниження характеристик міцності ґрунтів і виникнення зсувних явищ на схилах і укосах; зниження інфільтраційної здатності ґрунтової товщі й заболочування територій; деградація деревних насаджень через так зване «вимокання» кореневої системи; зміна хімічного складу ґрунтів (засолення); збільшення корозійної активності ґрунтів і ґрунтових вод по відношенню до бетону й металів; погіршення санітарно-гігієнічних умов завдяки прискоренню процесів розкладу й процесів переносу інфекції; вижимання небезпечних газів (радон, торон, метан) із товщі ґрунтів у підвали будинків і підземних споруд.

Підтоплення є одним із проявів шкідливої дії води. Розвиток процесу підтоплення супроводжується зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів, зменшенням їх несучої здатності та природного ґрунтового опору, активізацією небезпечних геологічних процесів (карст, зсуви, суфозія), що призводить до непередбачених осідань будівель і споруд та їхнього руйнування. Підтоплення

призводить до зміни хімічного складу ґрунтових вод, забруднення поверхневих і підземних вод, деградації ґрунтового покриву. Підвищення агресивності ґрунтових вод стосовно матеріалів будівельних конструкцій викликає їхньою корозію, передчасне руйнування і деформацію будівель та споруд.

Підземні води утворюються в результаті просочування (інфільтрації) атмосферних опадів у ґрунт. Вода, що надійшла в ґрунт, опускається у більш глибокі шари, поки не зустріне на своєму шляху водонепроникні породи. Водоносні горизонти формуються між водотривкими шарами, створюючи різні за ступенем насичення і видами водного живлення зони.

Види ґрунтових вод: *верховодка, підвішені, ґрунтові, міжпластові* (рис. 2.32).

Верховодка утворюється на слабководопроникних лінзах породи, розташованих близько до позначок денної поверхні. Товщина шару верховодки зазвичай невелика – до 2 м. Верховодка поступово стікає з лінзи. У посушливий період року вона може повністю зникнути і з'явитися знову після перезволоження ґрунту.

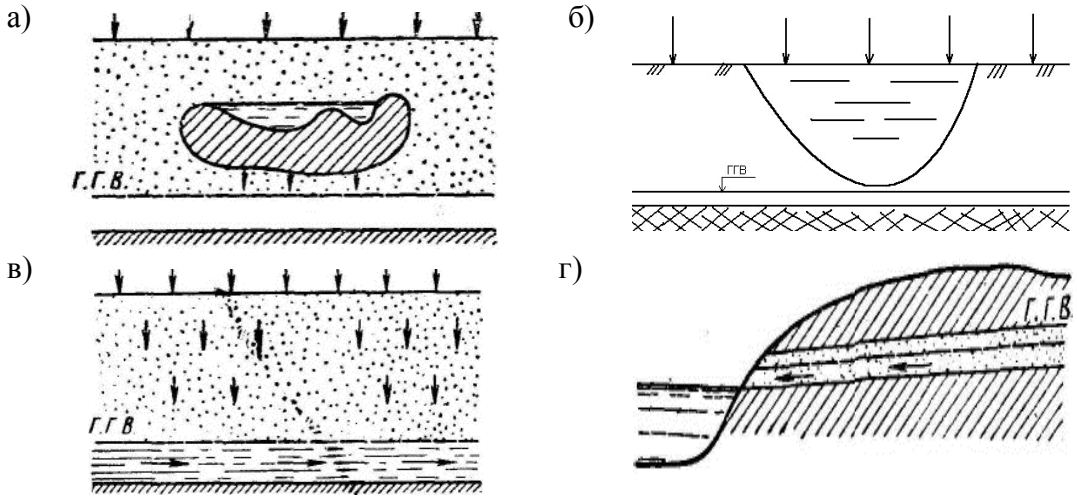


Рисунок 2.32 – Види ґрунтових вод:
а) верховодка; б) підвішені; в) ґрунтові; г) міжпластові

Підвішені води виникають, коли слабководопроникли ґрунти не встигають пропускати вологу, що надходить зверху, і утримуються у шарах силою капілярного натягу.

Верховодка і підвішені води іноді викликають заболочування території і підтоплення підземних споруд.

Ґрунтові води – це перший водоносний шар від поверхні землі. Вони залягають на водотривкому шарі, займають великі площі. Товщина шару залежить від кількості опадів. Ґрунтові води найчастіше є причиною підтоплення міських територій.

Міжпластові води – це підземні води, що розташовуються між двома водонепроникними шарами. Якщо ці води залягають на невеликій глибині, то вони можуть стати причиною підтоплення територій. Міжпластові води можуть бути напірними і безнапірними.

Гранична глибина залягання ґрунтових вод *– глибина від поверхні землі до максимального рівня ґрунтових вод, допустимого (за проектом або прогнозом) на весь період експлуатації територій, будівель та споруд*. Граничні глибини залягання ґрунтових вод, які мають забезпечуватись на територіях міст і селищ шляхом вжиття заходів інженерного захисту від підтоплення, приймають відповідно таблиці 2.4 [36] за умов, що висота капілярного підняття $\Delta h_К$ найвищого обводненого шару ґрунту не перевищує 0,5 м, а також на території відсутні карстові явища.

Таблиця 2.4 – Граничні глибини залягання ґрунтових вод для територій міст і селищ [36]

Призначення території	Гранична глибина до рівня ґрунтових вод, м	Примітки
Багатоповерхова капітальна забудова:		
– якщо глибина промерзання 0,7 м і більше	не менше 2,0	не менше 0,5 м від підошов фундаментів споруд
– те саме менше 0,7 м	не менше 1,5	те саме
– з підвальними приміщеннями	від підлоги підвалів не менше 1,0	те саме
– із розвинутим підземним простором (підземні пішохідно-транспортні споруди, комунікаційні тунелі, колектори та канали)	від підлоги заглиблених споруд не менше 0,5	те саме
Малоповерхова садибна забудова	не менше 1,5	не менше глибини промерзання
Вулиці, дороги, майдани	не менше 1,0	те саме
Міжміські автошляхи в межах міст та селищ	згідно з нормами будівництва автомобільних доріг	те саме
Від низу трубопроводів питної води	не менше 0,5	те саме
Парки, сквери, зелені насадження	не менше 1,0	не менше глибини нормального росту дерев
Стадіони, спортивні майданчики, інші площинні споруди	не менше 0,5	необхідне локальне водозниження для капітальних споруд
Промислова зона	визначається відповідно до технологічних вимог виробництв, стандартів підприємств, галузевих стандартів	–

На підтоплених територіях рівень ґрунтових вод потрібно знижувати так, щоб не порушити умови зростання зелених насаджень і захистити підземні споруди, забезпечити їхню нормальну експлуатацію.

Норма осушення *– розрахункове значення необхідного пониження рівня ґрунтових вод від поверхні землі на осушуваній території* [35]. Її призначають залежно від конструктивних особливостей підземних споруд, проектної поверхні ділянок зелених насаджень.

Термін «підтоплення» умовний, тому що в межах однієї й тієї ж території окремі ділянки з однаковою глибиною залягання підземних вод можуть вважатися підтопленими чи ні залежно від глибини закладення підземних споруд і міських комунікацій.

Підтоплені території (рис. 2.33) *– ділянки, на яких постійно або тимчасово на достатньо тривалий період (місяць і більше) ґрунтові води підіймаються вище граничних глибин залягання або відбувається затоплення, або коли відбувається підвищення вологості ґрунтів, то підняття рівня ґрунтових вод та затоплення істотно впливають на роботу об'єктів економіки в регламентованому режимі*.



Рисунок 2.33 – Підтоплені території селища в басейні гірської річки на Закарпатті

На територіях міст і селищ належить визначати ділянки, на яких сталося або очікується в майбутньому (за прогнозом) перевищення граничних значень вологості ґрунтів, підняття ґрунтових вод вище граничних глибин залягання або затоплення. Сукупність таких ділянок потрібно вважати підтоплюваними (схильними до підтоплення або затоплення) територіями.

Підтоплювані території *– усі схильні до підтоплення та затоплення ділянки територій міст і селищ, на яких підвищення вологості ґрунтів, підняття рівня ґрунтовних вод або затоплення вже призвели або можуть призвести в майбутньому (за прогнозом) до суттєвого погіршення умов життя населення та проведення господарської діяльності* [36]. На окремих ділянках підтоплюваних територій спостерігаються різні стадії розвитку процесів підтоплення (затоплення) і відповідно до цього виділяються: підтоплені території (зокрема ті, що потребують термінового захисту) та потенційно підтоплені території.

За ступенем (стадією розвитку) підтоплення або затоплення підтоплювані території міст і селищ поділяють на підтоплені території; підтоплені терито-

рії, що потребують термінового захисту; потенційно підтоплені території [36].

На *підтоплених територіях* мають передбачатися заходи інженерного захисту з метою забезпечення сприятливих умов життя населення, благоустрою територій, будівництва та експлуатації будівель і споруд. Для будинків і споруд із розвинутим підземним простором потрібно передбачати заходи щодо захисту заглиблених приміщень [36].

Підтоплені території, що потребують термінового захисту – ділянки, що належать до підтоплених територій, на яких утворилася надзвичайна ситуація, пов'язана із підтопленням, затопленням та їхніми наслідками, або внаслідок підтоплення та затоплення склалися незадовільні санітарно-гігієнічні або екологічні умови (згідно з чинними нормативами) [36].

Потенційно підтоплені території – підтоплювані ділянки, на яких умови для віднесення їх до підтоплених територій ще не склалися, але це можливо за прогнозом або за збігом діючих факторів і причин внаслідок забудови або підпору водосховищ. Це території з високим заляганням водотривких шарів ґрунту із літологічною будовою і рельєфом, які сприяють накопиченню атмосферних опадів, інфільтраційних вод (разом із витратами з водонесучих мереж) [36].

Ступінь потенційної підтоплюваності території оцінюється за якісним прогнозом з урахуванням інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов території, конструктивних і технологічних особливостей споруд (тих, що знаходяться в експлуатації або проектуються), зокрема інженерних комунікаційних мереж.

2.2.2 Заходи боротьби з підтопленням

Під час проектування інженерного захисту будівель та споруд має виконуватися кількісний прогноз зміни рівнів ґрунтових вод з урахуванням техногенних факторів. Для цього вимагаються спеціальні комплексні дослідження балансу підземних вод на прилеглих територіях, зокрема не менше ніж річний цикл стаціонарних спостережень за режимом підземних вод, математичне моделювання гідродинамічних процесів. Комплекси заходів інженерного захисту від підтоплення та затоплення мають містити запобіжні заходи та будівництво захисних споруд [36].

Запобіжні заходи призначають на потенційно підтоплених та підтоплених територіях для попередження підтоплення та затоплення територій і споруд. Вони полягають в усуненні причин і факторів підвищення рівня ґрунтових вод; штучному підвищенні позначок поверхні території; належній організації стоку поверхневих вод; влаштуванні захисної гідроізоляції і профілактичних

пристінкових дренажів біля основ підвалів та інших підземних споруд; ретельному влаштування водопровідно-каналізаційних споруд і правильній їхній експлуатації; належній організації випуску промислових стічних вод; влаштуванні профілактичних вентиляційних каналів в основі підземних споруд [36].

Захисні споруди забезпечують безпосереднє зниження рівня ґрунтових вод або перешкоджають затопленню на підтоплених територіях і територіях, що потребують невідкладного захисту [36]. Вони також застосовуються для захисту від підтоплення та затоплення окремих будівель і споруд. Проектування захисних споруд від підтоплення та затоплення виконують з урахуванням генеральних планів міст та селищ, схем та комплексних програм інженерного захисту територій населених пунктів від небезпечних геологічних процесів та шкідливої дії вод, вимог інтегрованого керування поверхневими та підземними водами, земельними ресурсами, програм екологічного оздоровлення територій.

Захист від підтоплення ґрунтовими водами територій міст і селищ, а також окремих споруд на них належить виконувати такими способами: улаштуванням дренажів різних типів; улаштуванням зовнішньої або внутрішньої гідроізоляції; усуненням витоків із водопровідно-каналізаційних систем або несправностей в дренажній мережі; підйомом підлоги в існуючих підвальних приміщеннях.

Використання для захисту від підтоплення протифільтраційних екранів (завіс) вважається недоцільним через створення перед ними небезпечних зон підвищення рівнів ґрунтових вод, що сприяє розвиненню баражного ефекту.

Вибір типів споруд для захисту від підтоплення та затоплення належить здійснювати з урахуванням природних умов та містобудівного використання території на основі техніко-економічного порівняння варіантів. Споруди для захисту від підтоплення та затоплення мають забезпечувати в зоні свого впливу дотримання вимог санітарно-екологічної і техногенної безпеки, зокрема захисту підземних вод від забруднення.

Проекти інженерного захисту від підтоплення та затоплення мають передбачати заходи щодо збереження ківшевого режиму поверхневих та підземних вод на заповідних територіях. Зміна режиму рівнів ґрунтових вод на територіях, що знаходяться у зоні впливу захисних споруд, не повинна призводити до несприятливих наслідків на суміжних територіях, зокрема: зниження несучої здатності природних і штучних основ; заболочування територій; зменшення рекреаційного потенціалу територій; активізації небезпечних геологічних процесів, що призводять до осідання поверхні землі та недопустимих деформацій існуючих будівель [36].

2.2.3 Особливості застосування й типи міських дренажів

Дренаж – *це підземні споруди, призначені для штучного зниження рівня підземних вод протягом тривалого часу*. Основна вимога до підземних дренажів полягає в тому, щоб знижений рівень підземних вод розміщувався не вище визначеної глибини від поверхні землі, тобто щоб була витримана норма осушення.

Залежно від розміщення дренажів стосовно дренованої території і джерел надходження до неї підземних вод розрізняють такі системи дренажів: *систематичний, головний, кільцевий, береговий, відсічний, змішаний* [35].

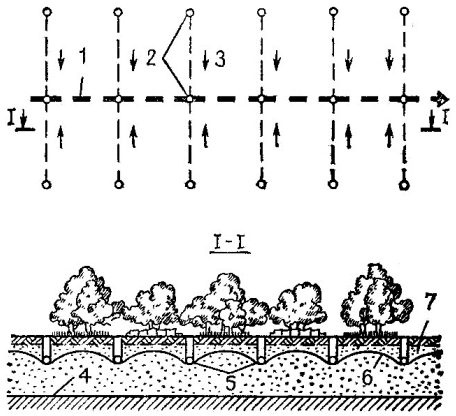


Рисунок 2.34 – Схема систематичного дренажу [32]: 1 – дренажний колектор; 2 – оглядові колодязі; 3 – напрямок стоку; 4 – водоупор; 5 – дрени-сушувачі; 6 – знижений рівень підземних вод; 7 – незнижений рівень підземних вод

Систематичний дренаж улаштовують для зниження рівня підземних вод у межах великої території (рис. 2.34). Дренажна система складається з магістрального колектора й окремих дрен-осушувачів. Відстань між дренами-осушувачами приймають за розрахунками.

Головний дренаж укладають для перехоплення підземних вод, що мають напрямок до області дренування: до ріки, яру чи забудованої території (рис. 2.35). Його розміщують перпендикулярно до напрямку руху потоку підземних вод, що надходять з боку розташованої вище площі. Споруду, яку захищають, розташовують нижче головної дрени.

Кільцевий дренаж будують для захисту окремих будинків, споруд чи майданчиків (рис. 2.36). Кільцевий дренаж заміняють пристінковим, якщо підземну частину будинку чи іншої споруди розташовують у непроникних чи слабкопроникних ґрунтах. Пристінковий дренаж є типом кільцевого дренажу, у якому конструкцію фільтра влаштовують з'єднаною з конструкцією стін будинку.

Береговий дренаж споруджують для перехоплення вод, що фільтруються у глибину берегового схилу з боку ріки (рис. 2.37). Одночасно береговий дренаж перехоплює підземні води, що надходять до ріки з боку прилеглої території.

Відсічний дренаж застосовують для перехоплення підземних вод, які фільтрують з боку підтоплених ділянок території.

Змішаний дренаж використовують для захисту від підтоплення територій при складних умовах живлення підземних вод.

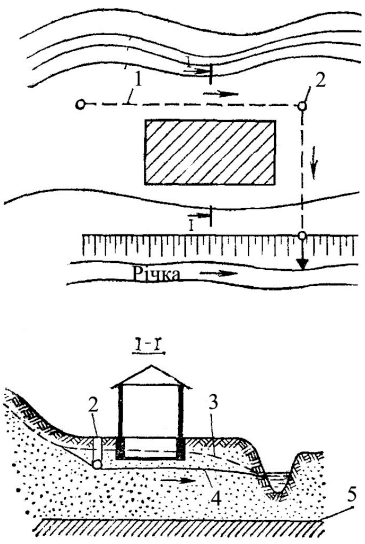


Рисунок 2.35 – Схема головного дренажу [32]: 1 – траса головного дренажу; 2 – оглядові колодязі; 3 – незнижений рівень підземних вод; 4 – знижений рівень підземних вод; 5 – водоупор

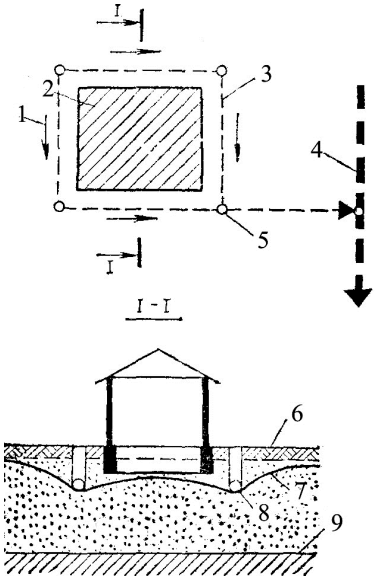


Рисунок 2.36 – Схема кільцевого дренажу [32]: 1 – напрямок ухилу; 2 – об'єкт, що захищають; 3 – траса дренажу; 4 – водостік; 5 – оглядові колодязі; 6 – незнижений рівень підземних вод; 7 – знижений рівень підземних вод; 8 – дренаж; 9 – водоупор

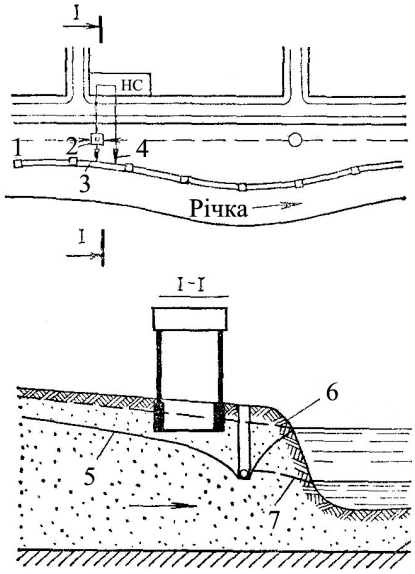


Рисунок 2.37 – Схема берегового дренажу [32]: 1 – траса берегового дренажу; 2 – водозбірний приярок; 3 – самопливний випуск; 4 – напірний випуск; 5 – зниження рівня підземних вод під час проходження паводку; 6 – крива підпору за рівня високих вод; 7 – вихід ґрунтових вод на рівень меженних вод

Розрізняють дренажі ***досконалого і недосконалого типів***. Дрени досконалого типу повністю прорізують дренований водоносний шар і своєю основою доходять до водоупору; дрени недосконалого типу частково прорізають водоносну товщу і не доходять своєю основою до підстилаючого її водоупору.

Залежно від застосованих пристроїв для захоплення ґрунтових вод виділяють такі типи дренажів: *горизонтальний, вертикальний, комбінований, променевий, внутрішній, спеціальні види дренажів* [36].

Горизонтальні дренажі застосовують у різних ґрунтових умовах, вони є найбільш розповсюдженими у міському будівництві. У конструктивному відношенні їх поділяють на такі основні види:

– *відкриті дренажі* – без заповнення їхнього поперечного перерізу фільтрувальним матеріалом – канави і лотки, що використовуються для осушення лише верхніх шарів ґрунту (рис. 2.38). Такими лотками можна одночасно відводити і поверхневі води. Канави і лотки виконують з укріпленням дна й укосів і без нього. Укріплення може бути з обдернування, кам'яного мощення, бетонних плит. Відкриті дренажі проектують на територіях садибної забудови міст, у

сільських населених пунктах і на територіях стадіонів, об'єктів природно-заповідного фонду, парків та інших озеленених територій загального користування [70]. Їх також можна застосовувати і для захисту від підтоплення наземних транспортних комунікацій [70];



Рисунок 2.38 – Відкрита дренажна канава

– *закриті дренажі*. Вони можуть бути із суцільним заповненням їхнього поперечного перерізу фільтрувальним матеріалом (хворостяні, тичкові і кам'яно-щебенисті (рис. 2.39, а)) і трубчастими (рис. 2.39, б), що складаються з покладеної на підготовлену основу дренажної труби (гончарної, керамічної, бетонної, залізобетонної, азбоцементної, пластмасової, дерев'яної). Щоб труба не засмічувалась ґрунтом, її оточують пористою засипкою – фільтром.





Рисунок 2.39 – Закриті дренажі:
а) із суцільним заповненням фільтрувальним матеріалом; б) трубчасті

Для прилеглого до труби шару засипки використовують щебінь і гравій великих фракцій, а для зовнішніх шарів – крупно-, а потім середньозернисті піски. Наразі замість засипки застосовують фільтри із штучних мінерально-волокнистих матеріалів. Мінімальний діаметр труб приймають 200 мм. Для прийому води в трубах роблять отвори діаметром 8–12 мм;

– *галерейні дренажі* з прохідними чи напівпрохідними колекторами прямокутного, круглого чи еліптичного перерізу і висотою відповідно 1,8 і 1,2 м (рис. 2.40). Стінки колекторів у нижній частині виконують з водоприймальними щілинами. Фільтрувальну засипку укладають навколо дрени з грубозернистого піску. Галерейні дренажі застосовують в особливо відповідальних випадках, коли необхідно забезпечити систематичний експлуатаційний нагляд.

Переваги горизонтальних дренажів полягають у простоті влаштування й експлуатації. До недоліків варто зарахувати обмежені можливості відносно керування рівнями підземних вод на території, що захищається, обмежену глибину закладення.



Рисунок 2.40 – Галерейний дренаж

Вертикальні дренажі застосовуються для дренування ґрунтів із значною водопроникністю у двошаровому середовищі. Вони складаються з груп трубчастих колодязів, об'єднаних в єдину систему за допомогою водопровідних пристроїв і насосної станції (рис. 2.41). Трубчасті колодязі складаються з глухої труби, вертикально зануреної у водоносний шар, і фільтра. Вертикальні дренажі класифікують:

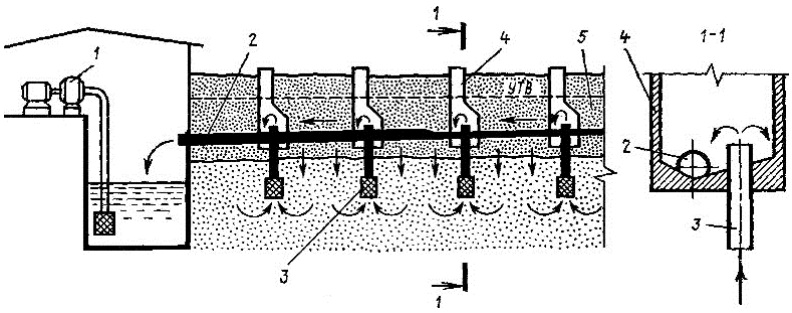


Рисунок 2.41 – Схема вертикального дренажу [53]: 1 – насос; 2 – трубопровід; 3 – дренажний колодязь; 4 – оглядовий колодязь; 5 – ґрунт

а) за водопровідними пристроями – *вбирні колодязі*, *одиночні трубчасті колодязі*, *глухі колектори*, *вакуумні системи*, *ерліфтові*;

б) за типами фільтрів – *дірчасті*, *шпаруваті*, *дротові*, *сітчасті*, *каркасно-стрижневі*, *гравійні*, *з пористого бетону на основі клею БФ*.

Переваги вертикальних дренажів: широкі можливості в керуванні рівнями підземних вод, будь-яка глибина закладання, нескладність влаштування трубчастих колодязів. Проте вертикальні дренажі мають меншу перехоплювальну спроможність порівняно з горизонтальними; унаслідок заростання фільтрів у трубчастих колодязів нетривалий термін експлуатації.

Комбіновані дренажі застосовуються у випадках складної будови відкладень, коли верхній слабкопроникний шар ґрунту великої потужності підстеляється шарами водопроникних ґрунтів невеликої потужності із водоносним горизонтом у них (напірним або безнапірним). Вони складаються з трубчастих колодязів і горизонтальної дрени (рис. 2.42). Трубчасті колодязі конструктивно вирішують подібно до колодязів вертикального дренажу. Горизонтальну дрену виконують у вигляді залізобетонної галереї. Комбіновані дренажі мають високу перехоплювальну і дренувальну спроможність, спокійний, самопливний режим

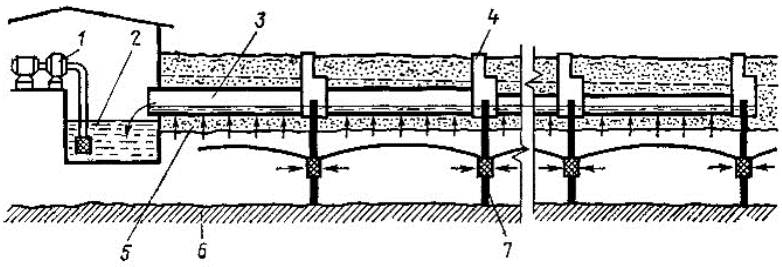


Рисунок 2.42 – Схема комбінованого дренажу [53]: 1 – насос; 2 – резервуар; 3 – горизонтальна дренаколектор; 4 – колодязь; 5 – щільні ґрунти; 6 – водоупор; 7 – вертикальний колодязь

роботи, нескладне обслуговування під час експлуатації дренажу. До недоліків застосування комбінованих дренажів *варто зарахувати* обмежені можливості відносно керування рівнями підземних вод, нетривалий термін експлуатації внаслідок заростання фільтрів, високу вартість будівництва.

Променевий дренаж застосовують для глибокого зниження рівня ґрунтових вод, він є ефективним для дренування територій із складною будовою рельєфу поверхні та ґрунтових шарів, на ділянках із щільною забудовою та густо насиченим комунікаціями підземним простором [36]. Променеві дренажі становлять комбінований тип дренажу. Вони складаються з водозбірного колодязя та водоприймальних променів-свердловин, пробурених горизонтально або похило в напрямку об'єкта, який захищається. Промені обладнують трубчастими дренами або трубофільтрами.

Внутрішній дренаж застосовують для захисту будинків та споруд у разі неможливості влаштування класичних систем дренажу за умови проведення ремонту або реконструкції підвального приміщення [36].

Спеціальні види дренажів застосовують для посилення ефекту осушення слабкопроникних ґрунтів (прискорення темпів осушення, поліпшення роботи фільтрів) [36]. Існують такі види спеціального дренажу: *пластовий* чи *постільний*, *вентиляційний*, *біодренаж*, *електродренаж*, *термодренаж, вакуумний дренаж* тощо.

Вентиляційний дренаж застосовують для осушення глинистих ґрунтів у південних районах. Це труби з пористого матеріалу, через які безупинно продувається повітря. Роль цих дренажів профілактична.

Біодренаж улаштовують на межах дренованих ділянок у вигляді деревних смуг. Наприклад, у південних районах висаджують евкаліпт, у центральних – вербу, використовуючи «транспірувальну» здатність дерев. Біодренаж закладають на ділянках з високим стоянням підземних вод, його застосовують як допоміжний засіб.

Електродренажі становлять пристрої, які осушують ґрунт під дією електричного струму. Їх варто застосовувати для тимчасового осушення слабкопро-

никних ґрунтів із коефіцієнтами фільтрації менше за 0,01 м/добу (глинисті чи мулисті ґрунти) [36]. У ґрунт закладають труби – електроди на відстані 1,5–2,0 м одна від одної, якими подається електричний струм. У разі тривалого впливу електричного струму на ґрунт у ньому відбуваються реакції обміну і такі процеси, у наслідок яких глинистий ґрунт здобуває велику міцність.

Принцип дії *термодренажу* такий саме, як і електродренажу. По трубах пропускають гарячі гази. Ґрунти нагріваються до температури випалу, у результаті глина збезводнюється, утрачає здатність розбухати, здобуває велику міцність.

Пластовий дренаж (рис. 2.43) використовують для захисту підошов окремих будівель та комунікацій за умов, коли дно котловану не досягає водотривкого шару. Цей тип дренажів улаштовується вздовж підошов фундаментів, підвалів або підземних споруд незалежно від їх глибини закладання. Пластові дренажі рекомендуються для захисту відповідальних споруд – як найбільш довговічні та надійні в експлуатації порівняно з горизонтальним трубчастим дренажем; для захисту підземних споруд глибокого закладання (багатоярусні паркінги та інші), коли улаштування трубчастого дренажу з оглядовими колодязями уздовж зовнішнього контуру є економічно недоцільним; у випадках, коли за прогнозом вірогідний значний підйом рівня ґрунтових вод і це може зашкодити споруді; у комбінації з гідроізоляцією – для захисту заглиблених споруд; для захисту підземних споруд, які експлуатуються у режимі підвищених температур, через що не може бути використана обклеювальна гідроізоляція [36].



Рисунок 2.43 – Пластовий дренаж

Ширина пластового дренажу в кожний бік від дрени не повинна перевищувати 30 м.

За допомогою *вакуумних дренажів* водозниження здійснюється під дією вакууму, який створюється в ґрунті. Найдоцільнішим є застосування вакуумних дренажів під час осушення ґрунтів із низькими фільтраційними властивостями. Вакуумні водознижувальні установки із голкофільтрами застосовуються для тимчасового водозниження під час будівельних робіт. Голкофільтри встановлюють по периметру майбутнього котловану або по довжині траншеї [36].

Під час освоєння територій із зсувами передбачають спеціальні конструкції дренажу: *укісні прорізи*, *каптажні камери*, *наслінний дренаж*, *горизонтальні чи похилі шпари*.

2.2.4 Конструювання й розрахунок міських дренажів

Конструкцію каптажних споруд вибирають залежно від гідрогеологічних умов виходу підземних вод на поверхню, потужності відкладень над водоносним шаром, витрат джерела.

Трасування дренажів визначає: розміщення дренажної мережі у плані, вибір глибини закладення мережі, сполучення дренажних ліній у плані й профілі, вибір проектних ухилів дренажів. Розміщення дренажної мережі у плані визначають системою і типом дренажу, а також характером забудови. Магістральні колектори *систематичного дренажу* прокладають під проїздами і вулицями, а збирачі – під другорядними проїздами і місцевими вулицями. Тому систематичний дренаж не завжди має строго паралельні гілки, тому що мережу погоджують із трасою вулиць, проїздів, розміщенням будинків. *Головний дренаж* проектують перпендикулярно до напрямку потоку підземних вод. Для прокладання головного дренажу використовують існуючі вулиці та проїзди, що проходять поблизу верхньої межі дренованої ділянки. Трасу *кільцевого дренажу* визначають контурами самих ділянок, що захищаються. Лінія *берегового дренажу* співпадає з напрямком берегової лінії водоймища, для цього можуть використовуватися прилеглі вулиці чи вільні території. Траса *пластового дренажу* проходить під трасою дороги, в основі якої він укладається.

Глибину закладення визначають величиною зниження рівня підземних вод, системою і типом дренажу та гідрогеологічними умовами дренованої території [36]. Застосовуючи трубчасті дренажі горизонтального типу, потрібно враховувати глибину промерзання ґрунту. Глибина закладення *горизонтальних дренажів* 5–6 м, рідше 8 м. *Вертикальні дренажі* мають будь-яку практично необхідну глибину закладення.

Відкриті й закриті дренажі із суцільним заповненням сполучаються під кутом не менше 30º. При застосуванні горизонтального трубчастого дренажу сполучення може здійснюватись під кутом 90º. У вертикальній площині сполучення окремих ліній горизонтального дренажу може бути здійснено способом влаштування перепадів чи без них.

На всіх зламах ліній у плані, у разі сполучення в одному вузлі трьох ліній, а також у всіх випадках вертикальних перепадів встановлюють ***оглядові колодязі*** (рис. 2.44) з інтервалом не більше 50 м. Сполучення труб у колодязях за

наявності перепадів приймають у вигляді лотків-швидкостоків чи за типом колодязів-відстійників.



Рисунок 2.44 – Оглядовий колодязь

Для скидання води з дренажних колекторів у відкрите водоймище проектують спеціальні ***оголовки-водоскиди***. Їх улаштовують за типом оголовків на мережах зливової каналізації. Якщо вода з дренажів скидається в зливову каналізацію, тоді траси приєднують у вузловому колодязі.

Проектні ухили регламентуються умовами роботи дренажу та гідравлічними характеристиками. Поздовжній дренаж проектують на ділянках з ухилом проїзної частини менше 30 ‰ з ухилом, що відповідає ухилу лотків, але не менше за 4 ‰.

Швидкість течії води в трубчастих дренажах допускається у межах від 0,15 м/с до 1 м/с (оптимальна 0,5–0,7 м/с), а найбільші ухили приймають, виходячи з максимально допустимої швидкості 1 м/с. Мінімально допустимі ухили дренажу приймають згідно з [33] (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Мінімально допустимі ухили дренажів

Типи дренажів	Діаметри дрен, мм	Рекомендовані мінімальні ухили
Відкриті: – канави	–	0,005
– лотоки	–	0,003
Закриті: із суцільним заповненням	–	0,01
лінійні трубчасті: – осушувачі	до 200	0,002 (глинисті ґрунти) 0,003 (піщані ґрунти)
– колектори	200–300	0,0015
– кільцеві, неповнокільцеві, трубчаста дрена пластового дренажу, пристінні	100*	0,002 (глинисті ґрунти) 0,003 (піщані ґрунти)
– пластові	–	0,01 (для ширини споруд більше 10 м) 0 (для ширини споруди до 10 м включно)
– укісні, застійні, каптажні, дорожні	100*	0,003
– сполучені із водостоками	200	По ухилу водостоку
* У залежності від витрат та ступеня заповнення трубопроводів		

Проектування і розрахунок дренажних систем передбачають виконання таких робіт: установлення норм осушення для об’єкта проектування; вивчення природних умов за матеріалами геологічних і гідрогеологічних вишукувань; установлення меж території, що підтоплена підземними водами; вибір і техніко-економічне обґрунтування дренажної системи для осушення території; прое-

ктування дренажної системи (накреслення у плані, поздовжні профілі, споруди та пристрої); гідрологічний і гідравлічний розрахунок дренажної системи з установленням розміру (діаметра) труб і колекторів; розроблення конструкцій системи (труб, фільтрів, оглядових колодязів, насосних станцій тощо).

Основи гідрологічного розрахунку дренажних систем

Розрахунок дренажів охоплює визначення дебіту дренажу і положення зниженого рівня ґрунтових вод (РҐВ) (кривої депресії) [52, 53].

Витрати води знаходять за формулою Дарсі:

$$Q = \omega K i, \tag{2.18}$$

де Q – витрати води, м^3/добу; ω – поперечний переріз водоносного шару, м^2; K – коефіцієнт фільтрації, м/добу (табл. 2.1); i – гідравлічний градієнт (гідравлічний ухил).

Розрахунок систематичного дренажу досконалого типу (рис. 2.45). Відстань між окремими дренами-осушувачами для дренажу досконалого типу визначають за формулою Роте:

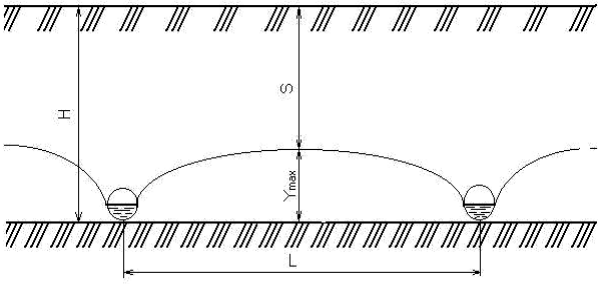


Рисунок 2.45 – Схема для розрахунку горизонтального дренажу досконалого типу

$$L = 2(H - S)\sqrt{\frac{K}{p}}, \tag{2.19}$$

де L – відстань між дренами-осушувачами, м; H – висота незниженого рівня підземних вод, м; S – необхідне зниження рівня підземних вод, м; p – коефіцієнт інфільтрації опадів у ґрунт, м/добу.

Величину найвищої точки кривої депресії розраховують із залежності:

$$y_{max} = H - S, \tag{2.20}$$

чи

$$y_{max} = \sqrt{\frac{p}{K}\left(\frac{L}{2}\right)^2 + h^2}, \tag{2.21}$$

де h – глибина води у дрені (трубі), приймають рівною половині діаметра, м.

Розрахунок систематичного дренажу недосконалого типу (рис. 2.46). Величину найвищої точки кривої депресії знаходять за формулою А. Н. Костякова:

$$y_{max} = \left(\frac{p}{\pi K}\right) L \ln\left(\frac{L}{d}\right), \tag{2.22}$$

де d – діаметр дрени (за наявності фільтрувальної обсипки виміряють її ширину), м.

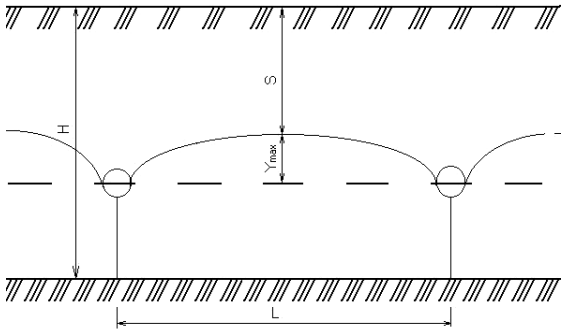


Рисунок 2.46 – Схема для розрахунку горизонтального дренажу недосконалого типу

Відстань між сусідніми дренами недосконалого дренажу визначають за формулою С. Ф. Авер'янова:

$$L = T\sqrt{\frac{8Ky_{max}}{pT}\left(1 + \frac{y_{max}}{2T}\right) + Б^2} - Б, \tag{2.23}$$

де T – відстань від центра дрени до водоупору, м.

Величину $Б$ розраховують із залежності:

$$Б = 2{,}94 \lg \frac{1}{\sin\frac{\pi r}{T}}, \tag{2.24}$$

де r – радіус дрени, м.

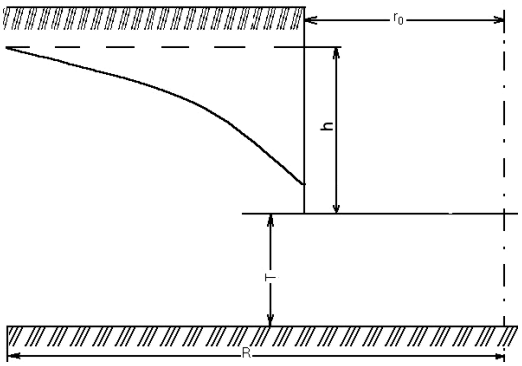


Рисунок 2.47 – Схема для розрахунку пристінкового дренажу

Розрахунок пристінкового дренажу (рис. 2.47) полягає у визначенні притоку води і побудові кривої депресії убік від дренажу. Сумарний приток води до пристінкового дренажу під час його роботи в безнапірних умовах визначають так:

$$Q = \pi k \frac{H^2}{\ln R - \ln r_0}, \tag{2.25}$$

де H – потужність водоносного шару, м; R – радіус кривої депресії, вважаючи від центру дренажу, м; r_0 – радіус рівновеликого кола «великого колодязя», м, знаходять із залежності:

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \tag{2.26}$$

де F – площа ділянки, на якій знижують *РҐВ*, м.

Крива депресії убік від дренажу може бути побудована з рівняння:

$$h = T + h' \sqrt{1 - \frac{ln\frac{R}{x}}{ln\frac{R}{r_0}}}, \qquad (2.27)$$

де h' – зниження рівня води під час роботи дренажу, м.

Розрахунок вертикального дренажу досконалого типу (рис. 2.48). Дебіт однієї шпари визначають за формулою:

$$Q = \frac{\pi K(2H - S)S}{ln\frac{R^n}{nr_0^{n-1}r_ш}}, \qquad (2.28)$$

чи

$$Q = \frac{\pi Kr(H - S)S}{ln R - ln r_0}, \qquad (2.29)$$

де $r_ш$ – радіус шпари, м.

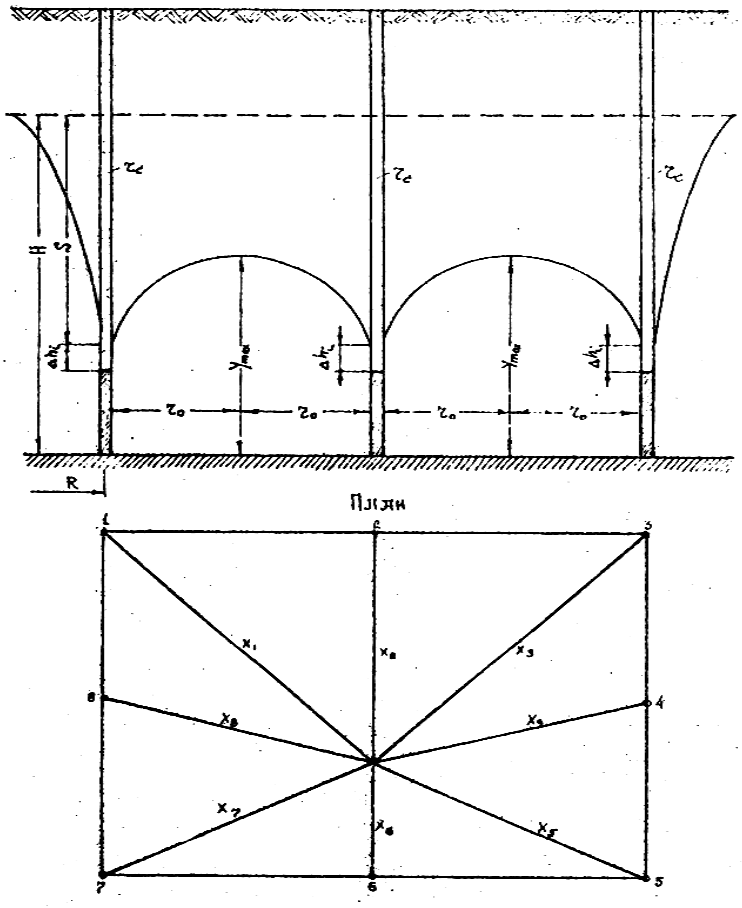


Рисунок 2.48 – Схема для розрахунку вертикального дренажу досконалого типу

Максимальне водозниження для точки, що знаходиться у центрі ділянки водозниження:

$$y_{max} = \sqrt{H^2 - \left[\frac{Qn\,ln\left(\frac{R}{r_0}\right)}{\pi K}\right]}. \qquad (2.30)$$

Значення радіуса великого колодязя визначають за формулою:

$$r_0 = \sqrt[n]{x_1, x_2, x_3, \ldots x_n}, \qquad (2.31)$$

де x_1, $x_2 \ldots x_n$ – відстань від водознижувальних шпар до точки, де визначається водозниження.

Більш простою є формула (2.26).

Далекість дії дренажної шпари знаходять за формулою І. П. Кусакіна:

$$R = 2S\sqrt{kH}. \qquad (2.32)$$

Основи гідравлічного розрахунку дренажних систем

Гідравлічний розрахунок дренажів полягає у визначенні перерізів дренажних систем, наповненні їх водою і швидкості течії в них води.

Швидкість течії води у дренажах при повному наповненні труби знаходять за формулою Шезі:

$$V = C\sqrt{Ri} = \frac{R^{2/3} i^{1/2}}{n}, \qquad (2.33)$$

де V – швидкість води у дренажі, м/с; C – коефіцієнт Шезі; i – гідравлічний ухил, тис. частки; n – коефіцієнт шорсткості, що характеризує стан поверхні русла, матеріал облицювання, укріплення ложа русла, визначають за таблицями довідників [61, 94].

Значення ухилу, що відповідає мінімально чи максимально допустимим швидкостям у відкритих дренажах, визначають так:

$$i = \frac{V^2}{C^2 R}, \qquad (2.34)$$

у трубчастих дренажах:

$$i = \frac{4V^2}{C^2 d}. \qquad (2.35)$$

Пропускну здатність дрен Q, м^3/с, обчислюють за формулою:

$$Q = \omega V. \qquad (2.36)$$

Найбільша пропускна здатність труби досягається при її заповненні на 0,95d, а найбільша швидкість – при заповненні труби на 0,81d.

Вертикальні й комбіновані дренажі розраховують подібно до горизонтальних.

Запитання для самоконтролю

1. Що називається підтопленням міської території?Які фактори викликають підтоплення?
2. Види ґрунтових вод.
3. Які існують заходи боротьби з підтопленням?
4. Що таке дренажі?Які види дренажів Ви знаєте?
5. Як розміщають у плані та профілі дренажні мережі?
6. Основні принципи розрахунку дренажних систем.
7. Як розраховують систематичний дренаж досконалого типу?
8. Як розраховують систематичний дренаж недосконалого типу?
9. Як розраховують пристінковий дренаж?
10. Як розраховують вертикальний дренаж досконалого типу?

2.3 Інженерна підготовка заболочених територій

2.3.1 Утворення та типи боліт

Болотами *називають перебільшено зволожені ділянки земної поверхні, на яких більшу частину року застоюється вода*. Залишки рослинності піддаються неповному розкладанню за недостатнього доступу повітря і великій вологості й утворюють відкладення торфу. Болота широко розповсюджені в світі, особливо в районах, де кількість опадів перевищує випар, а середні річні температури невеликі. Болота можна віднести до трьох основних типів (табл. 2.6).

Згідно з В. Н. Сукачьовим, за умовами розташування і живлення болота поділяють на [96]:

а) ***верхівкові***, живляться атмосферними опадами, містять багато органічних речовин і мало мінеральних (рис. 2.49, а);

б) ***низинні***, живляться водами рік і озер при їхніх розливах, атмосферними опадами і частково підземними водами (рис. 2.49, б). Такі болота отримують

багате мінеральне живлення у вигляді розчинених у воді солей і твердих наносів;

Таблиця 2.6 – Будівельна класифікація торф'яних боліт за К. С. Ордуянцем

Типи боліт	Характеристика	Робота під навантаженням
I	А. Заповнене болотними ґрунтами, перекритими шаром наносного ґрунту	Переважний стиск без бічного видавлювання
	Б. Суцільно заповнене болотними ґрунтами	
II	А. Шар торфу, що підстилається шаром сапропелю, мергелю чи мулу, перекритий наносним ґрунтом	Можливе видавлювання під навантаженням
	Б. Те саме, без наносного ґрунту	
III	Болото з торф'яним шаром, що плаває на поверхні води (сплавинні болота)	Несуча спроможність практично відсутня

в) ***перехідні***, мають змішане живлення завдяки підземним водам і атмосферним опадам (рис. 2.49, в);

г) ***висячі*** – це заболочені території на положистих схилах річкових долин і ярів на ділянках виклинювання підземних вод (рис. 2.49, г).

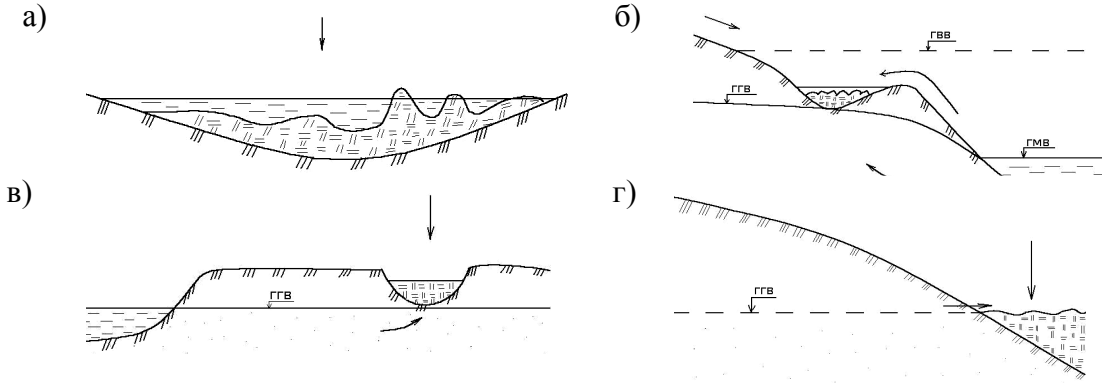


Рисунок 2.49 – Класифікація боліт за умовами розташування і живлення: а – верхівкові; б – низинні; в – перехідні; г – висячі

Низинні болота утворюються у результаті заростання водоймищ. Заболочування йде від берегів до середини. Біля берегів з'являються осока, очерети, на великих глибинах – плаваюча рослинність (латаття, лепеха) (рис. 2.50). Їхні відмерлі залишки підвищують дно водоймища. Дно підвищується також через утворення мулу – осідаючих глинистих часток, а також сапропелю – відкладень, що формуються у водоймищах із залишків мікроорганізмів. У середині водоймища з'являються плаваючі рослини, що поступово утворюють на його поверхні суцільний хиткий килим – ***сплавину***. Сплавина поступово товщає через наростання рослин.

Торфу дають назву через рослинність, що його утворює: трав'янистий (очеретяний, осоковий), моховий (сфагновий, гіпновий), лісовий (вільховий) тощо.



Рисунок 2.50 – Утворення низинного болота

Ділянки, на яких застоюються поверхневі води чи відбувається систематичне перезволоження територій ґрунтовими водами, але торф'яний покрив відсутній чи має товщину менше 30 см, називають ***заболоченими***.

У будівельній практиці осушувати болота виявляється необхідним тоді, коли інших вільних територій, придатних для нового будівництва у певному районі немає. Необхідно дуже ретельно підходити до проблеми осушення боліт, тому що болота – це унікальна екосистема, що виконує роль регулятора поверхневого стоку і клімату на великих територіях. Болота мають унікальну флору і фауну. У результаті меліорації вона може зникнути. Учені пов'язують нестійкість сучасної погоди, часті посухи влітку і повені узимку з меліоративними заходами, проведеними не тільки в Європі, але й у Південній Америці, зокрема долинах ріки Амазонки. Тому при виборі варіантів освоєння територій необхідно враховувати екологічні аспекти, а не тільки економічну доцільність.

2.3.2 Заходи інженерної підготовки під час освоєння заболочених територій

Інженерна підготовка заболочених територій охоплює комплекс загальних і спеціальних заходів. Це привантаження покладу шаром мінерального ґрунту, часткове чи повне виторфовування тощо. (рис. 2.51) [53].

Методи *привантаження* боліт аналогічні методам підсипання заплавних територій. Під час зведення будинків торф'яний шар прорізають фундаментами, що передають навантаження на міцні підстилаючі шари. На території житлової забудови мінімальну товщину шару мінеральних ґрунтів потрібно приймати 1 м; на проїзних частинах вулиць товщина шару мінеральних ґрунтів має бути встановлена залежно від інтенсивності руху транспорту з урахуванням вимог норм на транспортні споруди [70].

Метод повного *виторфовування* полягає у вилученні торф'яного ґрунту з наступною його заміною мінеральним (рис. 2.52). Цей метод радикальний. Його перевага полягає в тому, що за використання піщаних ґрунтів практично виключаються різкі деформації основ будинків. До недоліків цього методу варто

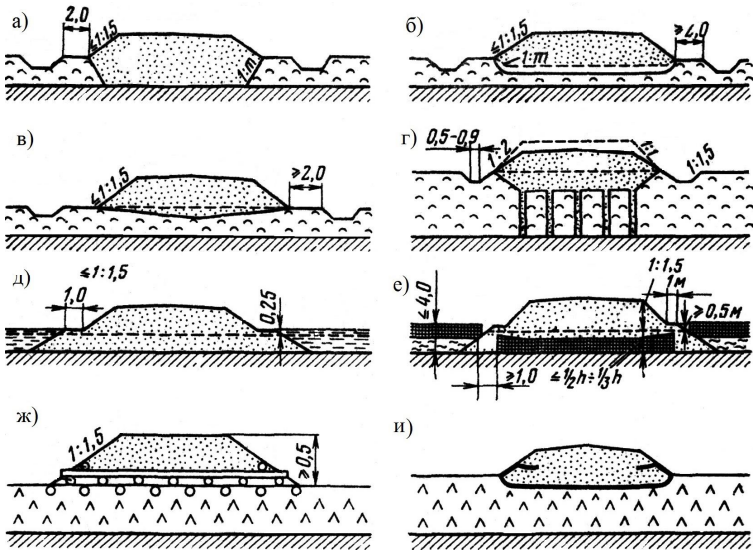


Рисунок 2.51 – Влаштування земляного полотна на болотах [53]:
а) з повним виторфовуванням; б) з частковим виторфовуванням; в) без виторфовування; г) з вертикальними дренами; д) з посадкою на мінеральне дно; е) те саме, із зануренням на торф'яний килим; ж) на суцільному дерев'яному настилі; и) на прошарку з геотекстилю

зарахувати великі обсяги робіт порівняно з методами навантаження; виїмка і складування торфу – це доволі складний спосіб, особливо у міських умовах.

На ділянках сельбищної зони застосовують метод *привантаження з дренуванням ґрунтів*.

На територіях промислових підприємств і комунально-складських зон використовують *часткове чи повне виторфовування*, *осушення територій*.

Під час будівництва вулиць і доріг також застосовують не тільки метод привантаження, але й часткового чи повного виторфовування.

Конструкції земляного полотна виконують залежно від категорії дороги, глибини боліт, типу й щільності торфу, ступеня капітальності дорожнього одягу. Конструкція земляного полотна на болотах і інших слабких основах має забезпечувати його стійкість – виключення видавлювання слабкого шару, наднормативних пружних деформацій дорожніх покрить під час руху транспорту, відсутність наростаючих осідань під час експлуатації. Крім того, на міських вулицях розміщують підземні комунікації, для яких потрібні надійні основи.



Рисунок 2.52 – Метод виторфовування

Найбільш надійними, але й найбільш дорогими є насипи, які зводять на міцному мінеральному дні болота. Їх будують на дорогах з удосконаленими капітальними і полегшеними покриттями на болотах глибиною до 2 м (рис. 2.51, а). Крутість укосів назначають залежно від щільності торфу – від 1:0,5 до вертикальних.

Для доріг із перехідними й нижчими типами покрить на болотах із стійкими торфами земляне полотно зводять із частковим виторфовуванням (рис. 2.51, б) або без нього (рис. 2.51, в).

Для запобігання перемішуванню ґрунту насипу з ґрунтом слабкої водонасиченої основи і більшої рівномірності осідання насипу застосовують розділовий прошарок – геотекстиль, кінці якого заводять у тіло насипу (рис. 2.51, и; 2.53).

Осідання земляного полотна на торф'яній основі може продовжуватись декілька років. Для прискорення осідання влаштовують вертикальні дрени з піску, картону чи геотекстилю. Дрени розміщують через 3–5 м (рис. 2.51, г). На слабких ґрунтах можна будувати земляне полотно на піщаних палях діаметром 0,4–0,8 м, що сприймають на себе частину тиску насипу і знижують тиск на ґрунт основи.



Рисунок 2.53 – Укладання прошарку з геотекстиля

Можливе відсипання насипу із зануренням міцної сплавини на дно (рис. 2.51, е).

У разі необхідності влаштування відкритої системи водовідведення його розміщують не ближче 2 м від насипу з поздовжнім ухилом не менше 5 ‰.

Дороги нижчих категорій можна будувати безпосередньо на поверхні торф'яного шару, а у разі достатньої його товщині – на сплавині. Для розподілу ваги на велику площу поверхні болота і запобігання зосередженому тиску насип відсипають на дерев'яні настили (рис. 2.51, ж; 2.54). У такому разі канави на сплавинних ділянках не влаштовують. Під час будівництва на болотах, дно яких має великий поперечний ухил, необхідно робити повне виторфовування і вирівнювання дна болота. Іноді з низового боку насипу відсипають кам'яну упорну призму – банкет, що утримує насип від сповзання. Насипи на болотах відсипають із дренуючих ґрунтів. На дорогах з перехідними і нижчими типами покриття в нижчу частину насипу можна укладати торф.



Рисунок 2.54 – Будівництво на дерев'яному настилі

Глибокі болота доцільно перетинати естакадами, що іноді дає можливість значно скоротити терміни будівництва доріг (рис. 2.55).

Вертикальне планування територій та організація поверхневого водовідведення на болотах мають такі саме особливості, як і у підсипаних заплавних територій. Поздовжній профіль вулиць і проїздів має вигляд пилкоподібного [53].



Рисунок 2.55 – Будівництво дороги через болото на естакаді

Запитання для самоконтролю

1. Що таке болота?
2. Які типи боліт Ви знаєте?
3. Основні способи будівництва на болотах.
4. Які методи будівництва доріг на болотах Ви знаєте?

2.4 Інженерна підготовка у посушливих районах

2.4.1 Особливості посушливих районів і значення зрошення для міста

У містах, розташованих у посушливих і напівпосушливих районах, де випадає мала кількість опадів – 100–250 мм/рік, зростання зелених насаджень ускладнене. У таких місцях значення зелених насаджень ще більше підвищується – вони утворюють тінь у місцях руху пішоходів і захищають житлову забудову від шуму і пилу. Тому необхідно влаштовувати штучне зрошення садів, парків, бульварів та інших категорій зелених насаджень.

Штучним зрошенням *називають зволоження ґрунту за постійної чи періодичної нестачі вологи*. Іригація (активне зрошення) – це необхідний для землеробства автоматичний полив землі, який використовується для вирощування сільськогосподарських культур у посушливих районах [33].

Перші іригаційні системи розташовувалися на посушливих територіях Азії та Єгипту ще в 3000 роках до н. е. (рис. 2.56). Це були зрошувальні канали і водойми, що використовувались як системи поливу для віддалених від річок полів.

Штучне зрошення, утворюючи сприятливий режим вологості повітря і ґрунту, є одним із найважливіших гігієнічних умов мікроклімату міських житлових районів. На зрошуваних ділянках температура приземного повітря нижче

на 2–4°С порівняно з незрошуваними ділянками. Відносна вологість повітря збільшується на 10–20 %.



Рисунок 2.56 – Зрошення територій у Древньому Єгипті й Месопотамії

2.4.2 Зрошувальні системи

У проектуванні зрошувальних систем основними питаннями є: вишукування джерела живлення системи; способи набору і транспортування води до зрошуваної території; розподіл води на зрошуваній території та на ділянках водокористування; вибір системи зрошення (поливу).

Джерелами живлення зрошувальної системи можуть бути ріки, озера, ґрунтові води, а також атмосферні (дощові й поталі) води, що накопичуються у штучних водоймищах.

До складу відкритої системи зрошення входять [32, 33, 54]: джерело зрошення; магістральні канали, якими подають воду від джерел зрошення до поливних каналів (рис. 2.57); розподільні канали, що одержують воду з магістральних каналів і поділяють її між господарствами (рис. 2.58); поливальна мережа (зрошувальна мережа), за допомогою якої виконують поливання, і борозни – вивідні та поливні – для рівномірного розподілу води із зрошувачів на поливну ділянку; водовідвідна мережа, призначена для скидання надлишкових поверхневих вод із зрошувальної мережі та поливних ділянок; споруди на мережі (затвори, греблі, водоскиди).

Розподільні й зрошувальні канали проектують відповідно до планування міста, його районів, мікрорайонів, розташування зелених насаджень та інших територій. Для зрошення територій населених місць застосовують переважно відкриту систему каналів-зрошувачів, яку називають ариками (рис. 2.59).

У старих містах арики – це земляні канали з укріпленими каменем стінками (рис. 2.59, а). Наразі арики влаштовують із залізобетонних блоків (рис. 2.59, б). Арикова система зрошення впливає на планування міста, тому що вона потребує такого розміщення зрошуваних територій і трасування вулиць, що за-

безпечують подачу води самопливом. Арикова система викликає непродуктивні витрати великої кількості води внаслідок неминучого витоку і випару. Втрати на фільтрацію з каналів досягають 0,5–5 % на 1 км траси від витрат води, що транспортується каналом.



Рисунок 2.57 – Магістральний канал системи зрошення



Рисунок 2.58 – Розподільний канал

а) 

б) 

Рисунок 2.59 – Арики у населених пунктах:
а) земляний канал; б) із залізобетонних блоків

Для визначення фільтраційних утрат води з каналу використовують формулу В. В. Вєдєрникова:

$$Q = 0{,}0116\ K\ L\ (B + A\ h), \qquad (2.40)$$

де Q – фільтраційні втрати на 1 км каналу, м^3/с; L – довжина каналу, км; B – ширина каналу на урізі води, м; K – коефіцієнт фільтрації ґрунту основи, м/добу; h – глибина води у каналі, м; A – коефіцієнт.

Для боротьби з фільтрацією канали облицьовують каменем, бетоном, асфальтобетоном, плівковими матеріалами (поліетиленом).

Розрізняють дві схеми арикової зрошувальної мережі – зі скиданням атмосферних вод у зрошувальну мережу і з відводом атмосферних вод від зрошу-

вальної мережі. Арикова система вимагає спеціальних споруд на перехрестях – труб дрібного закладення чи пішохідних містків.

Зрошувальні канали прокладають на відстані до забудови: магістральні – 10 м, вуличні проточні – 2,5 м, періодичної дії – 1 м.

Зрошувальні системи за способом набору і транспортування води поділяють на *самопливні*, *з механічним водопідйомом*, *підґрунтового зрошення*, *зрошення дощуванням*, *лиманного зрошення* [32].

Найбільш розповсюдженими і великими є ***самопливні*** зрошувальні системи, у яких вода з джерела самопливом надходить у зрошувальні канали. Перевага самопливної системи полягає у відсутності складності інженерних споруд для подачі води в магістральний канал. Недоліками є значне збільшення довжини магістрального каналу і можливе замулення його в період повені.

У системах ***з механічним водопідйомом*** водозабір здійснюють за допомогою насосних станцій з джерел із рівнем води нижче зрошуваної ділянки. Магістральний канал розташовують на насипу, а воду з джерела подають у канал за допомогою насосної станції (рис. 2.60). Далі вода в каналі тече самопливом.

При ***підґрунтовому*** зрошенні зволоження верхніх шарів ґрунту здійснюють водою, яку подають дренами напірної мережі дрібного закладення (рис. 2.61). Дрени можуть бути трубчастими, фашинними, кротячими тощо. Трубчасті дрени виконують з дірчастих керамічних, пластмасових чи азбоцементних труб діаметром 100–150 мм. При поливанні квітників і газонів їх укладають на глибину від 15 см, до 60 см – при поливанні дерев.



Рисунок 2.60 – Система з механічним водо підйомом за допомогою насосної станції



Рисунок 2.61 – Підземний дренуючий водопровід

У ***дощувальних*** системах водозабір із джерел зрошення можна здійснювати самопливом чи з механічним водопідйомом. Воду до дощувальної машини подають через напірний трубопровід або відкриті канали (рис. 2.62). Таку систему застосовують для періодичного зрошення сільськогосподарських культур.

У районах, де використання паводкового стоку способом його зарегулювання за місцевими умовами неможливе чи економічно недоцільне, застосовують ***лиманне*** зрошення.

Залежно від джерела лимани поділяють на *схилові*, що заповнюються поталими водами з прилеглих водозборів; *заплавні*, що заповнюються паводковими водами рік; *лимани*, що заповнюються водою з обводнювальних і зрошувальних каналів у неполивний період.

За глибиною заповнення розрізняють лимани *дрібного заповнення* із глибиною 0,25–0,35 м, *середнього заповнення* – 0,35–0,70 м і *глибоководні* – більше 0,7 м.

На лиманах є окремі тераси з невеликими перепадами (рис. 2.63). Вода в лимані стоїть кілька днів. Цей спосіб застосовують на приміських територіях за достатньої площі стоку поверхневих весняних вод. На забудованій території з санітарних умов лиманне зрошення застосовувати не рекомендується.



Рисунок 2.62 – Дощувальні системи зрошення



Рисунок 2.63 – Лиманні системи зрошення

Вибір системи зрошення, зокрема системи забору і транспортування води, системи розподільної мережі і способу поливу, визначається техніко-економічними умовами і розрахунками, місцевими умовами, плануванням і забудовою міста, рельєфом території та її вертикальним плануванням, розташуванням і потужністю джерела водопостачання системи зрошення, потребою у воді для зрошення території міста (розрахунковими витратами).

Якщо помилитися в організації іригації, можливі негативні екологічні наслідки: іригаційна ерозія; накопичення агроіррігаціонного культурного горизонту ґрунтів; вторинне засолення ґрунту (рис. 2.64); заболочування ґрунту; забруднення поверхневих і підземних вод; обміління водойм (рис. 2.65); осідання рельєфу місцевості.



Рисунок 2.64 – Засолення ґрунту



1989 р. 2003 р.

Рисунок 2.65 – Обміління Аральського моря

2.4.3 Поливні й зрошувальні норми

Залежно від кліматичних особливостей, характеру ґрунту і виду рослинності встановлюють поливну і зрошувальну норми.

Воду, подану на один полив одного гектару, називають ***поливною нормою*** і виражають у м^3/га. Поливну норму встановлюють, враховуючи глибину проникання коренів рослин у ґрунт, а також глибину промочування, вологоємність і вологість ґрунту. Глибину зволоження ґрунту водою для сільськогосподарських культур приймають 0,3–0,9 м, для садів 0,4–1,2 м. Під час поливу ефективність влучення води у кореневу систему зелених насаджень досягає 40–60 %.

Суму поливних норм за сезон називають ***зрошувальною нормою***, тобто кількістю води (м^3), потрібною для поливу одного гектару землі. *Середня зрошувальна норма* для всієї зрошуваної площі дорівнює середньозваженій нормі для всіх типів зелених насаджень. Щоб визначити середню зрошувальну норму для всієї зрошуваної площі, потрібно помножити зрошувальну норму певного типу посадок на площу цих посадок, отримані добутки скласти і загальну суму добутків розділити на загальну суму зрошуваних площ:

$$N = \frac{N_1F_1 + N_2F_2 + \ldots + N_nF_n}{F_1 + F_2 + \ldots + F_n} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} N_iF_i}{\sum\limits_{i=1}^{n} F_i}, \qquad (2.41)$$

де N – середня зрошувальна норма для всієї зрошуваної площі, м^3; N_i – зрошувальна норма для цих типів посадок, м^3; F_i – площі певних типів посадок, га.

Отримана зрошувальна норма є нормою «нетто». Зрошувальна норма «брутто» складається із зрошувальної норми «нетто» і втрат води у зрошувальних каналах. *Відношення норми «нетто» до норми «брутто» називається* ***коефіцієнтом корисної дії*** *(ККД) зрошувальних каналів*:

$$КПД = \frac{N_{нетто}}{N_{брутто}}. \qquad (2.42)$$

Запитання для самоконтролю

1. Яке значення має зрошення для міста?
2. Які Ви знаєте зрошувальні системи?
3. Склад відкритої системи зрошення.
4. Що називають поливною і зрошувальною нормами?
5. Що таке ККД зрошувальних каналів?

2.5 Боротьба з ярами та яроутворенням

2.5.1 Процеси утворення та розвитку ярів

Ерозія (водна) *– процес руйнування гірських порід і схилових ґрунтів річкою, тимчасовим водним потоком або поверхневим стоком* [35]. Вона проявляється у змиванні верхнього шару ґрунту, викликаного дрібними розсіяними струменями талих і зливових вод. Ерозійні процеси обумовлені кліматогідрологічними чинниками, рельєфом території і генетично пов'язані з гірськими породами, що легко розмочуються і розмиваються [35].У результаті ерозійної діяльності утворюються яри.

Яри *– це глибокі вибої, що тягнуться від вищих точок вододілу до водойми́ща.* Вони широко розповсюджені у степовій і лісостеповій зонах.

Причиною утворення ярів є ерозія, розмивання ґрунту зливовими і талими водами. На яроутворення впливають крутість і форма схилів, кліматичні умови, атмосферні опади, характер ґрунтів, наявність ґрунтових вод, що виходять на схилах. Утворенню ярів сприяють тріщини у товщі ґрунту після промерзання його узимку, відсутність рослинності на схилах і вододілах, нерівності рельєфу схилів. Зародженню і розвитку нових ярів значною мірою сприяє неправильна господарська діяльність людини: знищення дерев і трав'яного покриву, що бережуть ґрунт від розмивання і регулюють водний режим. До швидкого росту яружної мережі призводить неправильне землекористування – оранка схилів балок, випас худоби на схилах, що призводить до знищення трав'яного покриву. Часто причиною виникнення ярів стають неправильно за-

плановані й неукріплені придорожні канави, розкопування і підкопи, неорганізоване скидання промислових і господарських вод, витоки з водопровідних і каналізаційних мереж.

Яри розвиваються у пухких породах, лесових ґрунтах і лесовидних суглинках, у суглинках і глинах, що при замочуванні втрачають зв'язність. У піщаних ґрунтах яри розвиваються рідко, тому що пісок поглинає воду і не створює умов для розмиву ґрунту.

Розвиток яру продовжується, поки його верхня частина не дійде до вододілу, а в низовій частині розмив дна не досягне горизонту водоймища, що є базисом ерозії яру. На схилах ярів розвиваються зсуви, обвали й осипи, що сприяють збільшеннюу ярів у ширину.

У процесі розвитку ярів є чотири стадії [35]:

1) формування промоїн і ритвин. На крутій ділянці схилу утворюється промоїна чи ритвина трикутного поперечного перерізу (рис. 2.66);

2) врізання яру вершиною, заглиблення, розвиток одвершків (рис. 2.67). На цій стадії відбувається поглиблення ритвини, зменшення поздовжнього ухилу дна. На вершині створюється обрив висотою 5–10 м. Промоїна розширюється і стає в поперечному перерізі трапецоїдною. До кінця другої стадії в нижній частині яру формується плавний поздовжній профіль – транзитне русло. В усті яру відкладається конус виносу;

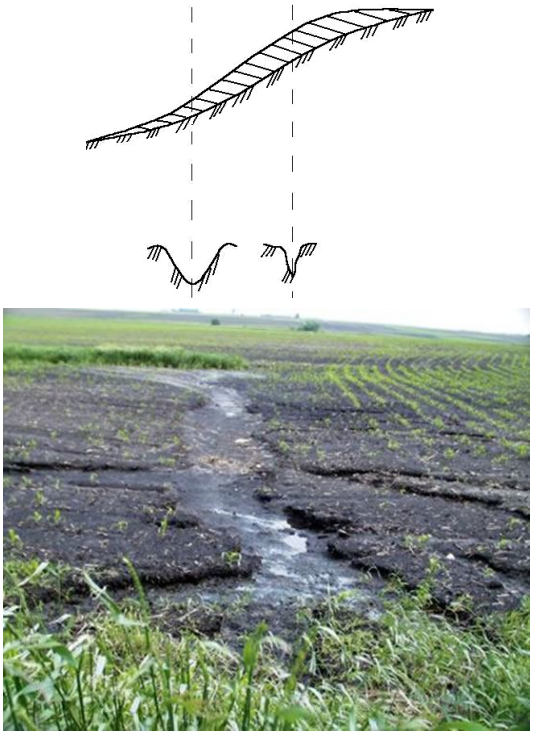


Рисунок 2.66 – Стадія промоїни чи ритвини

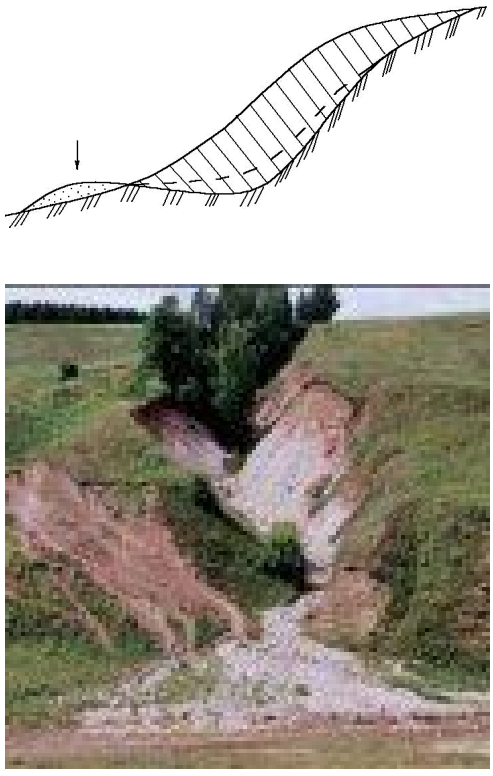


Рисунок 2.67 – Стадія врізання яру вершиною

3) вироблення профілю рівноваги (рис. 2.68). Відбувається подальше зростання яру убік вододілу, у результаті підмивання й осипу схилів розширюється його поперечний переріз. Щорічний приріст довжини яру може досягати 10–15 м. Яр розвивається, поки не досягне ґрунтових шарів, що не піддаються розмиву;

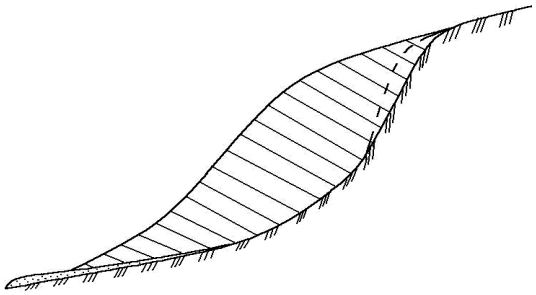




Рисунок 2.68 – Стадія вироблення профілю рівноваги

4) затухання ерозійних процесів і перетворення яру у балку (рис. 2.69). Глибинна ерозія та підмив схилів поступово загасають, яр перестає зростати. Схили його приймають стійкий обрис і заростають травою. Яр перетворюється в балку.

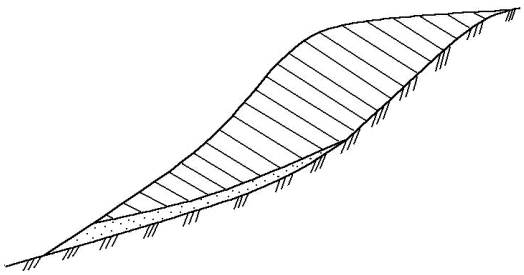




Рисунок 2.69 – Стадія затухання

2.5.2 Класифікація ярів

Розрізняють яри *діючі*, *загаслі* й *засипані*. Діючі яри найбільш небезпечні (рис. 2.70), їхній швидкий розвиток може знищити цінну територію, пошкодити будинки й підземні комунікації. Загаслі яри (балки) не мають особливої небезпеки для території міста, і після проведення відповідних заходів їх використовують у містобудуванні. Засипані яри (рис. 2.71) залежно від характеру і стану можуть бути використані для потреб міста, зокрема під забудову.



Рисунок 2.70 – Діючий яр



Рисунок 2.71 – Яр, що засипають

Яри за формою в плані можуть бути: *одиночними* (прямими чи криволінійними) або *розгалуженими*, що становлять систему ярів.

Класифікація ярів за розмірами і крутістю схилів подана у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Класифікація ярів за розмірами і крутістю схилів [53]

Група ярів	Кут падіння схилів, град	Розміри, м		
		довжина	ширина	глибина
Дрібні	50–70	10–300	5–50	2–15
Середні а) з положистими схилами	15–35	300–2000	50–100	10–30
б) з крутими схилами	50–70			
Великі а) з положистими схилами	10–20	2000 і більше	100–500	15–30 і більше
б) з крутими схилами	30–60			

2.5.3 Заходи боротьби з ярами

Наявність ярів на території міста характеризує територію як несприятливу чи особливо несприятливу для містобудівних цілей. Наявність ярів є небажаним явищем через такі причини: розчленування території міста, що ускладнює його планувальне вирішення; погіршення техніко-економічних показників міста через наявність невикористаних територій; погіршення транспортного сполучення в місті, необхідність спорудження мостів, шляхопроводів, насипів тощо; небезпека руйнування будинків і комунікацій; надмірне зниження вологості ґрунту на прилеглій території, що згубно впливає на рослинність; засмічення русел рік і долин виносами ґрунту з ярів.

Заходи боротьби з ярами переслідують подвійну мету – захист міських будівель і споруд від пошкоджень та містобудівне використання територій ярів способом перетворення їх з незручних у придатні для використання. Вибір за-

ходів боротьби з ярами залежить не тільки від функціонального використання території, але і від того, де знаходиться яр – у міській чи приміській зоні. Захист проводять як у самому яру, так і на прилеглій території.

Загальні завдання інженерної підготовки боротьби з ярами охоплюють [35]:

1) запобігання яроутворенню на території міста, а також на його резервних землях;

2) ліквідацію ярів, найбільш небезпечних для будівель і споруд міста, або таких, що ускладнюють планувальні вирішення;

3) боротьбу із зростаючими ярами, що має на меті збереження існуючого положення (форми і розмірів, стабільності схилів та ін.);

4) підготовку території ярів до використання їх з містобудівною метою.

Заходи боротьби з ярами поділяють на *профілактичні* й *капітальні*. ***Профілактичні заходи*** застосовують на першій стадії розвитку ярів – зарівнювання вимоїн, припинення вирубки дерев і чагарників. У приміській зоні проводять насадження лісосмуг. Залежно від кліматичних умов місцевості для насаджень можуть застосовуватись дуб, ясен, береза, верба, тополя, клен і сосна, з чагарників – акація жовта, жимолость, смородина, терен, шипшина, дрік, вереск, яловець. Забороняють випас худоби, оранку схилів. Для зменшення кількості води, що надходить у яр, влаштовують систему нагірних перехоплюючих і водовідвідних канав. При цьому потрібно звертати увагу на укріплення канав, тому що в пилуватих і суглинних ґрунтах звичайна канава при розмиванні може сама швидко перетворитися в яр. Для відведення ґрунтових вод влаштовують дренаж. Закріплення тільки вершини яру не усуне причин його зростання. Активні заходи з укріплення ярів переслідують три мети: зниження й уповільнення притоку води до яру, укріплення вершини яру та його русла.

Капітальними заходами передбачають комплексні роботи, що охоплюють увесь водозбірний басейн яру. Крім відведення поверхневих і підземних вод планують схили яру, роблячи їх більш положистими. Якщо на схилах яру розміщують будівлі, тоді застосовують терасування території (рис. 2.72–2.75).

Уположування й терасування схилів супроводжують укріпленням їхнього ложа. Для цього сіють трави, укладають дерен, саджають дерева і чагарники, а іноді застосовують кам’яні матеріали. Наближення будівлі до брівки укосу приймають не менше 20 м.



Рисунок 2.72 – Розміщення забудови на схилах яру із застосуванням терасування території



Рисунок 2.73 – Терасування схилів з улаштуванням підпірних стінок з геоблоків



Рисунок 2.74 – Укріплення схилів габіонами



Рисунок 2.75 – Укріплення схилів бетонними плитами

У деяких випадках з планувальних і технічних міркувань у яр потрібно скидати поверхневі води. Тоді на дні яру проектують комплекс спеціальних водопропускних споруд.

На більш положистих ділянках у середній частині дна яру проектують загати і водобійне укріплення. Ці будівлі є малими гідротехнічними спорудами, що виконують протиерозійну роль. Загати – це одно- й дворядні фашинні, кам'яні, габіонові, бетонні чи залізобетонні стінки висотою 0,5–1,5 м. Відстань між загатами заповнюють глиною, фашинами, каменем. Крім загат капітального типу, влаштовують полегшені – у вигляді хворостяних чи плотових. Крім загат, проектують земляні гідротехнічні споруди [53]: *горизонтальні і похилі вали-тераси* розміщують поперек руху води уздовж горизонталей рельєфу; *водозатримувальні вали* розташовують біля верхів'я яру чи трохи нижче; *водовідвідні вали-канави* застосовують для перехоплення і відводу поверхневих вод убік від ярів; *розпилювачі стоку* – це земляний валик з паралельно розташованим лотком. Він дозволяє розосередити водний потік.

До капітальних заходів зараховують засипку яру завдяки надлишковим обсягам ґрунту. Яри засипають частково чи повністю з прокладанням у них водостічних і дренажних колекторів [70]. Засипку ведуть від верхів'їв до устя. Для цього застосовують будівельне чи побутове сміття, надлишки ґрунту з міських будівництв. Засипку ярів побутовим сміттям потрібно виконувати, дотримуючись санітарних норм, інакше може відбутись забруднення ґрунтів і підземних вод.

2.5.4 Використання ярів у містобудівництві

Завдання використання ярів вирішують на стадії розробки генерального плану.

У верхів'ях неглибоких ярів розташовують будинки, а також розміщують гаражі, автостоянки, склади та інше (рис. 2.76). У більш глибокій частині ярів влаштовують парки, сади міського чи районного значення (рис. 2.77). Провівши відповідні заходи щодо укріплення укосів і дна, в ярах створюють штучні водоймища для купання, декоративного чи спортивного призначення (рис. 2.78). У ярах можна будувати спортивні споруди з використанням схилів для трибун (рис. 2.79).



Рисунок 2.76 – Розміщення в яру гаражів



Рисунок 2.77 – Розміщення в яру парку



Рисунок 2.78 – Створення штучного водоймища на дні яру



Рисунок 2.79 – Влаштування спортивного стадіону в яру

На дні яру можна прокладати підземні комунікації. Глибокі яри для цієї мети використовувати не рекомендується. У разі великої різниці позначок прилеглої території і дна яру ускладнюються умови приєднання розвідної мережі до магістральних комунікацій. Крім того, погіршуються умови експлуатації мереж. Яри можна використовувати для прокладання міських вулиць особливо магістральних безперервного руху з влаштуванням перехрещень і розв'язок у різних рівнях (рис. 2.80). Яри, розташовані поблизу міста, можуть бути використані під розплідники, фруктові сади, виноградники, парники та інше.

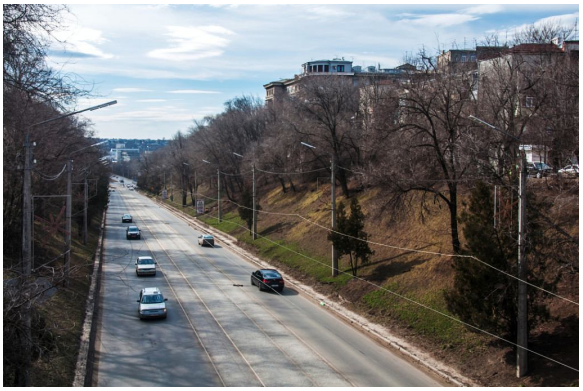


Рисунок 2.80 – Прокладання вулиць на дні яру

Запитання для самоконтролю

1. *Що називають ярами? Які причини утворення ярів?*
2. *Стадії розвитку яру.*
3. *Класифікація ярів.*
4. *Заходи боротьби з ярами.*
5. *Як яри можуть використовуватись у містобудівництві?*

2.6 Зсуви й заходи боротьби з ними

2.6.1 Причини утворення зсувів

Зсув *– маса гірських порід, що сповзла чи сповзає по схилу або укосу під впливом сил тяжіння, гідрогеодинамічних, сейсмічних та інших сил* [38].

Зсуви – це фізико-геологічне явище відносно повільного, а в окремих випадках швидкого руху (переміщення, сковзання, сповзання) земляних мас униз схилом до базису сковзання, під впливом сили ваги, у зв'язку зі зміною фізичних властивостей ґрунтів за участі поверхневих і підземних вод, а також атмосферних явищ.

Зсуви – повністю закономірний, природний, а в деяких умовах обов'язковий процес формування рельєфу земної поверхні. Особливо розвинуті зсуви в гірських районах із розчленованим рельєфом і де випадає велика кількість опадів (рис. 2.81). Крім того, вони можуть виникати на крутих берегах рік, озер, водосховищ, морів, схилах ярів, укосах високих насипів чи глибоких ви-

їмок, будівельних котлованів, укосах кар'єрів відкритих гірничих виробок (рис. 2.82).

Зсуви відбуваються, коли порушується задовольняюче умовам стійкості співвідношення між крутістю і висотою схилу, що задовольняє умовам стійкості, з одного боку, і міцністю порід – з іншого.



Рисунок 2.81 – Зсув у гірський місцевості



Рисунок 2.82 – Зсув у кар'єрі гірничої виробки

Найбільш схильні до зсуву породи з високим складом глинистих і колоїдних часток, слюдистого матеріалу. Якщо їх намочити, вони втрачають структуру, швидко приходять у пластичний чи текучий стан і утворюють зсуви навіть за незначних ухилах місцевості і навантаженнях.

Причини виникнення зсувних явищ розділяються на *пасивні* й *активні*. До ***пасивних*** зараховують геологічну будову місцевості, крутість і форму схилів. Найбільш піддані оповзанню круті схили, що мають опуклу чи нависаючу конфігурацію, ділянки з похилим заляганням шарів порід. До ***активних причин*** належать діяльність підземних і поверхневих вод, атмосферні явища, сейсмічні явища, діяльність людини – підривні роботи; риття траншей; підрізування схилів під час будівництва доріг; знищення рослинності на схилах; збільшення навантажень на схили з побудовою будинків і споруд; тривалий струс схилів під час руху трамваїв, потягів, роботі механізмів; витоки з мереж; скидання снігу, вивезеного з міських територій; будівництво гідроелектростанцій і водосховищ, мостів, трамплінів. Пасивні причини тільки сприяють утворенню зсувів, а активні безпосередньо їх викликають [35].

Зсуви зазвичай повторюються періодично. Тривалість циклу складає 5–20 років.

Для зсувних ділянок характерні такі елементи (рис. 2.83):

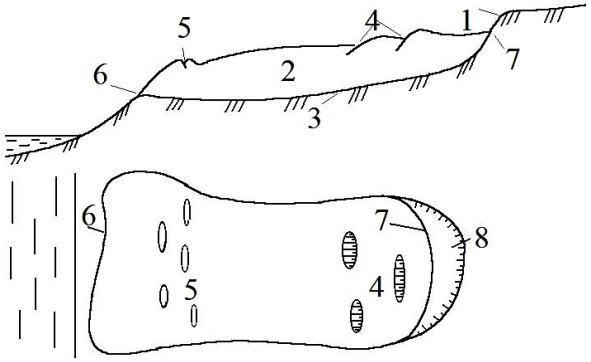


Рисунок 2.83 – Схема зсувного схилу у плані й профілі:
1 – надзсувний уступ; 2 – тіло зсуву; 3 – площина сковзання; 4 – тріщини сковзання (зсувні сходинки); 5 – тріщини випучування; 6 – нижня межа зсуву (базис сковзання); 7 – природний контрфорс схилу; 8 – місце відриву

Ознаками зсувних схилів є характерний рельєф, на якому видно сліди минулих зсувів – вали збугрювання біля підошви схилу, похилі шаблеподібні дерева – «п'яний ліс».

2.6.2 Класифікація зсувів

Величезне різноманіття зсувних процесів обумовлює численність їх класифікацій.

Залежно від активності зсуви поділяють на *діючі активні*, *ті, що тимчасово припинилися*, *загаслі*. ***Діючі*** зсуви мають свіжі, добре виражені форми поверхні. ***Ті, що тимчасово припинилися,*** і ***загаслі*** зсуви зазвичай покриті рослинністю і сліди останнього руху важко помітні.

За глибиною захоплення схилу виділяють *дрібні* (*поверхневі*) і *глибокі* зсуви. Поверхня сковзання ***дрібних*** зсувів розташовується у зоні сезонних коливань вологості та температури, а ***глибоких*** – проходить переважно нижче цієї зони.

За характером зміщення, згідно з А. М. Дранниковим, зсуви розрізняють:

1) ***Опливини*** – це первинна форма зсуву, де в результаті зволоження відбувається зрушення верхнього шару землі невеликого за товщиною (рис. 2.84).

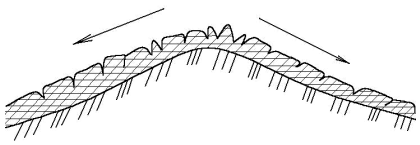


Рисунок 2.84 – Опливина

2) ***Зсуви-потоки (глетчери)*** – зсув тальвегом чи схилом ґрунтів, що втратили структуру внаслідок вивітрювання або перезволоження поверхневими чи ґрунтовими водами (рис. 2.85). Вони виникають у глинах, тонких мулах і глинистих пісках, де при зволоженні зменшується опір зрушенню. Розрізняють *прості* й *складні потоки*, що відрізняються обсягом зсувного тіла, швидкістю руху. Швидкість руху зсувів може бути від украй швидкої до вкрай повільної. Для зсувів-потоків мокрого плину характерні швидкі іноді миттєві швидкості зсуву. Захист від таких зсувів складний, велике значення при цьому має завчасний прогноз можливих зсувів. Зсуви-потоки з пові-

льним рухом (поступово оповзають) виникають у відносно сухих пластичних глинах, сухих піщаних пилуватих ґрунтах. Проте місце майбутніх переміщень можна помітити заздалегідь і вжити попереджувальних заходів.



Рисунок 2.85 – Глетчер

3) ***Зсуви східчасті*** (рис. 2.86):

а) ***сковзання*** – найбільш небезпечні, характеризуються великою потужністю і шириною смуги зсуву;

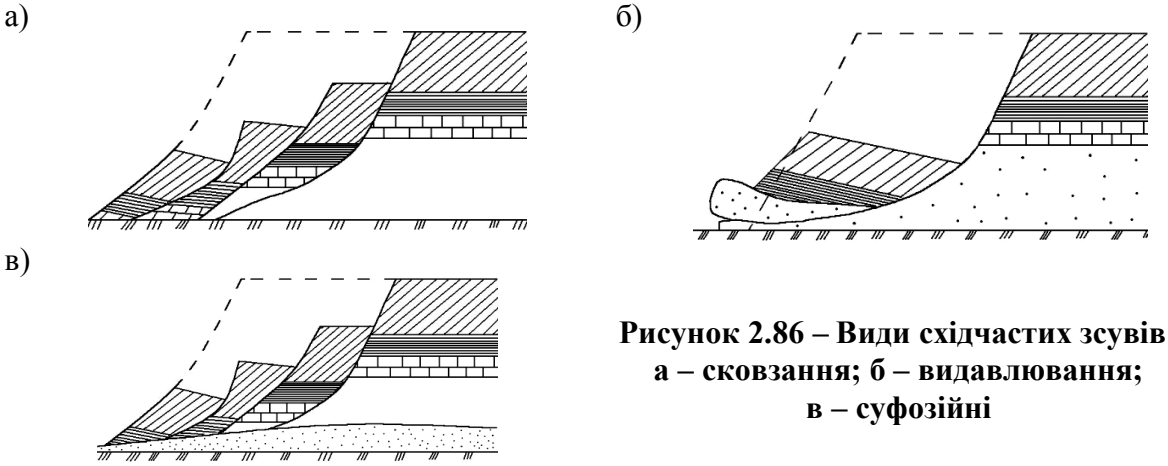


Рисунок 2.86 – Види східчастих зсувів: а – сковзання; б – видавлювання; в – суфозійні

б) ***видавлювання*** – утворюються під час вижимання в основі порід, що вище лежать, частини зсувного тіла у вигляді вала. Це явище часто супроводжується запрокидуванням блоків;

в) ***суфозійні*** – зміщення зсувного тіла внаслідок виносу піщаних чи інших дрібних часток з ґрунту зсувного схилу фільтраційним потоком.

4) ***Контактні*** – характерні для зсувних зон з геологічною будовою у вигляді шарів вапняку і піщанику, що чергуються з глинистими сланцями за їхнього похилого положення (рис. 2.87).

5) ***Кам'яні й щебенево-глинисті потоки*** характеризуються осипами й обвалами, що спускаються униз схилом разом із глиною (рис. 2.88).

За характером поверхні сковзання виділяють три типи зсувів:

– ***асеквентні***, що розвиваються в однорідних зв'язних ґрунтах і мають криволінійну циліндричну поверхню сковзання. Такі зсуви характерні для штучних схилів, наприклад, укосів дамб, дорожніх насипів чи виїмок;

консеквентні, для яких характерне зміщення поверхнею нашарування, що падає униз схилом. Поверхня зміщення плоска чи слабковолокниста, а її положення визначають будовою схилу;

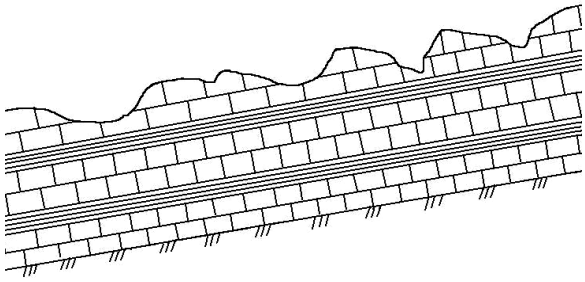


Рисунок 2.87 – Контактний зсув



Рисунок 2.88 – Щебенево-глинистий потік

– ***інсеквентні***, що січуть поверхню нашарування і простираються глибоко у схил. Поверхня зміщення має складний криволінійний обрис, її положення визначають характером ґрунтів і особливостями нашарування порід.

2.6.3 Основні заходи боротьби із зсувами

Протизсувні заходи призначають на підставі аналізу причин, що викликають розвиток процесу зрушення (клімату, топографічних особливостей, геологічної структури товщі схилу, інженерно-геологічних властивостей порід, режиму ґрунтових вод, гідрологічних умов водотоків, які омивають схил).

Протизсувні заходи поділяють на *профілактичні* й *корінні*. ***Профілактичні*** мають на меті збереження рівноваги сил і стабілізації зсуву. До них зараховують організацію правильної системи водовідведення, охорону зелених насаджень, заборону будівельних робіт, що порушують стійкість схилів. ***Корінні*** усувають, деякою мірою, основні причини дії зсуву, крім того, його активізацію в майбутньому.

До ***основних засобів*** інженерного захисту об’єктів зараховують затримувальні та підтримувальні споруди та фундаменти; фундаменти, які обтікаються зсувними масами; берегозахисні споруди; дренажі глибокого закладання; зміну рельєфів схилів [38].

До ***допоміжних засобів*** зараховують регулювання стоку поверхневих вод, захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів; дренажі дрібного закладання, застійні дренажі та каптажі; агролісомеліорація; хімічне закріплення ґрунтів зсувної зони [38].

Затримувальні протизсувні споруди повинні забезпечувати можливість сприйняття зсувного тиску шляхом реактивного опору стійкого грунту по поверхнях опор глибокого закладання, а також не допускати продавлювання та переповзання через них ґрунту зсувного масиву [38].

Підтримувальні протизсувні споруди повинні забезпечувати самостійно або разом з іншими засобами інженерного захисту можливість сприйняття зсувного тиску [32, 36]. Їх виконують у вигляді підпірних стін, контрбанкетів, контрфорсів, пальових конструкцій, буронабивних залізобетонних паль, анкерного і нагельного кріплення (рис. 2.89, а), металевих сіток (рис. 2.89, б), геоматів (рис. 2.89, в).

а)



б)



в)



Рисунок 2.89 – Механічне утримання зсувного схилу: а) нагельне кріплення; б) металевою сіткою; в) геоматами

Контрбанкет – маса землі певного профілю, відсипана біля основи укосу насипу для збільшення її стійкості (рис. 2.90). Кращий матеріал для влаштування контрбанкету – добре дренуючий ґрунт. Контрбанкети влаштовується здебільшого на косогорах з низового боку насипу. Часто проводиться зрізання земельних мас у верхній частині й укладання їх у підніжжя.

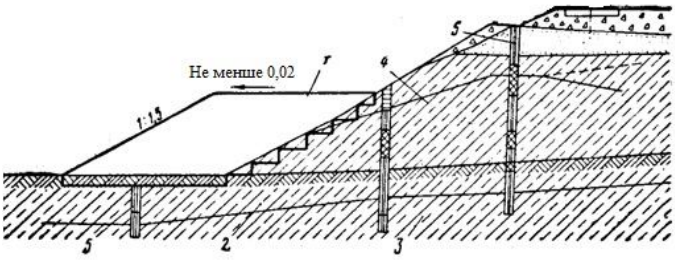


Рисунок 2.90 – Улаштування контрбанкету: 1 – контрбанкет; 2 – суглинок коричневий; 3 – суглинок сірий; 4 – суглинок сильно пилуватий; 5 – свердловини

За відносно невисоких схилів улаштування суцільних контрбанкетів недоцільне. У цих випадках їх потрібно влаштовувати переривчастими по ширині схилу, тобто переходити до конструкцій *контрфорсів* (рис. 2.91). Для укріплення схилів повинні застосовуватись, здебільшого, кам'яно-ґрунтові або повністю кам'яні контрфорси. У разі розміщення на схилах різних споруд, які вимагають підсилення, можуть застосовуватись бетонні контрфорси, що укріплюють одночасно схили та споруди. Під час укріплення високих схилів потрібно застосовувати контрфорси з каменю та щебеню. Такі контрфорси мо-

жуть слугувати для відведення вод, що виклинюються. У цьому випадку вони є контрфорсними дренажами [35, 38].

Підпірні стіни влаштовують з кам'яної кладки, армованого ґрунту, бетону, залізобетону, масивними чи полегшеними на пальовій підставі, з габіонів, використаних автомобільних покришок, фашинно-кам'яні тощо. Підтримувальні протизсувні фундаменти і підпірні стіни можуть мати вертикальні або похилі анкери, які закріплені в стійкому ґрунті з попереднім контрольованим натягом.

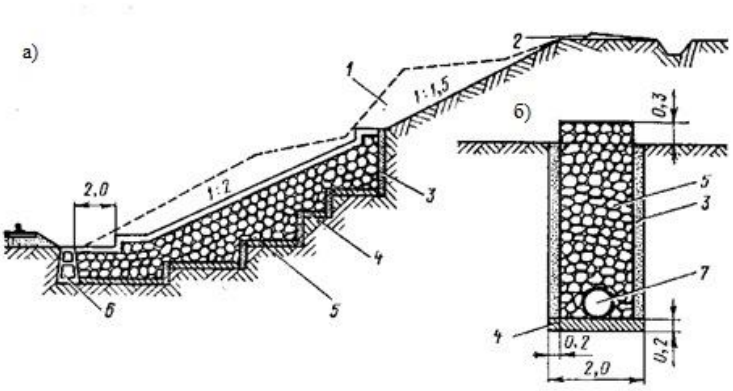


Рисунок 2.91 – Улаштування контрфорсу [43]: а) поздовжній розріз; б) поперечний розріз; 1 – ґрунт, що зрізається для уположування укосу; 2 – банкет; 3 – крупнозернистий пісок; 4 – бетон; 5 – суха кладка; 6 – залізобетонний лоток; 7 – дренажна труба

Фундаменти, які обтікаються зсувними масами, – це окремі опори (невелика група опор) глибокого закладання, занурені нижче поверхні ковзання в стійкий ґрунт [38]. Верхня частина таких фундаментів працює в умовах обтікання їх зсувними масами. Фундаменти, які обтікаються зсувними масами, допускається застосовувати для надземних інженерних і транспортних комунікацій у разі неможливості або економічної недоцільності стабілізації чи обходу зсувного схилу [38].

Берегозахисні споруди у складі протизсувних заходів застосовують на ділянках, де основи схилів розміщені на контактах з водними дзеркалами морів, озер, водосховищ або річок, для захисту корінних берегів або стабілізації зсувних схилів, розширення або збереження існуючих пляжів.

Найважливішим заходом укріплення схилів є ***організація поверхневого стоку***. Заходи щодо організації поверхневого стоку повинні включати планування схилів і прилеглих до них ділянок, з яких вода може потрапляти на схили, улаштування системи відкритих водостоків і підземних колекторів [35, 38]. На ділянках, прилеглих до схилів, поверхневий стік потрібно регулювати за допомогою водовідвідних *каналів*, *лотків*, *нагірних канав*, а також *огороджувальних валів*, які забезпечують перехоплення поверхневих вод. Нагірні канави розташовують за периметром ділянки, додаючи їм ухил не більше 20–30 ‰. У разі великого притоку води доцільно влаштовувати два чи три ряди нагірних канав.

Скидання води здійснюють у зливову каналізацію або спеціально відведені місця.

Під час ***регулювання рівня підземних вод*** потрібно передбачати: перехоплення та зниження рівнів вод для унеможливлення виклинювання на зсувних або зсувонебезпечних схилах; каптаж виходів вод на схилах; осушення тіла зсуву; стабілізацію або зниження рівнів вод на контакті із затримувальними фундаментами або спорудами [35, 38]. Для відведення ґрунтових вод проектують дренажі – *укісні прорізи*, *наслінний дренаж*, *каптажні колодязі*, *похилі шпари*.

Укісні прорізи – це порівняно неглибокі траншеї, заповнені дренувальним матеріалом. Їх застосовують при численних виходах підземних вод назовні (рис. 2.92). Якщо водоносні горизонти мають вихід на схил, їх осушують ***похилими шпарами***, що закладають з боку схилу на позначках, близьких до водоупору. ***Наслінний дренаж*** укладають на стійкий укіс на всю потужність водоносного горизонту. Коли ґрунтові води виклинцьовуються на схилі у вигляді джерел, проектують бетонні чи залізобетонні ***каптажні колодязі***

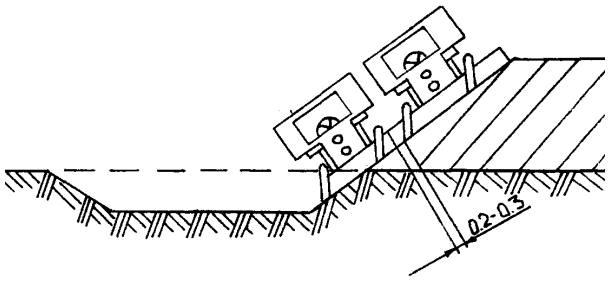


Рисунок 2.92 – Укісні прорізи

(рис. 2.93).

Виведення дренажних вод з територій має бути зазвичай самопливним. У разі неможливості такого виведення потрібно улаштовувати насосні станції [38].

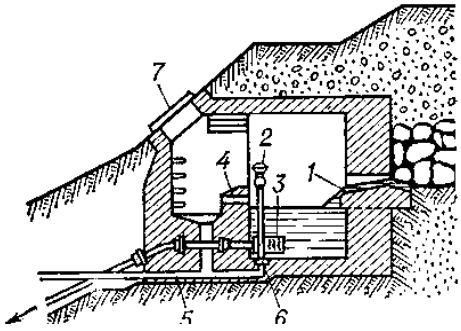




Рисунок 2.93 – Каптаж безнапірного джерела:
1 – отвір для води; 2 – ключове відділення; 3 – приймальний клапан; 4 – водозлив; 5 – грязьова труба; 6 – засувка; 7 – лаз для огляду і очищення камери

Для попередження зсувів, зниження тиску від ґрунтових мас, які можуть зміститися, і стабілізації схилів можливо ***змінити рельєф*** шляхом зменшення крутості схилів; загального вертикального планування схилів, разом із терасу-

ванням та влаштуванням банкетів; заміни слабких ґрунтів біля підніжжя схилів; перемішення поверхневого шару ґрунту із зони активного тиску в зону пасивного опору. Заміну слабких грунтів біля підніжжя схилів варто проводити зазвичай при зсувах видавлювання.

Агролісомеліорацію потрібно передбачати на завершальних етапах протизсувних робіт. Разом із тим повинна зберігатись існуюча рослинність [35, 38].

Хімічне закріплення ґрунтів зсувної зони. Для зміцнення глинистих ґрунтів застосовують *випал*, *заморожування*, *просушування*, *електродренаж* чи *електрохімічне закріплення*. Крупнопористі й тріщинуваті ґрунти закріплюють за допомогою цементації чи бітумізації, водопроникні піски – за допомогою силікатизації, способом нагнітання розчинів у тріщини чи спеціально пробурені шпари. Такі методи використовують на обмежених ділянках зсувних схилів.

Торкретування – нанесення під тиском на поверхню бетонних або залізобетонних конструкцій шару бетону або інших будівельних розчинів (рис. 2.94). Можна застосовувати на схилах з великим ухилом (торкретування здебільшого застосовується на вертикальних схилах). До переваг торкретування можна зарахувати: можливість зміцнювати поверхні будь-якого ухилу; можливість працювати в обмеженому просторі; висока адгезія (дає можливість використовувати метод односторонньої опалубки); торкретний бетон можна видозмінювати, додаючи домішки. Недоліки застосування торкретування: велика кількість відходів; високий рівень забруднення і запиленість на місці проведення робіт; високі вимоги до кваліфікації працівників; використання складного обладнання; низька швидкість проведення робіт.



Рисунок 2.94 – Торкретування укосів

Розміщення відрізків *бетонного полотна* на схилі, до якого вони можуть кріпитися різними способами, зокрема й анкерами (рис. 2.95). Між собою відрізки з’єднуються гвинтами. Після цього вони змочуються водою і вже через добу перетворюються в міцне бетонне покриття. Додаткову міцність йому надають текстильні волокна, які арму-



Рисунок 2.95 – Закріплення схилів бетонним полотном

ють шар бетону. Переваги закріплення укосів бетонним полотном: економічна альтернатива звичайному бетону; структура полотна не схильна до появи тріщин; тканина здатна повторити будь-які вигини поверхні; зручність транспортування в рулонах; висока міцність; довговічність; екологічність. Недоліки: для укладання потрібна спеціальна техніка; пригнічує ріст будь-якої рослинності; відносно висока вартість.

При хімічному закріпленні ґрунтів потрібно передбачати заходи щодо недопущення забруднення підземних і поверхневих вод хімічними реагентами, продуктами їх розпаду чи взаємодії з навколишнім середовищем, які можуть погіршити їхню якість під час будівництва та експлуатації [35, 38].

Під час будівництва у зсувних районах найдоцільнішим є обходити ці ділянки з верхівкового боку, однак це не завжди можливо. Дорогу краще розташовувати в нижній частині зсувного схилу.

Запитання для самоконтролю:

1. *Що собою являють зсуви? Причини утворення зсувів.*
2. *Як класифікують зсуви?*
3. *Назвіть основні заходи боротьби із зсувами.*

2.7 Інженерна підготовка територій із карстами

2.7.1 Причини виникнення карстових явищ та їхня класифікація

Карст *– 1) комплексний геологічний процес, пов'язаний із розчиненням поверхневими і (або) підземними водами гірських порід, з їхнім ослабленням, руйнуванням, утворенням порожнин, зміною напруженого стану порід, хімічного складу і режиму підземних вод, суфозією (механічною і хімічною), ерозією, осіданням, обваленням, провалами ґрунтів і земної поверхні; 2) комплекс форм рельєфу в легкорозчинних породах (гіпси, вапняки, доломіти і кам'яна сіль)* [35]. Карсти займають близько 50 млн км^2, тобто 35 % території суші. Карстові процеси відбуваються у результаті діяльності підземних і частково поверхневих вод, які під час зустрічі з легкорозчинними гірськими породами розчиняють і вилуговують їх. У результаті в товщі земної поверхні утворюються пустоти, порожнини, каверни і великі печери (рис. 2.96).

Карстові явища спостерігаються на височинах, що мають сприятливі умови для виходу підземних вод – берег річки, обриви та ін.

Карсти супроводжуються частими провалами й осіданнями покрівлі. Провал покрівлі карстових печер призводить до утворення на поверхні землі заглиблень, вибоїв і борозен, що називаються ***каррами*** (рис. 2.97), воронкопо-

дібних заглиблень, що називаються ***карстовими воронками*** (рис. 2.98).

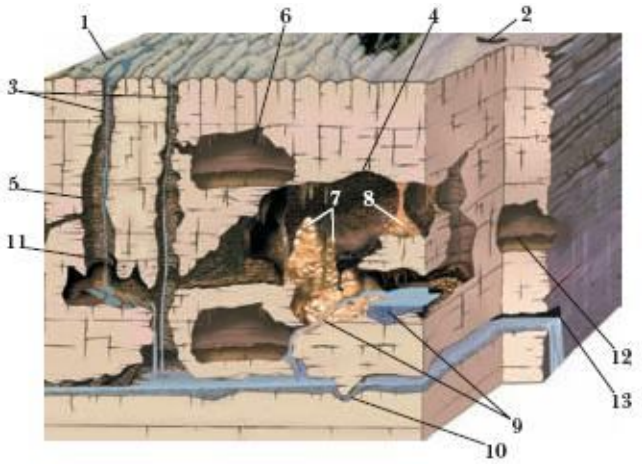


Рисунок 2.96 – Схема карстових процесів у гірському масиві:
1 – карри; 2 – воронки; 3 – природні шахти; 4 – горизонтальні печери; 5 – вертикальна печера; 6 – сталактити; 7 – сталагміти; 8 – сталагнат; 9 – підземні річки і струмки; 10 – сифон; 11 – підземний водоспад; 12 – грот; 13 – вхід до печери



Рисунок 2.97 – Каррове поле на Ай-Петрі

Діаметр карстових воронок від 1 м до 50 м, глибина рідко перевищує 15–20 м. Своєрідна поверхня такої місцевості – карстовий ландшафт указує на наявність карстових процесів (рис. 2.98, г).

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.98 – Карстові воронки:
а) промоїна; б, в) – провал; г) карстовий ландшафт

Існує два основних типи карстових воронок:

– ***промоїни*** (***польє***) (рис. 2.98, а) утворюються, коли вапняк оголюється або залишається покритим тонким шаром ґрунту. Як тільки вапнякова підкладка піддається ерозії, ґрунт починає просідати, поступово утворюючи чашоподібну депресію, яка часто перетворюється в болото або ставок;

– ***провали*** (***шахти, понори***) (рис. 2.98, б, в) утворюються моментально. Коли підземна карстова порожнина не може підтримувати верхній шар, він обвалюється і відкривається провал. Це відбувається без попередження і може призвести до втрати життя і майна.

Найбільші печери можуть зруйнуватися і утворити ущелину або тіснину. Поступово весь вапняк може бути вимитий (рис. 2.99).

Інтенсивність процесу залежить від багатьох факторів. До них належать: кількість води, що проходить через породу, її агресивність, тобто вміст у ній вуглекислоти; наявність водопроникних легкорозчинних гірських порід великої потужності; геологічна будова ділянки; розмір тріщин у породі; клімат (кількість і характер розподілу опадів сезонами року, температурний режим); наявність рослинності.

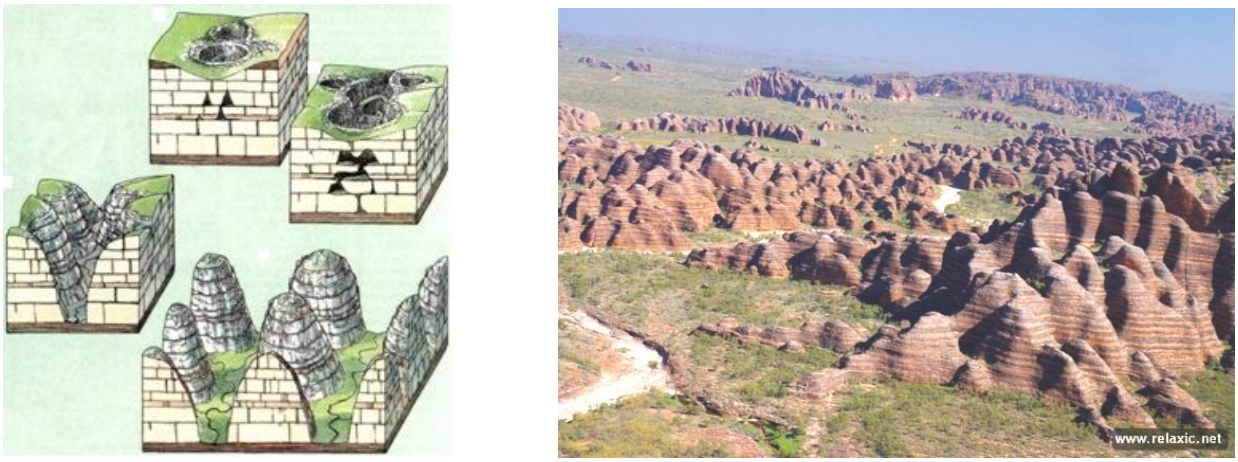


Рисунок 2.99 – Руйнування карстових печер

Розрізняють ***активний*** (***сучасний***) карст, що знаходиться у стані розвитку, і ***пасивний*** (***древній***) карст. Похованим називають карст, перекритий породами, що відклалися після його розвитку.

Карсти поділяють на ***дрібні***, що розвиваються у верхніх шарах землі, і ***глибокі зрілі***, що поширюються до водоупору.

Залежно від ступеня небезпеки для будівництва карст розподіляють на два типи:

І – карст у легкорозчинних породах (гіпсових, сульфатно-карбонатних і кам’яній солі), де щорічно можуть утворюватись воронки і виникати осідання;

II – карст у труднорозчинних породах (вапняках, доломітах, крейді), де розвиток карсту протікає повільніше, і нові карстові воронки та кари часто не з'являються десятиріччями.

Вік воронок оцінюють за зростаючими на схилах деревами, ступенем обдернування укосів, заокругленістю країв воронок і заповненням їх ґрунтом.

Найголовнішими гідрологічними і гідрогеологічними проявами карсту є зникнення струмків і річок, виникнення ділянок з частковою утратою води у річках, поява карстових озер на поверхні землі та під землею.

При новому будівництві необхідно виявляти ділянки з карстами, визначати ступінь та інтенсивність карстових процесів, вивчати потужність, склад і ступінь тріщинуватості порід, збирати дані про режим ґрунтових вод, ступінь їхньої агресивності та джерела живлення. У деяких випадках глибокий карст слабко проявляється на поверхні, і тим самим може ввести в оману містобудівників. Діючі глибинні карстові утворення практично не можливо усунути.

Проте не можна не враховувати значення карсту. Карстові води нерідко є єдиним джерелом водопостачання. Печери можуть бути корисні у бальнеологічному відношенні. Багато карстових печер становлять археологічну цінність. У карстових породах часто зустрічаються природні запаси нафти і газу.

2.7.2 Методи усунення карстових явищ

Заходи боротьби з карстовими процесами складні, вимагають значних витрат і недостатньо ефективні. Тому карстові території потрібно, якщо можливо, обходити. Їх використовують для озеленення і створення зон відпочинку.

Забудова і використання підземного простору в зонах активного карсту не допускається. Відступ об'єктів забудови від меж ділянок карстової небезпеки визначається розрахунком, проведеним спеціалізованими організаціями на підставі інженерно-геологічних умов, а у разі їхньої особливої складності – додаткових розвідувань та досліджень [70].

На закарстованих та карстонебезпечних територіях інженерні заходи розробляються на підставі інженерних вишукувань щодо розміщення порожнин, воронок, печер і пустот, а також динаміки карстоутворення (швидкість розчинення порід, залежність від градієнтів фільтраційних потоків, наявність агресивних домішок у воді) [70].

Боротьба з карстами може вестись за такими напрямками: ретельне регулювання стоку поверхневих вод, щоб не допустити їхнього влучення у карст; відведення підземних вод, для цього влаштовують глибокий дренаж; створення фільтраційних завіс і водонепроникного покриття; укріплення русел водотоків і

нагірних канав; ліквідація тріщин і пустот на поверхні землі й у товщі масиву [35].

Незначні тріщини й пустоти ліквідують за допомогою засипання водонепроникним ґрунтом з ретельним пошаровим ущільненням. Неглибокі карстові пустоти заповнюють цементним розчином, піском чи кам'яним накидом.

Крім цих основних заходів, застосовують спеціальні: штучне обвалення вибухами покрівлі карстових пустот і заповнення їх глинистим ґрунтом; під час будівництва виконують підготовку порід основи споруд, для цього через свердловини в тріщини і карстові пустоти нагнітають цементний, бітумний чи глинистий розчин, у результаті чого створюється підземний водонепроникний бар'єр і збільшується міцність порід; повністю заміняють ґрунти основи споруд; печери і пустоти заповнюють бетоном, цегельною кладкою.

Захисні споруди не повинні негативно впливати на природний хід карстового процесу шляхом раціонального планування розміщення об'єктів будівництва, трасування лінійних споруд, застосування статичних схем та конструктивних рішень, зокрема спеціальних конструкцій фундаментів [70].

Проводячи вертикальне планування закарстованої території, не варто допускати великі зрізання ґрунту, тому що при цьому буде полегшена можливість проникнення поверхневих вод у товщу карсту, а це може стимулювати процес його розвитку.

Під час використання закарстованої території потрібно уникати будівництва на ній споруд, під час експлуатації яких може відбуватися витікання води в ґрунт. До таких споруд зараховують інженерні мережі водопроводу і каналізації, напірні труби, резервуари для збереження питної води, ставки тощо. Необхідно відмовитись від застосування мостів, розрахованих на акумуляцію води перед спорудою. Забороняється влаштування з верхівкової сторони насипів глибоких резервів і закладка ґрунтових кар'єрів.

Трасу доріг потрібно направляти в обхід закарстованої території, щоб уникнути можливих провалів і осідань дороги. Карстові ділянки варто перетинати естакадами з опорами, закладеними нижче карстової товщі.

Запитання для самоконтролю:

1. *Що таке карст?*
2. *Назвіть причини виникнення карстів.*
3. *Як класифікують карсти?*
4. *Які Ви знаєте методи усунення карстових явищ?*
5. *Як можна використовувати закарстовані території?*

2.8 Інженерна підготовка територій з просадними явищами та пливунами

2.8.1 Осідання й просадні явища

Крім карстів, широко відомі просадні явища в лесових ґрунтах. У разі замочування цих ґрунтів утворюються зони осідання з характерними тріщинами.

До ***просадних ґрунтів*** належать леси, лесовидні супіски, суглинки і глини, відходи промислових підприємств (пил, зола тощо), попелові відкладення та інше. *«**Лесом**» називають нешарувату породу, близьку за механічним складом до пилуватих супісків і суглинків*. Лес характеризують високою пористістю, видною простим оком. У сухому стані він стійкий в укосах, а замочений становить липку грязь. Породи, схожі на лес, але із вкрапленнями піску чи з меншою пористістю називають лесовидними. Лес утворився способом наносу пилу в результаті вивітрювання карбонатних порід після танення льодовиків. Потужність шарів лесу може досягати 10–20 м і більше.

*Під терміном «**осідання**» потрібно розуміти процес осідання від одного лише промочування, без зовнішнього навантаження, що супроводжується різкою зміною структури ґрунтів.* Це дуже небезпечне явище і в кожному конкретному випадку вимагає спеціального дослідження (рис. 2.100).





Рисунок 2.100 – Руйнування будівель і доріг на просадних ґрунтах

На просадних ґрунтах можливе влаштування будинків і споруд, інженерної інфраструктури переважно на плитних фундаментах за спеціальними проектами, враховуючи заходи інженерної підготовки території. Розміщення забудови повинно здійснюватись з максимальним збереженням існуючих природних водостоків поверхневої води [70].

Одним з основних заходів є організація стоку поверхневих вод із території просадних ґрунтів. Крім цього, застосовують: поверхневе чи глибинне механічне ущільнення ґрунту (рис. 2.101, а); укріплення та ущільнення просадного ґрунту способом попереднього замочування; заміну просадних ґрунтів ущіль-

неною ґрунтовою подушкою; ущільнення ґрунту ґрунтоцементними палями; армування ґрунту георешітками, геополотном (рис. 2.101, б); ін'єкційне закріплення ґрунту способом силікатизації (рис. 2.101, в), цементації (рис. 2.101, г), смолізації, глинізації, використанням різноманітних латексних розчинів; електрохімічне закріплення; термічний випал ґрунту тощо.

а)



б)



в)



г)



Рисунок 2.101 – Укріплення просадних ґрунтів: а) поверхневе механічне ущільнення; б) армування ґрунту геополотном; в) силікатизація; г) цементація

Ін'єкційне закріплення ґрунтів *– це штучне цілеспрямоване перетворення будівельних властивостей ґрунтів способом нагнітання під тиском зміцнювальних розчинів*. Це підвищує механічну міцність, водостійкість, зменшує стисливість і водопроникність дисперсних порід, знижує або ліквідує просадність, корозійну активність ґрунтів до бетону і металу.

Якісну оцінку осідання визначають за показником ущільнення:

$$k = \frac{W_m \gamma_{num}}{100\varepsilon}, \qquad (2.43)$$

де k – показник ущільнення; W_m – межа текучості, %; γ_{num} – питома вага ґрунту; ε – коефіцієнт пористості за постійної вологості.

Ґрунти розрізняють як непросадні при значенні $k = 1$ і просадні при значенні $0,5 < k < 0,75$. У подібних умовах працюють дамби обвалування, дамби на переходах через водостоки, насипи земляного полотна. У такому випадку деформація насипу може відбутись шляхом вижимання ґрунту з-під насипу у різні боки.

Коефіцієнт стійкості підстільного ґрунту проти випирання визначають за формулою:

$$K = \frac{p}{q}, \tag{2.44}$$

де p – гранично допустимий тиск на слабкий ґрунт; q – питомий тиск насипу на слабкий ґрунт, кг/см^2.

Якщо коефіцієнт стійкості менше 1, тоді необхідно проводити спеціальні заходи, розглянуті вище.

2.8.2 Боротьба з пливунами

Пливун *– ґрунт, насичений водою, здатний розтікатися, сповзати по стінках котлованів і переміщатися разом із водою у разі розроблення в ньому траншей, шахт, штолень, канав, каналів, які знаходяться нижче рівня підземних вод* [35]. Під час висихання пливуна він переходить у зв'язну, доволі тверду, світлішу, ніж спочатку, породу, яка ламається, кришиться і ледь розтирається руками.

Перехід ґрунтів у стан пливунів можливий у разі одночасного поєднання чотирьох факторів:

а) *сприятливі умови залягання порід* – оголення порід, розкритих гірничими виробками, свердловинами або якими-небудь природними процесами, наприклад, розмивом;

б) *різниця напорів підземних вод*, яка залежить від геологічної будови і геоморфологічних умов місцевості. У процесі будівництва природні гідрогеологічні умови можуть бути змінені, і тоді стійкі гірські породи можуть перейти в пливунний стан;

в) *певний стан пухких порід*. У стан пливунів можуть переходити піски, супіски, леси, суглинки, озерні мули, глини, тобто породи, що мають значну пористість. Отже, пливуни – це не якийсь певний тип гірської породи, а особливий стан породи.

Пливуни поділяють на *несправжні* (*псевдопливуни*) і *справжні*. ***Несправжні пливуни*** – це породи, які не мають структурних зв'язків у вигляді різних

пісків. Після висихання вони утворюють рихлу або слабо зцементовану масу. Зважувальна дія води за певних умов проявляється також у пісках деяких морських узбереж, утворюючи так звані ***хиткі піски***. ***Справжні пливуни*** – це породи з коагуляційними або змішаними зв'язками у вигляді глинистих пісків, а також супісків, суглинків. Справжній пливун у котлованах дає скупчення води у вигляді «цементного» молока. Після висихання справжні пливуни утворюють сильно зцементовані маси.

Боротьба з пливунами складна і не завжди дає бажані результати. Застосовують такі способи боротьби з пливунами:

1) штучне осушення пливунів: зниження рівня підземних вод за допомогою відкачування води зі свердловини; установлення забивних фільтрів; установлення голкофільтрів; електроосмос; заморожування; силікатизація; віброущільнення;

2) закріплення охоронних зон, де недопустимі земляні роботи;

3) прорізання пливунів;

4) підсипання;

5) улаштування гравелистих подушок;

6) улаштування шпунтового огородження;

7) улаштування пальових підстав.

Голкофільтрові установки складаються із системи голкофільтрів (тонких металевих труб довжиною 7–9 м із фільтром на нижніх кінцях), які встановлюються навколо котловану через 0,5–2,0 м і більше та підключених до загального трубопроводу, приєднаного до вакуумного насосу або компресору (рис. 2. 102). У кільцевий простір між обома трубками подають стиснене повітря, під дією якого у внутрішню трубку надходить під певним тиском вода. Голкофільтрова установка забезпечує зниження рівня підземних вод на 5–6 м, вони широко застосовуються для осушення будівельних котлованів, а також під час проходження гірничих виробок.

Метод ***електроосушення*** рекомендується для дренування водоносних товщ з коефіцієнтом фільтрації менше 1 м/добу.

Штучне заморожування застосовують для додання тимчасової міцності пливунних ґрунтів. Для заморожування бурять свердловини, у які нагнітають охолоджений розчин хлористого кальцію. У результаті навколо свердловини створюється зона охолодження порід з температурою від -20 °С до -40 °С.

Силікатизація – нагнітання в пливуни рідкого скла. Цей метод рекомендується для роботи в несправжніх пливунах.

Метод ***кріплення за допомогою шпунтового огородження*** можна застосовувати лише за порівняно невеликої глибини залягання пливунів, тому що занурення огорожі на глибину понад 25 м становить значні технічні труднощі. Шпунтове кріплення застосовують під час розроблення котлованів і траншей. Для цього навколо майбутньої виїмки забивають дерев'яні (рис. 2.103), залізобетонні чи металеві шпунти, що утворюють суцільний «паркан» глибиною іноді більше 20 м, що захищає виїмку від пливуна.

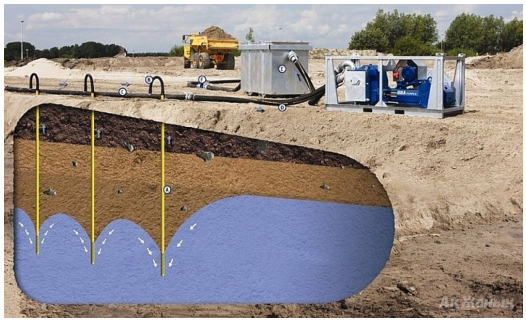


Рисунок 2.102 – Голкофільтрові установки



Рисунок 2.103 – Укріплення стінок котловану за допомогою шпунтового дерев'яного огородження

Запитання для самоконтролю

1. *Що означає термін «осідання»?*
2. *У яких ґрунтах виникає осідання?*
3. *Заходи боротьби з осіданнями.*
4. *Як розраховується стійкість насипу на слабкій основі?*
5. *Що таке пливуни? Класифікація пливунів. Заходи боротьби з пливунами.*

2.9 Особливості інженерної підготовки територій у гірській місцевості

2.9.1 Особливості гірських районів

Гірські райони характеризуються складним рельєфом, глибокими звивистими долинами рік, складною геологічною будовою місцевості. Сильно розчленований рельєф викликає необхідність влаштування великої кількості інженерних споруд на перетинах річок і ущелин. Долини гірських рік мають великі поздовжні ухили. Паводки раптово виникають і швидко проходять. У сухий час року багато водотоків пересихають. У зв'язку з великими поздовжніми ухилами навіть заи малих водозбірних басейнів зливові потоки несуть із собою камені. У весняний період під час танення снігу збільшується можливість сходу лавин. Гірські райони характеризуються підвищеною сейсмічністю.

Усі ці обставини вимагають урахування оцінки під час проектування й будівництва різних об'єктів. У зв'язку із складними природними умовами гір-

ських районів вживають спеціальні заходи для захисту споруд. Труднощі виконання будівельних робіт на гірських схилах та їхня висока вартість вимагають розглядати різні варіанти проектування з метою прийняття найбільш оптимального вирішення.

2.9.2 Особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів

Обвал *– швидкий відрив і обвалення, що супроводжується перекиданням, дробленням і скочуванням гірської маси униз схилом* (рис. 2.104) [13]. На відміну від обвалу, ***осип*** *– це тривалий, безперервний і повільний рух накопичених на схилі уламкових продуктів вивітрювання, що містять щебінь і крупні кам'яні брили* (рис. 2.105) [13].



Рисунок 2.104 – Обвал на гірській дорозі

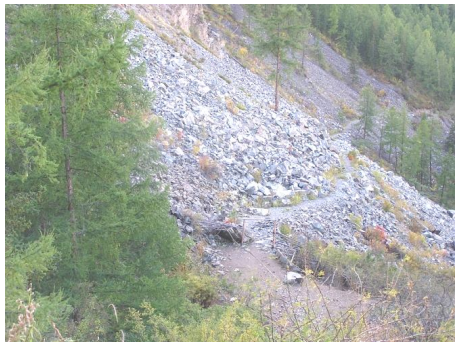


Рисунок 2.105 – Осип на гірському схилі

Причиною обвалів є надмірна крутість схилів, на яких не можуть утримуватися уламки, що втратили зв'язок з основним масивом. Обвали відбуваються через руйнування гірських порід процесами вивітрювання; підрізування похилих пластів порід; тріщинуватість гірських порід, тектонічні порушення, штучні вибухи; розширення води під час замерзання у тріщинах гірських порід тощо.

Ділянки обвалів завжди доцільніше обходити. Будівництво житлових комплексів і окремих будівель у зоні обвалів не допускається [70]. За неможливістю цього за такими ділянками потрібно здійснювати безперервний нагляд, регулярно оглядати укоси і скидати великі камені, що почали втрачати стійкість.

Відступ об'єктів забудови від бровки обвального схилу визначається розрахунком, проведеним спеціалізованими організаціями на підставі інженерно-геологічних умов, а у разі їхньої особливої складності – додаткових розвідувань та досліджень [70].

Затримувальні протиобвальні споруди та заходи потрібно передбачати з метою усунення можливого виникнення та розвитку гірсько-обвальних явищ,

для захисту від вивітрювання укосів та укріплення гірських порід на косогорах [38]:

– облицювальні стіни, торкретні покриття, а також ін'єктування в'яжучими речовинами обвальних мас для збереження ґрунтів від вивітрювання та руйнування;

– анкерні кріплення та пломби для з'єднання окремих скельних блоків з міцним масивом скельних порід;

– контрфорси для підпирання окремих скельних масивів;

– підтримувальні та підпірні стіни для укріплення навислих скельних карнизів;

– опояски – масивні споруди для підтримання нестійких укосів.

До складу ***уловлювальних споруд та пристроїв*** входять [38]:

– каменеуловлювачі глибинного типу (полиці, уловлювальні траншеї, рови);

– загороджувальні уловлювальні споруди (сітчасті загородження (рис. 2.106), металеві ґратчасті щити (рис. 2.107), поля з надовбнями, загороджувальні вали, баражні стіни, уловлювальні стіни (рис. 2.108));

– живі захисні перепони (штучні лісонасадження на схилах гір);

– протиобвальні галереї (рис. 2.109).



Рисунок 2.106 – Укріплення схилу металевою сіткою



Рисунок 2.107 – Укріплення схилу металевими ґратчастими щитами



Рисунок 2.108 – Захист автомобільної дороги підпірною стінкою



Рисунок 2.109 – Каменезахисна галерея

Каменеуловлювачі глибинного типу у вигляді траншей розміщують на пологих схилах (укосах) заввишки до 30 м і крутістю до 30°. *Уловлювальні полиці* та *рови* – у підошві крутих укосів. *Сітчасті загородження* мають бути обладнані скельно-обвальною сигналізацією та застосовуватись лише на осипних ділянках з можливим падінням невеликих каменів з незначної висоти. *Поля з надовбнями* потрібно передбачати на затяжних схилах, які покриті делювіальними відкладеннями, заввишки до 60 м і крутістю до 30°, у вигляді окремо стоячих, розміщених у шаховому порядку стовпів у декілька рядів по схилу з улаштуванням уловлювальної споруди в низовій його частині.

Загороджувальні вали застосовують у разі економічної доцільності використання привізного матеріалу для спорудження валу. *Баражні стіни* улаштовують в крутопадаючих тальвегах улоговин зазвичай із сухої кладки. Для пропускання стікаючої по тальвегах води в баражних стінах залишають невеликі отвори або укладають водопропускні труби. *Уловлювальні стіни* застосовують як на гірськообвальних, так і на осипних місцях з крутістю схилу до 40°. Уловлювальні стіни, які застосовуються в основі осипних укосів, що інтенсивно вивітрюються, доцільно влаштовувати з урахуванням забезпечення достатньої ширини та ємкості уловлювальних пазух за ними. *Протиобвальні галереї* необхідно розміщувати на обвальних ділянках лінійних об'єктів, які розташовані безпосередньо біля підніжжя крутих гірських схилів (укосів), коли розміри уловлювальних стін настільки значні, що їхня вартість наближається до вартості протиобвальних галерей.

Осипи накопичуються біля підошви крутих схилів у вигляді валів чи конусів. У верхній частині вони мають крутість до 40–45°, у нижній частині (*шлейф осипу*) осип більш положистий.

Залежно від інтенсивності надходження матеріалу розрізняють осипи ***діючі***, зростання яких продовжується, ***загасаючі*** і ***загаслі***. Загаслі осипи заростають травою, чагарником і деревами. Матеріал осипів, що навіть заросли, знаходиться у стані нестійкої рівноваги. Підрізування нижньої частини осипу виїмкою, сейсмічні поштовхи, перевантаження насипом можуть активізувати осип і привести його до руху.

За ступенем рухливості осипи поділяють на *рухливі* (*живі*), *слабко рухливі* й *відносно нерухомі*. ***Рухливі*** осипи варто обходити, а якщо це неможливо, необхідно передбачати заходи для забезпечення стійкості земляного полотна. ***Відносно нерухомі*** осипи можуть бути використані для розміщення в їхній нижній частині земляного полотна дороги в невисоких насипах без додаткових спо-

руд. Шлейфи осипів, складених із великоуламкового добре фільтрувального матеріалу, можна перетинати дорогою.

На діючому осипу перед дорогою зводять стінку для затримки уламків, що обсипаються. Стінки влаштовують із сухої кладки висотою 1,5–2 м, шириною 0,8–1 м за глибини закладення не менше за 0,5 м. Стіну періодично нарощують і будують додаткові на масиві осипу (рис. 2.110). Установлюють також металеві ґратчасті щити на схилах або завішують укоси сіткою з товстого дроту (рис. 2.106, 2.107, 2.111).

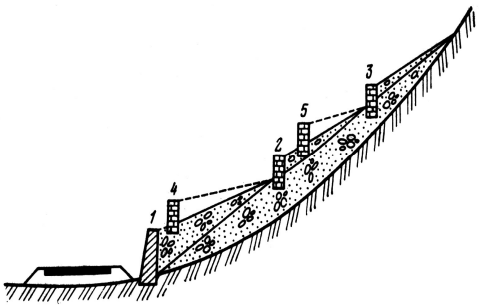


Рисунок 2.110 – Захист дороги підпірними стінками. Цифри вказують послідовність зведення стінок



Рисунок 2.111 – Установка тросової сітки

На активних великих осипах, шлейф яких досягає берега водотоку, часто більш доцільно перенести трасу дороги на інший схил долини. Це викликає необхідність побудови додатково двох мостів. Можливо також перетинати такі осипи тунелем. Іноді за малого об'єму матеріалу доцільно ліквідувати осип замість того, щоб будувати верхівкові підпірні стіни.

Матеріали осипів можна використовувати для відсипання насипів, якщо вони задовольняють вимогам до міцності кам'яних матеріалів, а також для влаштування дорожнього одягу і виробництва бетону.

2.9.3 Принципи освоєння територій із селевими явищами

Селевий потік (сель) *– короткочасний грязюкам'яний потік, що складається з суміші води та пухкоуламкової породи* [35]. Селі, характерні для гірських районів, – раптові короткочасні паводки, що виносять з гірських районів у долини велику кількість ґрунтів і уламкових матеріалів. Вони мають величезну руйнівну силу. Маса селів складається з потоків води, великої кількості твердих матеріалів, різної величини валунів, уламків скель, іноді дерев. Рідкою складовою потоку є зливові й талі води з гірських схилів і частково ґрунтові води. Руйнівна сила селевих потоків у десятки разів перевищує силу звичайного водного потоку. Найбільшу небезпеку становлять високогірні селі.

Селеві потоки виникають через такі причини: падіння рельєфу гірських долин; наявність у межах водозбору пухких продуктів вивітрювання гірських порід; зливи, снігопади, танення льодовиків, прорив льодовикових озер, що створюють швидкі багатоводні потоки; активна ерозійна діяльність у гірському басейні за рідкої рослинності; зсувні процеси; виверження вулканів; сейсмічні явища. Найбільш ймовірне утворення селю в результаті перших злив після посушливого періоду.

Площу, у межах якої виникає сель, називають ***селевим басейном***.

Діяльність гірського потоку характеризують різними проявами: знесенням матеріалу (угорі), перенесенням матеріалу (у середній частині), і відкладеннями, винесенням їх (у нижній частині). У верхній частині знаходиться осередок твердих складових потоку. Верхня частина називається *зоною формування селів*. У середній частині сель рухається руслом з відносною постійністю. Ця частина називається *транзитною зоною*. У нижній частині утворюються відкладення велико- і дрібноуламкового матеріалу – конуси виносу. Ця частина називається *зоною загасання*. Конуси, що злилися, утворюють *шлейфи* біля підніжжя гори. Такі відкладення називають пролювіальними.

Основними руйнівними факторами селів є удари рухомих мас гірських порід, а також завалювання або замулювання цими масами вільного простору (рис. 2.112). У результаті таких дій відбувається руйнування будівель і споруд, знищення населених пунктів, сільськогосподарських угідь, перекриття русел річок, зміна ландшафту, загибель людей і тварин.



Рисунок 2.112 – Руйнування населеного пункту селем

Селеві потоки поділяють на три типи залежно від загального об’єму виносу за один сель у млн м^3:

– ***катастрофічні***, характеризуються виносом матеріалу понад 1 млн м^3, найчастіше утворюються в результаті землетрусів і виверженнь вулканів;

– ***потужні***, характеризуються виносом матеріалу об’ємом від 100 тис. м^3 до 1 млн м^3, виникають рідко;

– ***середньої потужності***, спостерігається винос матеріалу від 10 тис. м^3 до 100 тис. м^3, виникають один раз у 2–3 роки;

– ***малої потужності***, винос матеріалу не перевищує 10 тис. м^3, виникають щорічно, іноді кілька разів на рік.

За динамічними властивостями, співвідношенням ґрунтової маси і води селі поділяють на дві категорії: ***зв'язні*** й ***незв'язні*** [35]. У перших практично уся вода знаходиться у зв'язному стані. У незв'язних є велика кількість вільної води. Зв'язні селеві потоки рухаються як в турбулентному, так і в ламінарному режимах залежно від вмісту глинистих частинок і швидкості руху. Незв'язним селевим потокам властивий тільки турбулентний режим руху.

За відношенням об'єму твердої речовини до об'єму суміші селі поділяють на: ***грязьові*** (рис. 2.113), ***грязекам'яні*** (рис. 2.114), ***наносоводні*** (рис. 2.115) [35].



Рисунок 2.113 – Грязьовий сель



Рисунок 2.114 – Грязекам'яний сель

Швидкість руху селів – 2,5–3 м/с, іноді за значних ухилів місцевості вона може досягати 6 м/с.

Належність об'єкта, що проектується, до селевого району варто визначати за Каталогом селевих басейнів і осередків Українських Карпат та гірського Криму [70].



Рисунок 2.115 – Наносоводний сель

Під час вибору території для нового будівництва потрібно обходити русла селеносних басейнів.

Боротьба із селями є дуже важкою і вимагає проведення дуже складних інженерних заходів.

Для інженерного захисту територій, будівель і споруд від селевих потоків застосовують види споруд і заходів, наведені в таблиці 2.8 [35].

Селевий потік перехоплюють ***загатами*** (***баражами***) на конусі виносу (рис. 2.116). Поперечні загати влаштовують у руслі селевого потоку. Вони утримують деяку частину твердої складової селевого потоку. Поперечні загати виконують у вигляді бетонних, залізобетонних, габіонових підпірних стін. Для пропуску води у нижній частині загат залишають отвори.

Селеві потоки припливів основного русла перехоплюють ***греблями***; прояснені потоки з притоків надходять у русло ріки. Греблі зводять з місцевих кам'яних матеріалів способом спрямованого вибуху (рис. 2.117).

Таблиця 2.8 – Види споруд і протиселевих заходів [35]

Вид споруд і заходи	Призначення споруд, заходи й умови їхнього застосування	Місце розташування
I Селезатримувальні Греблі бетонні, залізобетонні, з кам'яної кладки: водоскидні, наскрізні. Греблі з ґрунтових матеріалів (глухі)	Затримання селевого потоку у верхньому б'єфі. Утворення селесховищ	У руслах
II Селепропускні Канали. Селеспуски. Мости	Пропуск селевих потоків через об'єкт або в обхід його	Те саме
III Селенапрямні Напрямні і огороджувальні дамби. Шпори	Спрямування селевого потоку в селепропускну споруду	Те саме
IV Стабілізувальні Каскади загат. Підпірні стіни. Нагірні та водоскидні канали. Дренажні пристрої. Тераси. Тераси-канали Агролісомеліорація	Припинення руху селевого потоку або ослаблення його динамічних характеристик Регулювання вирубки лісів і випасу худоби в долинах річок, агротехнічні заходи щодо вирощування сільськогосподарських культур на гірських схилах, їх залісення і поліпшення складу і стану	У руслах та на схилах
V Селепопереджувальні Греблі для регулювання селеутворювального паводка. Водоскиди на озерних перемичках	Запобігання селеутворювальним паводкам	У руслах
VI Організаційно-технічні Організація служби нагляду і сповіщення	Прогноз утворення селевих потоків	Селезбори

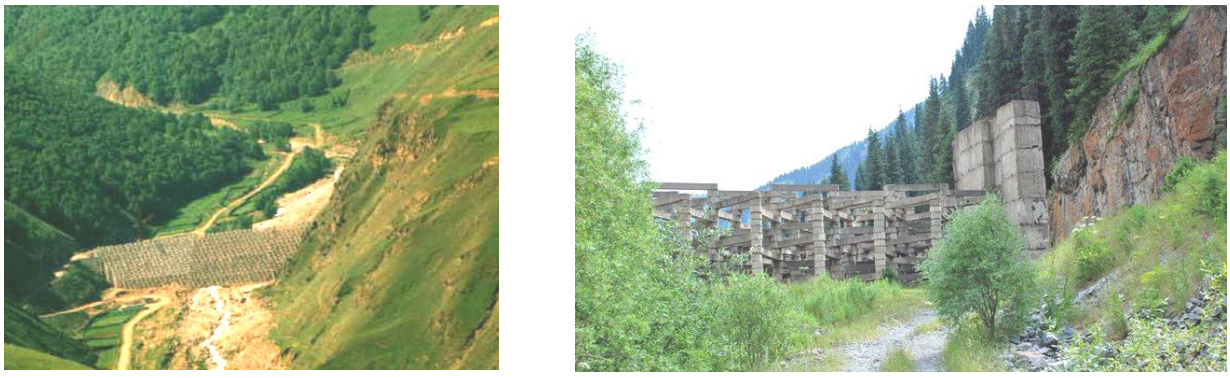


Рисунок 2.116 – Загати-баражі

Селевий потік на конусі виносу ***відхиляють убік*** і коротким ***каналом*** скидають у найближчий тальвег, ріку чи озеро. Дно такого каналу укріплюють

бетоном, а береги – кам'яними стінками (рис. 2.118). На всій площі водозбору ***насаджують дерева й чагарники з терасуванням схилів*** і відведенням ґрунтових вод за допомогою ***дренажів***, а атмосферних вод – за допомогою ***нагірних канав***.



Рисунок 2.117 – Протисельова гребля в урочищі Медео



Рисунок 2.118 – Бетонні канали для відведення селя

Регулювання поверхневого стоку в зоні зародження селевих потоків є найбільш ефективним способом зміни режиму сніготанення, спуску льодовикових озер, перенесення центра зливи. Процес сніготанення регулюють, створюючи ***димові екрани*** чи ***зачорніння сніжного покриву***. У першому випадку відбувається уповільнення сніготанення, у другому – прискорення. Штучне перенесення центра зливи належить до методів регулювання погоди.

Під час будівництва доріг найбільш доцільно перетинати селеві потоки у межах транзитного русла, де є стійкі скельні береги і русло потоку зазвичай жорстко фіксовано. Русло перекривають мостом з прогонами, що не стискують селевий потік. У разі перетинання селевих потоків дорогами з малою інтенсивністю руху можна селевий потік пропускати лотком, що розташований на одному рівні з проїзною частиною (рис. 2.119). На дорогах з великою інтенсивністю руху проектують селедуки, що пропускають селеві потоки над дорогою (рис. 2.120).



Рисунок 2.119 – Лоток для пропуску селя



Рисунок 2.120 – Селедук

2.9.4 Захист територій від лавин

У гірських районах, де випадає багато сніжних опадів, часто відбуваються сніжні обвали – лавини. ***Лавини*** *– снігові маси, що рухаються на гірських схилах у вигляді суцільної зосередженої маси снігу або розпиленого снігу* [35]. Лавини з дуже великою швидкістю спрямовуються униз схилом, руйнуючи все на своєму шляху. Перед лавиною рухається повітряна хвиля. Вона викликає руйнування в тих місцях, до яких лавина не доходить.

У міру збільшення товщини снігового покриву й утворення в ньому ослаблених прошарків стійкість снігу на схилі зменшується. Після досягнення критичної рівноваги іноді буває достатньо самого невеликого поштовху, струсу повітря від пориву вітру, пострілу чи навіть голосної мови, щоб обрушилася лавина.

Сніжні обвали відбуваються у районах з крутими логами і тальвегами, що мають у верхів'ях западину – снігозбірний басейн, у якому накопичується сніг. Сніг, що прийшов у рух, сковзає каналом стоку – лавинним лотком. У підніжжя схилу лавина розширюється, сповільнює свій рух. Після зупинки утворюється конус виносу із снігу і захоплених каменів, ґрунту, стовбурів дерев та інше. Висота конусів досягає 10–20 м. Найбільш небезпечні щодо лавиноутворення схили з крутістю 25–45°, на яких може накопичуватись велика кількість снігу, що поступово приходить у нестійкий стан.

Класифікація лавин згідно із В. Н. Аккуратовим [60]:

1) клас ***сухих*** (***холодних***) лавин: лавини із снігу, що тільки випав; лавини із заметільного снігу; лавини, пов'язані із перекристалізацією снігу і утворенням шарів глибинної паморозі (сили зчеплення яких ослаблені); лавини температурного скорочення сніжного покриву;

2) клас ***мокрих*** (***теплих***) лавин: лавини, що виникають у результаті радіаційних відлиг; лавини, пов'язані з відлигами і весняним сніготаненням (зазвичай складаються з вологого, рідше мокрого снігу); ґрунтові лавини, що формуються навесні з мокрого снігу, внаслідок тривалих відлиг і дощів або при сильному сніготаненні (найбільш руйнівні у класі мокрих лавин).

Сухі лавини утворюються в періоди морозів. Після їхнього падіння сухий сніг сильно розпорошується, утворюючи своєрідну сніжну хмару, що рухається вниз з великою швидкістю. Мокрі лавини утворюються навесні чи під час сильних відлиг.

За характером руху сніжної маси проф. Г. К. Тушинський розрізняє три типи лавин [35]:

1) ***осови*** *– це снігові зсуви, що не мають певного каналу стоку і ковзають по всій ширині охопленої ними ділянки* (рис. 2.121);



Рисунок 2.121 – Осови

2) ***потокові*** лавини, у яких сніг із снігозбірного басейну спочатку сковзає логом – каналом стоку (рис. 2.122). Схили каналу позбавлені рослинності та мають сліди лавинної ерозії;

3) ***стрибаючі*** лавини, що спочатку зміщуються каналом стоку, а потім, коли він утворює горизонтальний майданчик чи ухил його збільшується, злітають з уступу й обрушуються на дно долини (рис. 2.123).



Рисунок 2.122 – Потокові лавини



Рисунок 2.123 – Стрибаючі лавини

Лавини залишають на місцевості характерні сліди, за якими можна орієнтовно оцінити частоту їхнього сходу.

Для інженерного захисту території, будівель і споруд від снігових лавин застосовують такі види споруд і заходів, що наведені в таблиці 2.9 [35].

Для боротьби з лавинами передбачають низку заходів, спрямованих на зменшення накопичення снігу в лавинозбірних басейнах, підвищення стійкості снігу на схилах, уповільнення руху сніжних мас, відхилення лавини від забудови чи пропуск її над забудовою. Для затримання снігу на плато влаштовують кам’яні стіни (рис. 2.124), земляні вали і тераси, встановлюють у декілька рядів снігозбірні щити (рис. 2.125).

У деяких випадках за сприятливого рельєфу місцевості лавину можна відхиляти за допомогою відбійних дамб. Дамби споруджують у вигляді насипу висотою до 10–15 м (рис. 2.126).

Таблиця 2.9 – Види споруд і протилавинних заходів

Вид споруди і заходи	Призначення споруди і заходи, умови їх застосування
І Профілактичні	
Організація служби спостереження, прогнозу; і сповіщення	Прогноз сходу лавин. Припинення робіт і доступу людей в лавинонебезпечні зони на час сходу лавин і евакуація людей із небезпечної зони.
Штучно регульоване скидання лавини	Регульований спуск лавин і розвантаження від нестійких мас снігу шляхом обстрілу, вибухів, підпилювання карнизів тощо на підставі прогнозу стійкості мас снігу на схилі
ІІ Лавинозапобіжні	
Системи снігоутримувальних споруд (загорожі, стіни, щити, решітки, мости), терасування схилів, агролісомеліорація	Забезпечення стійкості снігового покриву в зонах зародження лавин, зокрема в поєднанні з терасуванням і агролісомеліорацією, регулювання снігонакопичення.
Системи снігозатримувальних загорож і щитів	Запобігання накопиченню снігу в зонах виникнення лавин шляхом снігозатримання на навітряних схилах і плато.
Сніговидувальні панелі (дюзи), кольктафелі	Регулювання, перерозподіл і закріплення снігу в зоні зародження лавин
ІІІ Лавинозахисні	
Напрямні споруди: стінки, штучні русла, лавинорізи, клини	Зміна напрямку руху лавин. Обтікання лавиною об’єкта.
Гальмівні і зупинні споруди: надовбні, і горби, траншеї, дамби, пазухи	Гальмування або зупинка лавин.
Проникні споруди: галереї, навіси, естакади	Пропуск лавини над об’єктом або під ним



Рисунок 2.124 – Кам’яні стіни для захисту від лавин

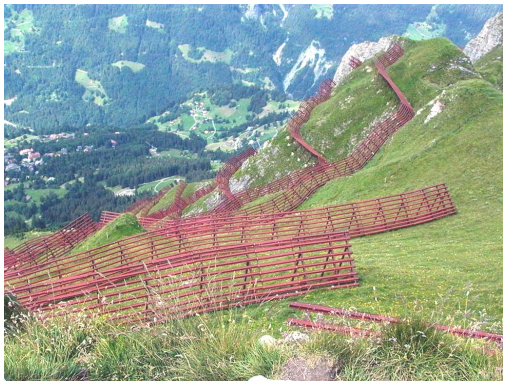


Рисунок 2.125 – Снігозбірні щити

Для відвертання несподіваного сходу лавини виконують штучне обвалення сніжних мас за допомогою вибухів.

Під час будівництва потрібно уникати лавинонебезпечних місць. Коли обійти таке місце неможливо (наприклад, під час будівництва залізниць і автомобільних доріг), споруду розташовують над дном долини на такій висоті, щоб її не закривали сніжні завали від лавин. Найбільш надійним способом захисту доріг від лавин є галереї (рис. 2.127). Щоб сніжна маса проходила на покрівлі

без удару, галерею розташовують на полках, які врізають у схили тальвегу, де сходить лавина. Над галереєю розташовують засипку, щоб вийшло природне продовження схилу місцевості. Галереї будують переважно закритими із збірних залізобетонних елементів.



Рисунок 2.126 – Відбійна дамба



Рисунок 2.127 – Снігозахисна галерея

2.9.5 Особливості освоєння територій із сейсмічними явищами

У результаті дії внутрішніх сил землі виникають рухи земної кори, що викликають сейсмічні явища – землетруси. ***Землетруси*** – *підземні поштовхи, коливання земної поверхні в результаті розриву й зміщення гірських порід на глибині* [4].

Сейсмічність проявляється у вигляді пружних коливань земної поверхні та може бути наслідком *природних* і *штучних процесів*. До ***природних процесів*** зараховують вулканічні виверження, гірські обвали, карстові провали, обвалення підземних пустот і рудників, тектонічні процеси, падіння космічних тіл. Найбільш руйнівними є тектонічні явища, викликані природним процесом утворення гір. Вони охоплюють великі площі, а не обмежуються локальними зонами, і можуть періодично повторюватись. ***Штучні процеси*** пов'язані з ядерними і промисловими вибухами великої потужності, із створенням водосховищ та іншою діяльністю людини.

Землетруси постійно спостерігаються у гірських районах східної і західної півкулі. Області, де часто виникають землетруси, називають *сейсмічними*.

Область зародження землетрусів знаходиться на деякій глибині від поверхні землі, її називають ***осередком*** чи ***гіпоцентром*** (рис. 2.128). Над ним на поверхні землі розміщується зона, де землетруси виявляються дуже сильно. Її називають ***епіцентром***. Від епіцентру в усіх напрямках поширюються *поздовжні*, *поперечні* й *довгі хвилі*. Довгі хвилі передаються поверхнею землі, вони переміщуються повільніше поздовжніх і поперечних хвиль, але мають більший розмах і є причиною усіх видимих руйнувань (рис. 2.129, 2.130).

Інтенсивність землетрусів виражають у балах. Для цього використовують дванадцятибальну шкалу. Особливо відчутні землетруси вище 6 балів. Вони активізують зсуви, обвали й осипи на гірських схилах.

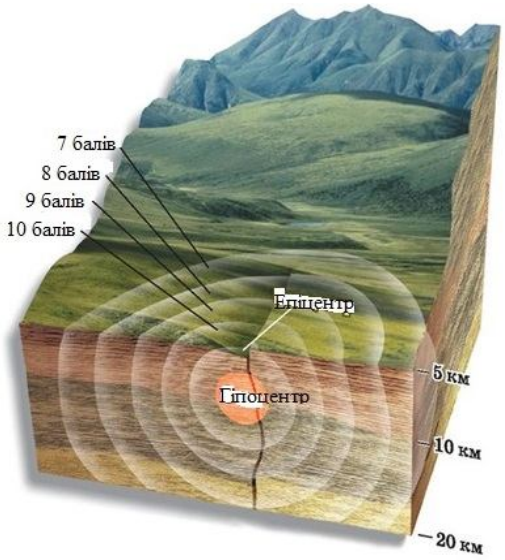


Рисунок 2.128 – Область зародження землетрусів

За інтенсивності землетрусів понад 9 балів відбуваються сильні й масові пошкодження чи повні руйнування будівель, споруд, комунікацій; виплескування води з каналів, озер і рік, можуть виникати нові джерела води чи зникати існуючі; на рівнинах можуть виникати повені, а на поверхні води великі хвилі; на ґрунті з'являються тріщини, розриви і переміщення у вертикальному і горизонтальному напрямках. На територіях, сейсмічність яких перевищує 9 балів, зводити будівлі та споруди зазвичай не допускається.



Рисунок 2.129 – Наслідки землетрусу 2008 р. у м. Сичуань (Китай)



Рисунок 2.130 – Розтріскування ґрунту під час землетрусу 2004 р. (Індонезія)

Залежно від місцевих інженерно-геологічних умов в одному районі можуть розташовуватись ділянки з різним ступенем сейсмічності. До таких ділянок зараховують заболочені території, зсувні схили, ділянки з високим рівнем ґрунтових вод, ділянки, складені з пухких порід, території із складним рельєфом. У таких місцях бальність може підвищуватись або знижуватись на 1–2 бали.

Силу землетрусів установлюють на підставі інструментальних спостережень за допомогою сейсмографів, які розташовують у різних місцях по усьому світі. Перед землетрусом найчастіше змінюється магнітне поле, акустичні якості середовища, змінюється поведінка тварин. На жаль, надійно і точно передбачати землетруси поки не вдається.

Землетруси можуть супроводжувати виверження вулканів. ***Вулкан*** *– це геологічне утворення, що виникає над тріщиною в земній корі, і пов'язане каналом з магматичним осередком на глибині* [41].

Як наслідок землетрусів і виверження вулканів у морях і океанах можуть утворюватись великі припливні хвилі – цунамі. ***Цунамі*** *– довгі й високі хвилі, що породжуються потужним впливом на всю товщу води в океані або іншому водоймищі* [9].

Причини виникнення цунамі [9]: підводний землетрус (близько 85 % усіх цунамі; зсуви, льодовики; вулканічні виверження; людська діяльність – атомні вибухи; падіння великого небесного тіла.

Особливості інженерної підготовки у сейсмічних районах

На територіях, передбачуваних під забудову, необхідно виявляти зони тектонічних розламів, де внаслідок збільшення сейсмічної інтенсивності та зміни фізико-механічних властивостей порід забороняється розміщення будинків і споруд без спеціальних детальних досліджень [4, 70].

Найнебезпечнішими ділянками для будівництва є зони із сильно розчленованим рельєфом, береги рік, схили ярів, ущелин, а також ділянки з вивітрилими породами, підземними водами, просадними ґрунтами, райони осипів, відвалів і гірських виробок [4]. Такі ділянки намагаються обходити.

Під час забудови територій в сейсмічних районах необхідно уникати будівництва будівель, що мають велику довжину, складну конфігурацію в плані та високу поверховість [4, 32]. Конструкції будинків і споруд виконують з монолітного залізобетону, металу або дерева (рис. 2.131, 2.132). Цегла мало придатна для будівництва в сейсмічних районах.



Рисунок 2.131 – Влаштування масивних пілонів для підвищення стійкості будівель

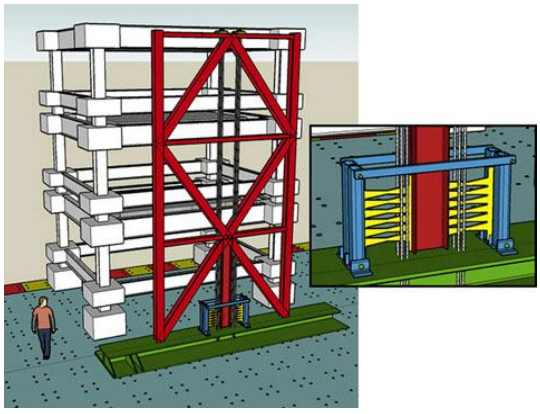


Рисунок 2.132 – Гнучка сталева рама для підвищення стійкості будівель

Ширину вулиць намічають не менш трьох-, чотириразової висоти будинків. На внутрішньоквартальних територіях залишають вільні від забудови простори біля дитячих установ і шкіл, що мають бути зручно пов'язані з вулицями для швидкої евакуації населення.

Для забезпечення більшої надійності транспортних шляхів їх дублюють. Перехрестя магістральних вулиць виконують у вигляді невеликих майданів, щоб уникнути утворення завалів. Дороги трасують на невивітрилих скельних і напівскельних породах і щільних сухих великоуламкових ґрунтах. На нескельних косогорах дороги, якщо можливо, не проектують. Майданчик під земляне полотно доріг, що проектують на косогорі, повністю врізають у схил (рис. 2.133, а) або проектують на спеціальних балонах (рис. 2.133, б) чи естакадах (рис. 2.133, в). Поперечні профілі типу напівнасипи-напіввиїмки не рекомендуються через оповзання насипної частини.

а) б) в)

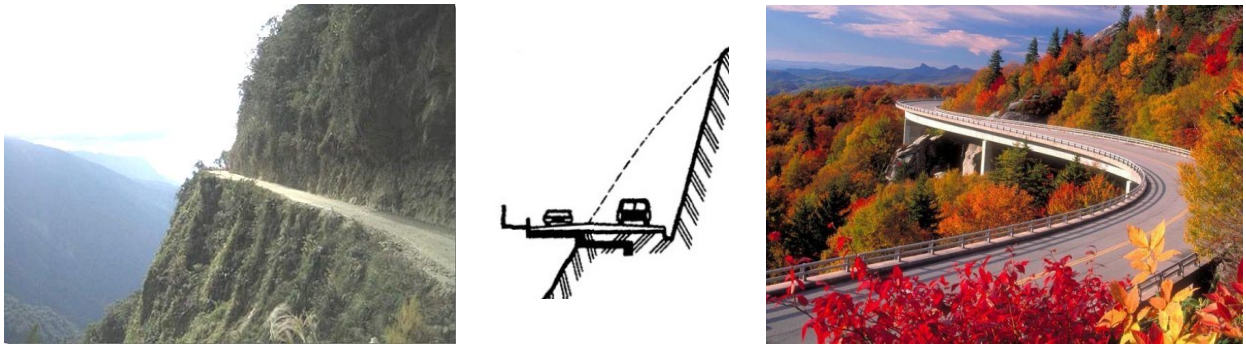


Рисунок 2.133 – Будівництво доріг у сейсмічних районах:
а) повне врізання дороги у схил; б) на балконах; в) на естакадах

Залізничні насипи на косогорах укріплюють тільки підпірними стінками, чи розміщують їх на естакадах (рис. 2.134), виключаючи укісне вирішення. Під час будівництва залізничного насипу на косогорі передбачають заходи для запобігання влученню на шлях осипного ґрунту. Для цього між верхівковим укосом (схилом) і основним майданчиком влаштовують розширену і заглиблену траншею чи уловлювальні стіни.

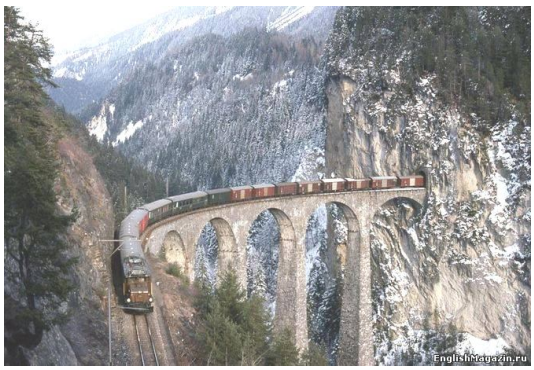


Рисунок 2.134 – Будівництво залізниці на естакаді й тунелі

Вертикальне планування проводять, враховуючи підвищені вимоги до стійкості укосів насипів і виїмок [4]. Укоси проектують більш положистими, ніж у несейсмічних районах. Під час проектування підпірних стін обмежують їхню висоту.

Підземні комунікації укладають у загальний колектор для вільного контролю за станом інженерних мереж під час землетрусів (рис. 2.135). Елементи водовідвідних і дренажних систем виконують із гнучким з'єднанням стиків. На мережах влаштовують аварійні випуски для захисту території від затоплення стічними водами у випадку аварії.

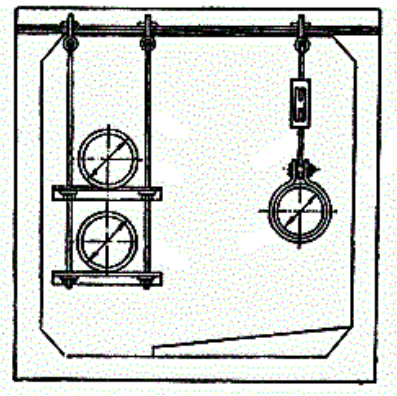


Рисунок 2.135 – Колектор для підземних комунікацій

Рівні ґрунтових вод знижують дренажами на більшу глибину, ніж потрібно, тому що цим знижується сейсмічність [4].

Гідротехнічні споруди доцільно розташовувати на ділянках, віддалених від тектонічних розламів [4]. Не рекомендується розміщувати гідротехнічні споруди на ділянках, де протилежні схили складені з порід, що різко відрізняються механічними властивостями. Слабкі ґрунти необхідно вилучати чи укріплювати.

Запитання для самоконтролю

1. Що називають осипом, обвалом? Назвіть їхню класифікацію.
2. Які особливості будівництва на ділянках осипів і обвалів.
3. Що таке лавина? Причини утворення і класифікація лавин.
4. Які заходи застосовують для боротьби з лавинами?
5. Що таке селі? Які причини утворення селів?
6. Як класифікують селі?
7. Які заходи застосовують для боротьби із селевими потоками.
8. Що таке землетрус? Що таке гіпоцентр, епіцентр землетрусів?
9. Причини виникнення землетрусів.
10. Які явища можуть супроводжувати землетруси?
11. Які особливості інженерної підготовки в сейсмічних районах?

2.10 Рекультивація порушених територій для міського будівництва

2.10.1 Класифікація та характеристика порушених територій

Під час забудови нових і реконструкції освоєних територій в практиці вітчизняного і зарубіжного містобудування досить часто виникає необхідність в інженерній підготовці територій, порушених у результаті виробничої діяльності людини. Значну площу серед порушених територій складають ділянки в місцях розробок вугільних, рудних і нерудних родовищ. Дані про сучасні та перспективні порушення територій сприяють виявленню територіальних резервів при складанні планів розвитку міст і прилеглих районів. Типи порушення, їхні гео-

метричні параметри і розміщення в плані міста визначає складність і характер відновних заходів для містобудівного освоєння.

Об'єктом рекультивації виступають, насамперед, гірничопромислові ландшафти. За організації проведення рекультиваційних робіт у практиці застосовуються два види рекультивації земель: подальша (проводиться після завершення видобутку копалин); попутна (поєднується з видобутком).

Нижче на рисунку 2.136 показаний приклад рекультивації території, порушеної відкритими гірничими роботами.



а) б)

Рисунок 2.136 – Аерозйомка ділянок гірничих робіт:
а) до рекультивації; б) після рекультивації

Класифікація порушених земель ***за напрямками рекультивації*** подана в таблиці 2.10 [19].

Таблиця 2.10 – Класифікація порушених земель за напрямками рекультивації

Група порушених земель за напрямками рекультивації	**Вид використання рекультивованих земель**
1 Землі сільськогосподарського напрямку рекультивації	Ріллі, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження
2 Землі лісогосподарського напрямку рекультивації	Лісонасадження загального господарського та полезахисного призначення, лісорозсадники
3 Землі водогосподарського спрямування рекультивації	Водойми для господарсько-побутових, промислових потреб, зрошення та рибницькі
землі рекреаційного напрямку рекультивації	Зони відпочинку і спорту: парки та лісопарки, водоймища для оздоровчих цілей, мисливські угіддя, туристичні бази і спортивні споруди
4 Землі природоохоронного і санітарно-гігієнічного напрямків рекультивації	Ділянки природоохоронного призначення: протиерозійні лісонасадження, задерновані або обводнені ділянки, ділянки, закріплені або законсервовані технічними засобами, ділянки самозарастання – спеціально не упорядковані для використання в господарських або рекреаційних цілях
5 Землі будівельного напрямку рекультивації	Майданчики для промислового, цивільного та іншого будівництва, включаючи розміщення відвалів відходів виробництва (гірничих порід, будівельного сміття, відходів збагачення та ін.)

Порушені землі ***за техногенним рельєфом для рекультивації*** класифікують так [19]:

а) землі, порушені під час відкритих гірничих робіт (рис. 2.137):

– виїмки кар'єрні;

– відвали внутрішні;

– відвали зовнішні;

б) землі, порушені під час підземних гірничих робіт (рис. 2.138):

– провали;

– прогини;

– відвали;

в) землі, порушені під час складування промислових, будівельних і комунально-побутових відходів (рис. 2.139):

– відвали;

г) землі, порушені під час будівництва лінійних споруд:

– виїмки земляні;

– насипи земляні;



а) б) в)

Рисунок 2.137 – Землі, порушені під час відкритих гірничих робіт: а) Домбровський кар'єр з видобутку калійно-магнієвих солей (м. Калуш, Україна); б) алмазний рудник (м. Мирний, Якутія, Росія); в) відвали вскриши (м. Кривий Ріг, Україна)



а) б) в)

Рисунок 2.138 – Землі, порушені під час підземних гірничих робіт: а) провал (Верхньокамське родовище калійних і магнієвих солей, м. Березники, Пермський край, Росія); б, в) шахтні відвали (Донбас, Україна)



а) б) в)

Рисунок 2.139 – Землі, порушені під час складування промислових, будівельних і комунально-побутових відходів:
а) золовідвал (Естонська сланцева теплова електростанція, м. Нарва, Естонія); б) шлаковий відвал металургійного виробництва, в) полігон твердих побутових відходів

– виїмки кар'єрні й земляні;
– відвали й насипи земляні.

Класифікація порушених земель ***за характером обводнення*** (зволоження) [19]: ***сухі***, ***помірно вологі***, ***перезволожені***, ***обводнені***.

Поширеною формою ***шахтних відвалів є териконик*** (рис. 2.140, а) [19]. Оскільки породи, що їх утворюють, вільно падають із вагонеток або скіпів, що розвантажуються на вершині, лобовий схил відвалів знаходиться в межах кута природного укосу шахтної породи. Хвостовий схил зазвичай складається під меншим кутом – 12–20°. Висота териконів може досягати 50 м і більше. Певні шахтні породи здатні самозайматися, якщо вони складені у відвали висотою більше 10 м. У сучасних умовах виробництва відвалам надають плоску або терасоподібну форму рельєфу (рис. 2.140, б, в).

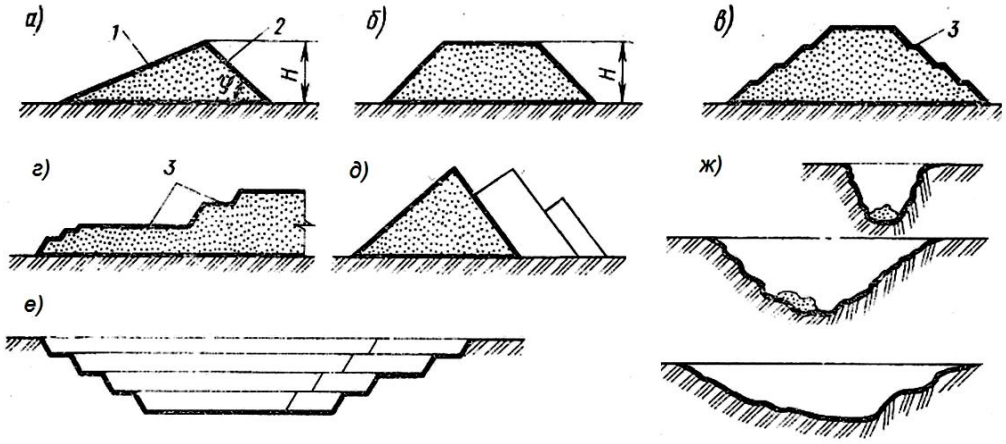


Рисунок 2.140 – Схеми техногенного рельєфу порушених територій:
а) териконик; б) плоский відвал; в, г) терасування схилів відвалів; д) відвали вскриши; е) кар'єрна виїмка; ж) провали, прогини;
1 – хвостовий схил; 2 – лобовий схил; 3 – тераса

Відвали вскриши – це відходи відкритих розробок корисних копалин, зазвичай розкривних порід. Розміри і форма відвалів різні і залежить від гірничо-

технічних умов, що визначає технологія відвалоутворювання (рис. 2.140, д). Відмінною особливістю таких відвалів є значна площа, займана ними. Розміри територій, що знаходяться під відвалами розкривних порід, можуть перевершувати площу відпрацьованого кар'єру в 3–4 рази.

Кар'єри є гірничими виробками, утвореними під час видобутку корисних копалин відкритим способом. Зазвичай вони мають регулярні схили, що спускаються вниз терасами (рис. 2.140, е). З плином часу ці схили втрачають геометричність форм під дією вітру й атмосферних опадів.

Кар'єри, що залишаються в результаті розробки будівельних матеріалів, зазвичай розташовані уздовж річкових берегів і займають невеликі площі. Вони часто виявляються залитими ґрунтовими і поверхневими водами. Великі кар'єри, розташовані на великих площах, охоплюють вододіли і найчастіше не обводнені.

Провали і прогини на поверхні землі (рис. 2.140, ж) утворюються в результаті обвалення даху підземних виробок і пустот, коли вони залягають на невеликій глибині. Обсяг руйнувань нерідко буває значним, якщо геологія ділянки представлена наносними грунтами – піщаними та глинистими. Провали іноді охоплюють великі площі, а глибина воронок обвалення сягає 50 м.

Провали і прогини залежить від багатьох факторів, зокрема від глибини підробки і потужності вийманого пласта. Максимальне осідання досягає 90 % потужності пласта, що виймають, і зменшується в міру збільшення глибини залягання пустот.

2.10.2 Особливості інженерної підготовки під час рекультивації порушених територій

Розробка проектів рекультивації порушених територій повинна проводитися з урахуванням таких факторів [19]:

– природних умов району (кліматичних, геологічних, гідрологічних, вегетаційних);

– розташування порушеної ділянки;

– перспективи розвитку району розробок;

– фактичного або прогнозованого стану порушених земель до моменту рекультивації (площі, форми техногенного рельєфу, ступеня природного заростання, своєчасного і перспективного використання порушених земель, наявності родючого шару грунту і потенційно родючих порід, прогнозу рівня ґрунтових вод, підтоплення, осушення, ерозійних процесів, рівня забруднення грунту);

– показників хімічного і гранулометричного складу, агрохімічних і агро-

фізичних властивостей, інженерно-геологічної характеристики розкривних і вміщуючих порід і їх сумішей у відвалах;

– господарських, соціально-економічних і санітарно-гігієнічних умов району розміщення порушених земель;

– терміну використання рекультивованих земель з урахуванням можливості повторних порушень;

– охорони навколишнього середовища від забруднення її пилом, газовими викидами і стічними водами відповідно до встановлених норм ГДВ і ГДК;

– охорони флори і фауни.

Рекультивація порушених земель повинна здійснюватись у два послідовних етапи: ***технічний*** **і** ***біологічний*** [19]. Технічний етап рекультивації (технічна рекультивація) – це етап, що включає підготовку земель для подальшого цільового використання в народному господарстві. Біологічна рекультивація – це комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів із відновлення родючості порушених земель.

Під час проведення ***технічного етапу рекультивації*** залежно від напрямку рекультивованих земель мають бути виконані основні роботи:

– грубе і чисте планування поверхні відвалів, засипання нагірніх, водопідвідних, водовідвідних каналів;

– надання укосу пологого схилу або терасування укосів;

– засипання й планування шахтних провалів;

– звільнення рекультивованої поверхні від великогабаритних уламків порід, виробничих конструкцій і будівельного сміття з подальшим їх похованням або організованим складуванням;

– будівництво під'їзних шляхів до рекультивованих ділянок, побудова в'їздів і доріг на них з урахуванням проходу сільськогосподарської, лісогосподарської та іншої техніки;

– побудова, за необхідності, дренажної, водовідвідної, зрошувальної мережі та інших гідротехнічних споруд;

– облаштування дна і бортів кар'єрів, оформлення залишкових траншей, укріплення укосів;

– ліквідація або використання гребель, дамб, насипів, засипання техногенних озер і проток, благоустрій русел річок;

– створення та поліпшення структури рекультивованого шару, меліорація токсичних порід і забруднених ґрунтів, якщо неможливе їхнє засипання шаром потенційно родючих порід;

– створення, за необхідності, екранувального шару;

– покриття поверхні потенційно родючими і (або) родючими шарами ґрунту;

– протиерозійна організація території.

Землі, що рекультивуються, і прилегла до них територія після завершення всього комплексу робіт із технічної рекультивації повинні становити оптимально організований і екологічно збалансований стійкий ландшафт.

Під час проведення ***біологічного етапу рекультивації*** мають бути враховані вимоги до рекультивації земель за напрямками їхнього використання. Біологічний етап повинен здійснюватись після повного завершення технічного етапу. Земельні ділянки в період здійснення біологічної рекультивації в сільськогосподарських і лісогосподарських цілях мають проходити стадію меліоративної підготовки.

Вимоги до рекультивації земель при сільськогосподарському напрямку повинні містити [19]:

– формування ділянок порушених земель, зручних для використання по рельєфу, розмірами і формою, поверхневий шар яких має бути складений породами, придатними для біологічної рекультивації;

– планування ділянок порушених земель, що забезпечує продуктивне використання сучасної техніки для сільськогосподарських робіт і унеможливлює розвиток ерозійних процесів і зсувів ґрунту;

– нанесення родючого шару ґрунту на малопридатні породи під час підготовки земель під ріллю;

– використання потенційно родючих порід з проведенням спеціальних агротехнічних заходів у разі відсутності або нестачі родючого шару ґрунту;

– виконання ремонту ділянок, що рекультивуються;

– проведення інтенсивного меліоративного впливу з вирощуванням однорічних, багаторічних злакових та бобових культур для відновлення і формування кореневого шару і його збагачення органічними речовинами при застосуванні спеціальних агрохімічних, агротехнічних, агролісомеліоративних, інженерних і протиерозійних заходів;

– отримання висновку агрохімічної і санітарно-епідеміологічної служби від відсутності небезпеки виносу рослинами речовин, токсичних для людини і тварини.

У проекті рекультивації земель сільськогосподарського призначення нормативні вимоги зводяться до створення біологічно продуктивних ділянок земної поверхні з необхідними умовами для росту і розвитку рослин.

Вимоги до рекультивації земель при лісогосподарському напрямку повинні містити [19]:

– виконання ремонту ділянок, що рекультивуються;

– створення насаджень експлуатаційного призначення, а за необхідності, лісів захисного, водорегулювального і рекреаційного призначення;

– створення рекультиваційного шару на поверхні укосів і берм відвалів із дрібноземлистих нетоксичних матеріалів, сприятливих для вирощування лісу;

– визначення потужності та структури рекультиваційного шару залежно від властивостей гірських порід, характеру водного режиму та типу лісонасаджень;

– планування ділянок, що не допускає розвиток ерозійних процесів і забезпечує безпечне застосування ґрунтообробних, лісосадильних машин і машини із догляду за посадками;

– створення в несприятливих ґрунтових умовах лісонасаджень, що виконують меліоративні функції;

– підбір деревних і чагарникових рослин із класифікацією гірських порід, характером гідрогеологічного режиму та інших екологічних факторів;

– організація протипожежних заходів.

При лісогосподарському напрямку рекультивації нормативні вимоги зводяться до створення біологічно продуктивних ділянок земної поверхні з необхідними умовами для росту і розвитку рослин.

Вимоги до рекультивації земель при водогосподарському напрямку повинні охоплювати [19]:

– створення водойм різного призначення в кар’єрних виїмках, траншеях, деформованих ділянках шахтних полів;

– комплексне використання водойм переважно для водопостачання, рибницьких і рекреаційних цілей, зрошення;

– будівництво відповідних гідротехнічних споруд, необхідних для затоплення кар’єрних виїмок і підтримання в них розрахункового рівня води;

– заходи щодо запобігання зсувів і розмиву укосів водойм;

– екранування токсичних порід, ложа і бортів водойм і пластів, схильних до самозаймання, у зоні змінного рівня і вище рівня води;

– захист дна і берега від можливої фільтрації;

– заходи щодо запобігання потрапляння в водоймах кислих або лужних підземних вод і підтримання сприятливого режиму і складу води відповідно до санітарно-гігієнічних норм;

– заходи з благоустрою території та озеленення укосів.

Вимоги до рекультивації земель при санітарно-гігієнічному напрямку повинні охоплювати [19]:

– вибір засобів консервації порушених земель залежно від стану, складу і властивостей складових порід, природно-кліматичних умов, техніко-економічних показників;

– узгодження всіх заходів із технічної і біологічної рекультивації під час консервації порушених земель з органами санітарно-епідеміологічної служби;

– застосування в'яжучих матеріалів для закріплення поверхні порушених земель, що не впливають негативно на навколишнє середовище і мають достатню водоміцність і стійкість до температурних коливань;

– нанесення екранувального шару ґрунту з потенційно родючих порід на поверхню промислових відвалів, складених непридатним для біологічної рекультивації субстратом;

– виконання меліоративних робіт;

– консервація шламовідстійників, хвостосховищ, золовідвалів і інших промислових відвалів, що містять токсичні речовини, з дотриманням санітарно-гігієнічних норм;

– закріплення промислових відвалів технічними, біологічними або хімічними способами.

Отже, при санітарно-гігієнічному напрямку рекультивації нормативні вимоги зводяться до виконання завдань, необхідних для створення зон відпочинку і консервації порушених земель.

Вимоги до рекультивації земель при рекреаційному напрямі повинні містити:

– вертикальне планування території з мінімальним обсягом земляних робіт, збереження існуючих або утворених у результаті виконання робіт форм рельєфу на стадії технічного етапу;

– забезпечення стабільності ґрунтів під час будівництва споруд для відпочинку та занять спортом;

При будівельному напрямку рекультивації нормативні вимоги зводяться до створення ділянок земної поверхні, придатних для розміщення промислових майданчиків і житлових масивів.

Розробка проектів рекультивації здійснюється на підставі діючих екологічних, санітарно-гігієнічних, будівельних, водогосподарських, лісогосподарських та інших нормативів і стандартів з урахуванням регіональних природно-кліматичних умов і місця розташування порушеної ділянки. Питання про відновлення порушених територій зводиться до визначення умов доцільності

освоєння і вибору комплексу інженерних заходів, необхідних для конкретного виду містобудівного використання.

Містобудівне використання територій передбачає розміщення житлового, культурно-побутового і промислового будівництва, облаштування водойм-мищ, садів і парків. У приміській зоні відновлені території використовують для організації місць відпочинку або сільськогосподарських угідь.

Напрямки використання шахтних відвалів після рекультивації подано на рисунку 2.141.



Рисунок 2.141 – Напрямки використання шахтних відвалів після рекультивації

Шахтні терикони і відвали розкривних порід ліквідують повністю і частково. Ліквідація териконів і відвалів необхідна, якщо вони потрапляють в зону забудови і є перешкодою для подальшого будівництва. Повна розробка териконів виправдовує себе в тих випадках, коли породи, що їх складають, можуть бути використані як сировина для виробництва будівельних матеріалів або необхідні для вертикального планування і засипки місцевих знижень – провалів. Найчастіше терикони розбирають частково до висоти 10–15 м [14], щоб виключити їх самозаймання (рис. 2.142) і влаштовують пологі укоси.

Для спрощення інженерних заходів із подальшого використання териконів і відвалів розроблені нові методи їхнього відсипання. Це дозволяє освоювати території, зайняті відвалами, відразу ж після відсипання, розбиваючи там сади, парки та майданчики для пасивного й активного відпочинку.



а)



б)

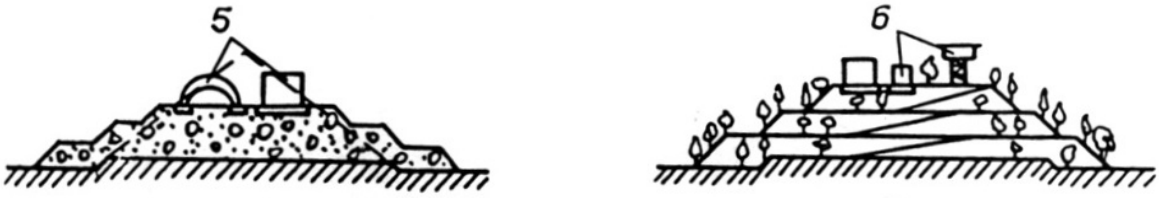
Рисунок 2.142 – Часткове розроблення і переформування відвалів: а) зрізання вершини і пониження відвалу; б) переформування відвалу; 1 – існуюча поверхня; 2 – породи, що зберігаються або насипний ґрунт; 3 – проектна поверхня; 4 – шахтна порода

Насипи, що формуються з териконів і відвалів, використовують переважно для зелених масивів, вільних від забудови, оскільки процес стабілізації ґрунтів завершується через 15–20 років з моменту їхнього складування і навіть після цього щільність підстави становить приблизно 86 % від щільності цілини – ґрунту в природному стані. Освоєння під забудову територій териконів і відвалів (рис. 2.143) [12] допускають після стабілізації осідання, водночас має бути проведений техніко-економічний аналіз варіантів розміщення забудови на сільськогосподарських угіддях, занедбаних і незручних землях, а також інтенсифікації використання існуючих сельбищних зон шляхом підвищення щільності забудови. Практика показує, що будівельна рекультивація ефективна лише за умови високої вартості землі в районі освоєння.

Відвали розкривних порід зазвичай розрівнюють або зрізують до певного рівня (рис. 2.144, а), позначку якого призначають з урахуванням подальшого містобудівного використання території. Вилучений ґрунт використовують для підвищення позначок прилеглої території або як резерв для вертикального планування прилеглих ділянок. Схили відвалів планують, приймаючи ухили менше кута внутрішнього тертя порід і укріплюють, засаджуючи травами, кущами й деревами (рис. 2.144, б). За висоти укосу 20 м кут укосу не повинен перевищувати 12–14°, а за висоти 5–6 м – 24–30°. Ширину відвальних терас визначають виходячи з умов забезпечення механізованої посадки і догляду за насадженнями [94].



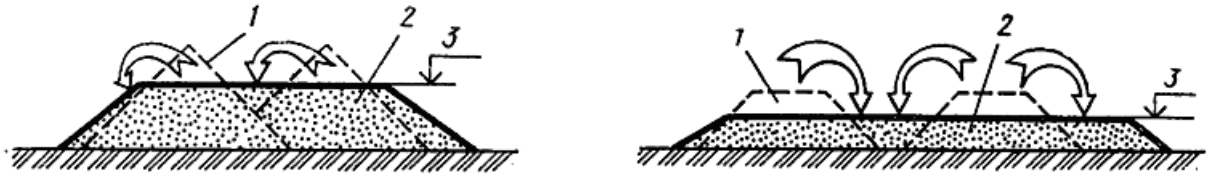
а)



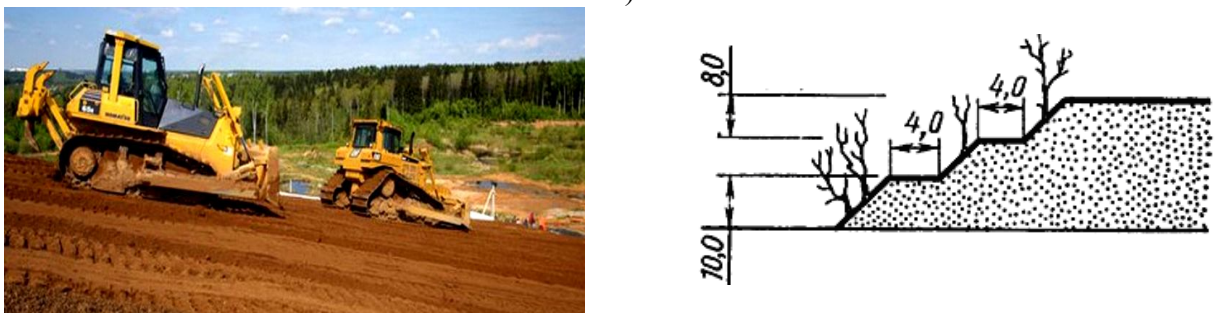
б) в)

Рисунок 2.143 – Схеми будівельного напрямку рекультивації шахтних відвалів:
а) цивільне будівництво; б) промислове будівництво; в) рекреаційне будівництво;
1 – породний відвал; 2 – житлові будинки; 3 – спортивні споруди;
4 – будівлі терасового типу; 5 – промислові будівлі та споруди; 6 – паркові споруди

Кар'єри можуть бути повністю засипані до рівня земної поверхні (рис. 2.145, а), якщо вони розташовані серед міської забудови, де передбачають улаштування зелених зон або зведення будівель. Зазвичай до такого заходу вдаються, якщо глибина кар'єрів не перевищує 7 м [14]. Для засипання використовують ґрунт, який розробляють в котлованах фундаментів, або відходи промислових виробництв. Будинки зводять тільки після завершення процесу стабілізації земної поверхні. Під час великої дальності перевезення закладного матеріалу для кар'єру і недостатньо високої містобудівної цінності відновлюваної ділянки передбачають часткове засипання кар'єрів до знижених по відношенню до земної поверхні позначок (рис. 2.145, б).



а)

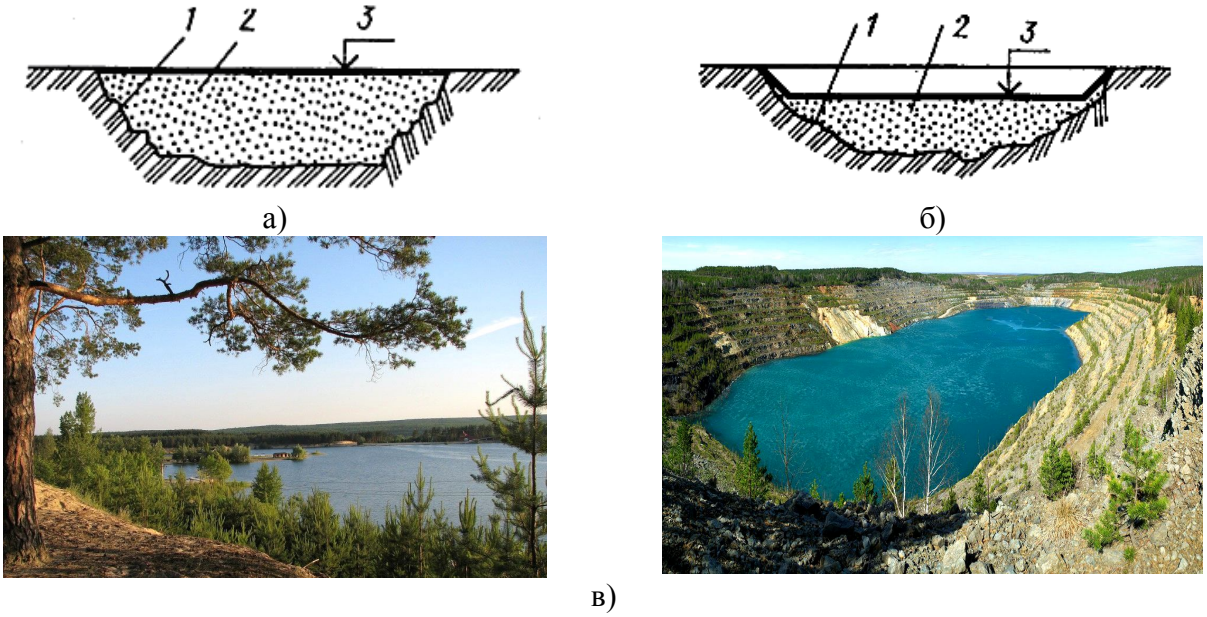


б)

Рисунок 2.144 – Інженерні заходи із відновлення територій відвалів розкривних порід:
а) зрізання і переформування відвалів; б) планування схилів відвалів;
1 – існуюча поверхня; 2 – породи, що зберігаються або насипний ґрунт;
3 – проектна поверхня

У незасипаних кар’єрах влаштовують водойми (рис. 2.145, в), які виконують різні функції: декоративні, регулювальні та ін. Під час влаштування водойм особливу увагу необхідно приділяти стійкості прибережних схилів, гідрогеологічному режиму території, водопроникності чаші водойми. У разі значної фільтрації необхідно влаштовувати екрани з глини або важких суглинків. Кар’єрний простір використовують не тільки для водойм і зелених зон, але й розміщення транспортних споруд гаражів, тунелів, а на лінійних виїмках – для ділянок транспортних магістралей.

Провали, що розташовані на території ліквідованих шахт, можуть бути засипані породою териконів або порожньою шахтною породою, яка видається на поверхню з діючих ділянок і вкритою глинистим шаром для запобігання самозайманння (рис. 2.146, а). У разі розміщення відновлюваної ділянки з провалами в межах міської забудови передбачають повне їхнє засипання до позначок земної поверхні. Часткове засипання роблять тоді, коли рівень планування не пов’язаний з позначками закладення фундаментів і входами в будівлю [14].



а) б)

в)

Рисунок 2.145 – Інженерні заходи із рекультивації кар’єрів:
а) повне засипання кар’єрів до рівня земної поверхні; б) часткове засипання кар’єрів до знижених по відношенню до земної поверхні позначок; в) улаштування водойм у незасипаних кар’єрах;
1 – існуюча поверхня; 2 – закладний матеріал; 3 – проектна поверхня

Провали вирівнюють завдяки ґрунту міжпровальних просторів до зниженої по відношенню до земної поверхні землі позначки (рис. 2.146, б). На таких ділянках, освоєних для міського будівництва, ускладнюється організація водовідведення і умови їхнього під’єднання до існуючого каналізаційного колектора. Із цього погляду найбільш доцільною є повне засипання провалів, якщо, звичайно, є закладний матеріал, характеристика якого відповідає вимогам, що

висуваються до основ будівель і споруд.



а) б)

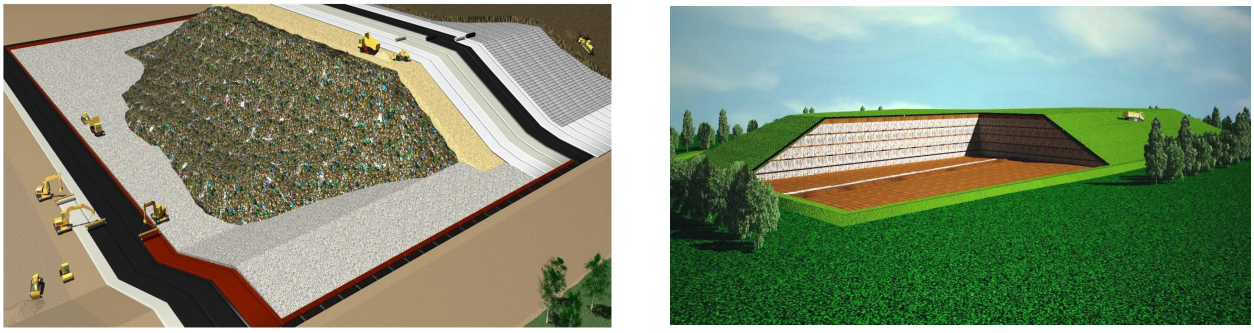
Рисунок 2.146 – Інженерні заходи із відновлення територій провалів: а) засипання провалів породою териконів або порожньою шахтною породою; б) вирівнювання провалів завдяки ґрунту міжпровальних просторів до зниженої по відношенню до денної поверхні землі позначки; 1 – існуюча поверхня; 2 – закладний матеріал; 3 – проектна поверхня; 4 – шар глини

Особливості рекультивації полігонів полягають у створенні оптимальних санітарно-гігієнічних умов для подальшого містобудівного використання і поліпшення інженерно-геологічних характеристик основ під забудову. Необхідно враховувати, що в результаті біохімічних анаеробних реакцій на полігонах виділяються гази: метан, сірководень, водень та ін. Найбільш інтенсивне газовиділення відбувається в перші два роки експлуатації полігону. Однак виділення газу може відбуватися і після закінчення десятків років після закриття полігону. Проведені дослідження показали, що шар відходів потужністю 4 м за п’ять років не зазнав ніяких змін, а шар відходів потужністю 1 м, перекритий землею, розклався повністю через 9 місяців [94]. Якщо відходи покриті газонепроникним шаром, гази можуть накопичуватися в небезпечній концентрації. У цих випадках необхідно проводити дренування. Варто також ретельно дослідити ґрунтові води відновлюваних і прилеглих території старих полігонів.

Технічний етап рекультивації полігонів проводиться залежно від містобудівного використання: або у вигляді повної заміни відходів на міцний ґрунт (зазвичай у разі використання території для великого промислового будівництва), або у вигляді мінімального обсягу робіт з вертикального планування з наданням рельєфу необхідних ухилів. Розбирати і використовувати під добриво можна тільки полігони побутових відходів. Економічно вигідно використовувати побутові відходи як добриво за біологічної рекультивації порушених територій з підвищеною кислотністю [94].

Будівництво на території колишніх полігонів можна розпочинати тільки після стабілізації поверхні. Водночас повинні застосовуватися всі заходи, що передбачаються під час зведення будівель і споруд на сильно і нерівномірно стисливих породах: влаштування армованих поясів і осадових швів, розрізання будівель на окремі жорсткі відсіки, повна або часткова виїмка відходів, використання пальових фундаментів без розміщення першого поверху на рівні землі.

Для рекультивації і господарчого використання полігонів побутових відходів розроблено нові сучасні типи полігонів і інноваційні технології їхнього формування та експлуатації (рис. 2.147).



а) б)

Рисунок 2.147 – Схеми побудови і рекультивації полігонів нових типів
а) загальний вид формування полігонів нових типів; б) розріз полігону

Для розроблення заходів із ***рекультивації золошлаковідвалів та хвостосховищ*** передусім необхідно вивчення їхніх мінералогічних, геометричних, агрокліматичних та екологічних характеристик та умов.

Основні інженерні заходи з рекультивації хвостосховищ: створення дренажних призм із крупнозернистих різновидів хвостів у хвостосховищі для забезпечення прискореної рекультивації заповнених секцій; створення геохімічного бар'єра з кальцієвмісних порід, потенційно родючих порід і грунтів; створення перехідних ґрунтових горизонтів, що дозволяє підвищити влагозабезпеченність і збільшити врожайність сільськогосподарських культур на 35–40 %; рекультивація укосів дамб обвалування, за допомогою створення екрану з глин, нанесення суміші суглинків, що дозволяють акумулювати всю вологу атмосферних опадів і різко покращити лісорослинні умови рекультивованої території; закріплення пилуючих хвостосховищ за допомогою екологічно чистих способів, на основі використання місцевих матеріалів (цементу, вапна, глини та їхніх комбінацій). Рекомендується застосовувати цементувальні склади для закріплення укосів дамб обвалування. Пляжні зони доцільно закріплювати глинистими розчинами з додаванням цементуючих складів.

При біологічній рекультивації хвостосховищ із токсичними грунтами необхідно проводити захисні заходи. Для запобігання вилуговування атмосферними опадами токсичних компонентів хвостів і забруднення ними ґрунтових вод використовують водотривкий екран – шар глинистих або важких суглинних ґрунтів потужністю 20 см. З метою захисту рослин від висхідних потоків вод, мінералізованих токсичними речовинами хвостосховищ, укладають капілярнопереривающий шар грунту, наприклад глинистого, завтовшки 20–30 см [94]. Зверху укладають потенційно родючі ґрунти і, за необхідності, гумусовий шар

грунту. Потужність останніх двох шарів залежить від розміщуваних рослинних угруповань, вибір яких визначається, насамперед, містобудівним використанням території. Експериментально доведено, що для формування сталого травостою на хвостосховищі необхідно наносити шар грунту не менше 10 см.

На рисунку 2.148 зображено початковий етап – будівництво та завершальний етап – рекультивацію золовідвалів.

Для використання золи золошлаковідвалів як субстрат для вирощування рослин золу необхідно окисляти (pH 8–10) і збагачувати поживними речовинами з використанням добрив [94]. Одним із ефективних способів зміни pH золи є підмішування до них третинних гірських порід, що мають сильнокислу реакцію. Передусім можна використовувати такі деревні і чагарникові породи, як береза бородавчаста, тополя, обліпиха, вільха. Пізніше можна посіяти овсяник червоний, буркун білий.



а) б)

Рисунок 2.148 – Будівництво та рекультивація золовідвалів
а) будівництво золовідвалу Естонської ТЕС; б) золовідвал Балтійської ТЕС після рекультивації

2.10.3 Практика реалізації проектів відновлення порушених територій для міського будівництва

У практиці містобудівного освоєння техногенних територій промислових підприємств України є ціла низка прикладів ефективного проведення інженерної підготовки порушених територій і ***зведення об'єктів будівництва безпосередньо на відвалах промислових відходів (будівельний напрямок рекультивації).***

У Донецьку є досвід зведення на спланованій шахтній породі двох дев'ятиповерхових житлових будинків, а також баштової градирні на металургійному заводі. Під час реконструкції шахти ім. Ілліча в місті Стаханові (Луганська область) будівлю вентиляційної установки зведено також на відвальних породах рекультивованого терикону [12].

Ще один із прикладів – рекультивація 30-метрового терикону на кордоні міст Донецьк і Макіївка. У 2013 році трохи більше місяця знадобилося, щоб зрівняти з землею 900 тис. тонн породи і побудувати на цьому місці гіпермаркет (на весь проект пішло близько 20 млн євро). Подібний будмайданчик може з'явитися і в районі шахти ім. Засядька. Там вирішили не відсипати черговий терикон, а засипати породою велику балку, вирівнюючи рельєф.

Нижче на рисунку 2.149 показані приклади розміщення промислового майданчика мартенівського цеху Алчевського металургійного комбінату (місто Алчевськ, Луганська область) на шлакових відвалах [11].

Однак наразі кількість випадків здійснення будівництва на техногенних територіях промислових відвалів порівняно невелика, що спонукає до обережності при прийнятті рішень про забудову відвалів. У порівнянні з будівництвом в природних умовах, виникає необхідність врахування додаткових факторів, без опрацювання яких ведення будівництва на промислових відвалах не може вважатися допустимим. До них необхідно зарахувати насамперед питання екології території забудови та відому неоднорідність складання і нерівномірність розподілу міцності і деформативних властивостей порід.



Рисунок 2.149 – Зведення будівель і споруд на відвалах промислових відходів

Завдання, отже, полягає в необхідності правильно оцінити можливий негативний вплив техногенних територій на життєдіяльність людини, а також величину впливу деформацій земної поверхні і вибрати раціональні екологічні та інженерно-будівельні проектні рішення комплексу заходів з інженерної підготовки міських територій. Тому найбільш перспективним на цьому етапі є озеленення відвалів (рис. 2.150, а) і використання територій, займаних породними відвалами, під об'єкти, які не потребують високих капітальних витрат і забезпечують швидку окупність вкладених коштів. До таких споруд належать: гаражі, оглядові майданчики (рис. 2.150, б), спортивні споруди відкритого типу, торговельні майданчики, склади різного призначення, рекреаційні зони [10].

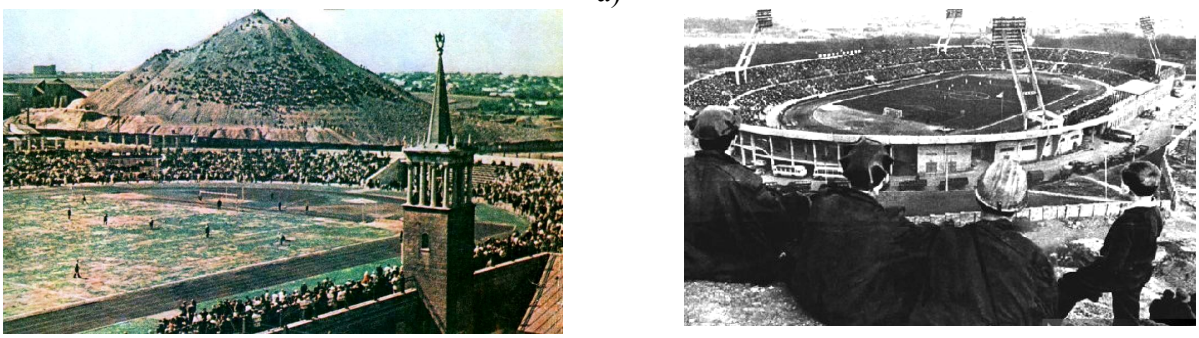
Захисно-декоративне озеленення відвалів може поєднувати в собі дві

необхідні функції: з одного боку, відновлення фітогеосфери дозволить знизити шкідливий вплив відвалів на навколишнє міське середовище, а з іншого – законсервувати відвали для подальших розробок як техногенних родовищ корисних копалин. Широкий розвиток цього напрямку в Донбасі стримується поки малою приживлюваністю саджанців і насіння на відвалах через низькі агротехнічні характеристики шахтної породи, а покриття поверхонь породних відвалів рослинним ґрунтом вимагає значних витрат, що не виправдовує містобудівну мету рекультивації. У зв'язку з цим перспективним напрямком є створення штучних ґрунтів для озеленення відвалів з використанням нових фітотехнологій.

Цікаві пропозиції щодо будівництва на шахтних відвалах екологічно чистих джерел електроенергії – ***вітроелектростанцій.*** На територіях закритих шахт є підстанції, які можна використовувати в комплексі з електростанціями, розміщеними на зміцнених терасах відвалів. Дослідження потоків повітря навколо териконів показують п'ятикратне збільшення швидкості повітря на 60-метрових вершинах відвалів, а вітроелектростанції економічно доцільно будувати за середньорічної швидкості вітру понад 6 м/с. Такі повітряні характеристики відкривають непогані перспективи будівництва вітроелектростанцій на рекультивованих шахтних відвалах і використання енергії вітру для енергопостачання міських мікрорайонів.



а)



б)

Рисунок 2.150 – Використання териконів для озеленення та рекреаційних цілей: а) приклади озеленення породних відвалів; б) оглядовий майданчик на териконі біля стадіону «Шахтар» (м. Донецьк, парк ім. Щербакова)

Проект використання териконів як майданчиків для добування вітрової енергії був розроблений в Українському інституті гірничої геології, геомеханіки і маркшейдерської справи НАН України в Донецьку. Якщо встановити кілька турбін по периметру терикону (від десяти і більше, залежно від його габаритів) то показники сили постійного вітру в 5–6 м/с можна перетворити в електрику. Групи вітряків, споруджених на одному териконі і з'єднаних в одну систему, зможуть виробляти таку кількість електроенергії, якої вистачить на енергопостачання одного донецького мікрорайону. Але ж тільки в одному Донецьку знаходиться понад 100 териконів. Проект вітроелектростанцій розроблений спеціально для височин. Розробка таких електростанцій достатньо ефективна, оскільки їхні основні конструктивні елементи можуть бути зроблені з полімерних матеріалів, легших і надійних в експлуатації. Те, що вітрогенератори розташовані на височині, збільшує їхню продуктивність у кілька разів, порівняно з їхніми аналогами на рівнинах.

Комплексне вирішення проблеми утилізації відходів видобутку і збагачення вугілля, а також містобудівного освоєння техногенних територій мають важливе екологічне і соціально-політичне значення. З одного боку, зберігання відходів супроводжується негативним впливом на навколишнє середовище і економічними витратами на нейтралізацію таких впливів, з іншого – відходи виробництва є техногенним родовищем, тобто ресурсним потенціалом для випуску в майбутньому різної номенклатури продукції з одночасним зниженням екологічного навантаження на навколишнє середовище і відновленням її відтворювального потенціалу. Крім того, утилізація промислових відходів і рекультивація порушених територій дозволяє створювати нові робочі місця і ефективно вирішувати проблему зайнятості населення вугільних регіонів у ході ліквідації шахт.

Особливо цікаво подивитися на ***досвід інших країн***, які вже достатньо давно працюють у напрямку трансформації і містобудівного використання промислових зон.

Одним з таких прикладів рекультивації виробничих територій і реновації промислових будівель і споруд у Німеччині є *культурно-розважальний центр, розташований на колишній шахті «Цольферайн»* (рис. 2.151).

Шахта «Цольферайн» – недіюча кам'яновугільна шахта в місті Ессен (Німеччина, федеральна земля Північний Рейн-Вестфалія), яка побудована на початку 1930 року і була однією з найбільших і найпродуктивніших шахт Рурського регіону. Із 2001 року шахта «Цольферайн» є об'єктом всесвітньої спад-

щини ЮНЕСКО і визнана світовою культурною спадщиною і рукотворним дивом техніки, яке необхідно зберегти як свідка індустріального прогресу.

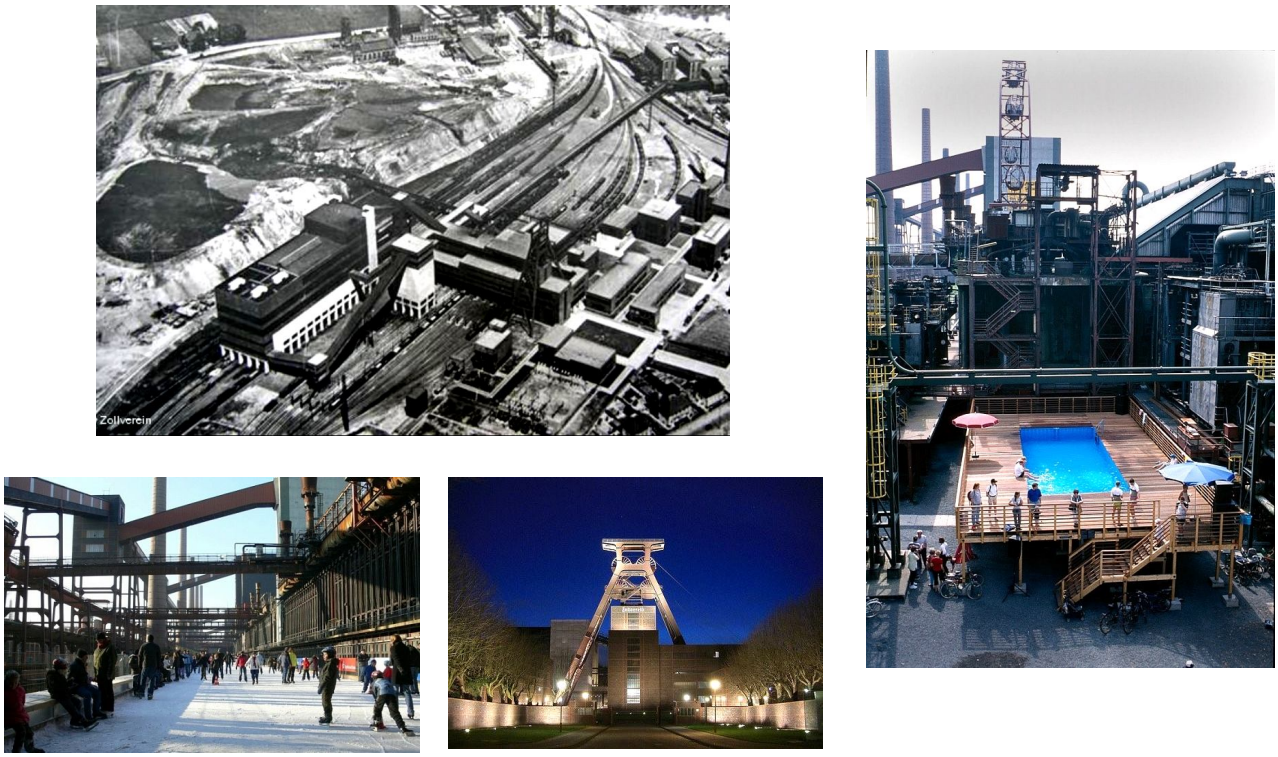


Рисунок 2.151 – Промисловий майданчик шахти «Цольферайн» до і після рекультивації

Сама шахта була закрита в 1986 році як економічно не перспективна. Однак споруди на території шахти та збагачувальної фабрики збереглися в посатковому вигляді і перетворилися в культурний і творчий центр Ессена, тематичну станцію регіонального проекту «Шлях індустріальної культури» Рурського регіону. Тут можна відвідати музей «Дорога вугілля», музей Рурського регіону, дизайн-центр землі Північний Рейн-Вестфалія, музей кераміки «Margaretenhöh», виставку сучасного мистецтва. До того ж було придумано цікаве рішення: взимку уздовж промислових будівель заливають ковзанку, а влітку там працює басейн.

Ще одним реалізованим проектом рекультивації міських територій є *«Парк часу» в Портелло (Мілан, Італія)*. Проект Nuovo Portello – це житлові й офісні будівлі, торговий центр і ландшафтний парк, виконані одним з найвідоміших в світі ландшафтних архітекторів Чарльзом Дженксом (рис. 2.152).

У «Парку часу» три домінуючих пагорби, що символізують минуле, сьогодення і майбутнє Мілана. Двадцятидвухметровий пагорб «Спіраль часу» одночасно використовується як виставковий та оглядовий майданчик. Крім естетичної функції пагорби мають і суть практичне навантаження: у тіло пагорбів

зарили будівельне сміття, їхня форма є шумовим екраном для двох великих автомагістралей, що пролягають поблизу.



Рисунок 2.152 – Реалізація проекту «Парк часу» в Портелло (м. Мілан, Італія)

Проект «Парк квітів «Пагорб птахів» (Parc Floral de la Colline aux Oiseaux de Caen) у Франції, у нормандському місті Кан. Із моменту свого заснування парк став великим експериментальним майданчиком, де відпрацьовуються програми рекультивації земель та озеленення міст, природного садівництва і гармонійного співіснування природи і людини (рис. 2.153). Він розташований на північному заході міста Кан і займає площу 17 га. Звідси відкривається прекрасний панорамний вигляд на місто і його околиці. Парк розбитий на кілька зон і садів, а головною його прикрасою є величезний розарій. Із 1923 до 1973 роки на місці існуючого парку розташовувався муніципальний сміттєвий полігон, який отримав назву «Пагорб птахів» через велике скупчення пернатих, які люблять подібні місця. Сюди скидалися відходи металургійного виробництва і тверді побутові відходи.

На початку 1990-х років металургійне виробництво було переведено в Південно-Східну Азію, а місто Кан, столицю Нормандії, стали розвивати як туристичний центр. Зважаючи на це, прийнято рішення про ліквідацію сміттєвого полігону і перетворення старого звалища в квітучий сад. У ході рекультивації було завезено 100 тис. $м^3$ ґрунту, отриманого в ході будівництва стадіону д’Орнано (Stade Michel d’Ornano), виконано озеленення та благоустрій території. Щорічно парк відвідує близько 380 тисяч чоловік. Головною визначною

пам’яткою парку є гігантський розарій, який налічує понад 15 тис. троянд старовинних і сучасних сортів.

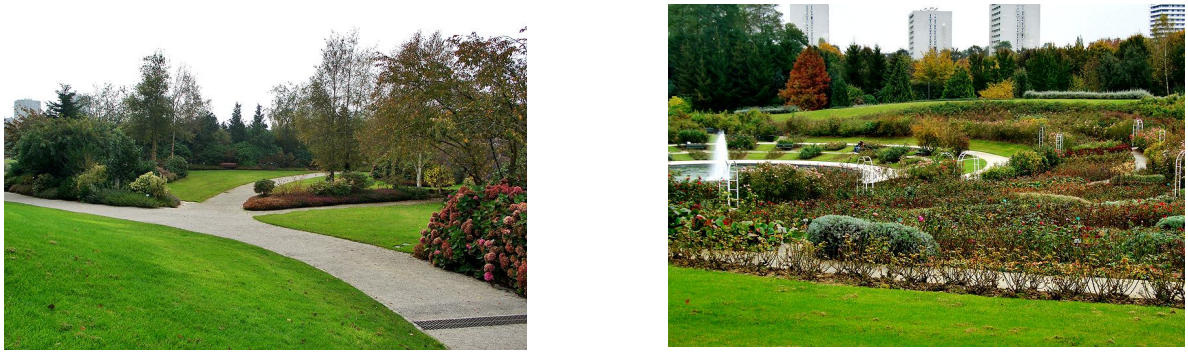
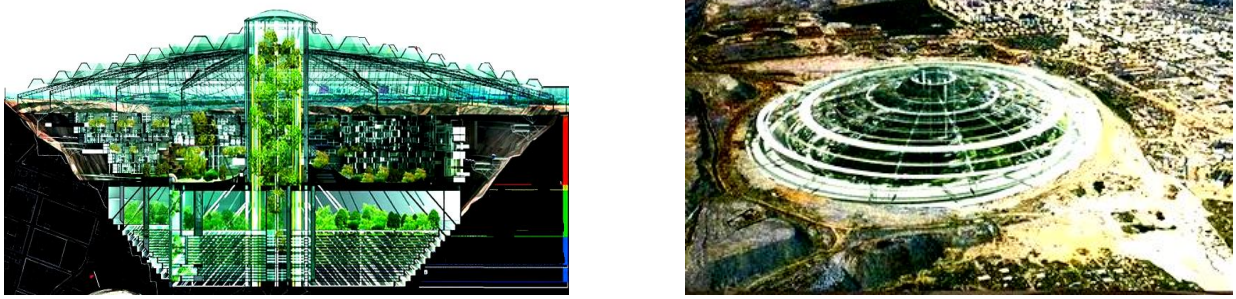


Рисунок 2.153 – Парк квітів «Пагорб птахів» (м. Кан, Франція)

Проект «Екомісто 2020» (Eco-city 2020) передбачає будівництво гігантської споруди всередині рукотворного кратера в надрах знаменитої кімберлітової трубки «Мир», розташованої неподалік якутського міста Мирний (Росія) (рис. 2.154, а). Цей кар’єр, що залишився після промислової розробки алмазів, видобуток яких відкритим способом було припинено тут у 2001 році, є другим за величиною штучним отвором у поверхні планети. Його верхній діаметр складає 1 200 м, а глибина більше 520 метрів.



а)



б)

Рисунок 2.154 – Проект «Екомісто 2020»
а) кар’єр, що залишився після промислової розробки алмазів; б) проектні пропозиції щодо будівництва екоміста

Проектувальники архітектурного бюро «Еліс» (м. Москва, Росія) запропонували перекрити котлован світлопрозорим куполом, по стінках спорудити бетонну конструкцію, яка буде розпирати кратер зсередини (рис. 2.154, б). Завдяки додатної температури землі в утвореному об'ємі температура буде значно м'якше, ніж на поверхні. Простір пропонується розбити на три яруси: нижній – для вирощування сільгосппродукції (так звана вертикальна ферма), середній – лісопаркова зона, що очищає повітря, і верхній – для постійного перебування людей, що має житлову функцію і слугує для розміщення адміністративних і соціокультурних будівель і споруд. Місто, загальна площа якого становитиме 3 млн м^2, розраховане на 30 тисяч жителів. За задумом творців проекту, місто не тільки допоможе реабілітувати екологію промислової зони, але і зробить життя людей максимально комфортним в умовах суворого клімату Якутії.

Фахівці-архітектори відзначають, що концепція підземного міста далека від реальності. Це типовий приклад так званої паперової архітектури, для якої характерні нічим не стримуваний політ фантазії, сміливі ідеї, які часом не мають ніякого відношення до реальності. Фактично проект технічно здійсненний, але економічно недоцільний.

Ландшафтний парк «Дуйсбург-Норд» (Німеччина) є одним із найбільш великих парків у всьому світі, тому що його територія сягає 200 акрів. Раніше на його місці знаходився металургійний завод під назвою «Мейдеріх», який налічував 5 доменних печей. Відпрацювавши свої роки, він був закритий, але не відданий під знесення, а за рішенням місцевої влади увічнений в зеленому, затишному парку (рис. 2.155).



Рисунок 2.155 – Ландшафтний парк «Дуйсбург-Норд» (Німеччина)

Сьогодні індустріальні машини прикрашають невеликі галявини, фонтани і акуратні алеї. Найпопулярнішим місцем у парку є споруджений в колишньому газосховищі дайвінг-центр; у старій електростанції організовано місце для виступів, концертів і виставок сучасних художників; у будівлі колишнього сталеливарного цеху знаходиться кінотеатр під відкритим небом. Щорічно в парк приїжджає близько 500 тисяч туристів.

Економічна ефективність рекультивації і містобудівного освоєння порушених територій в Україні буде зростати внаслідок розвитку процесів приватної власності на землю, впровадження ринкових підходів до оцінки вартості земель, урбанізації районів промислових розробок, збільшення обсягів переробки та утилізації відходів промисловості.

Запитання для самоконтролю

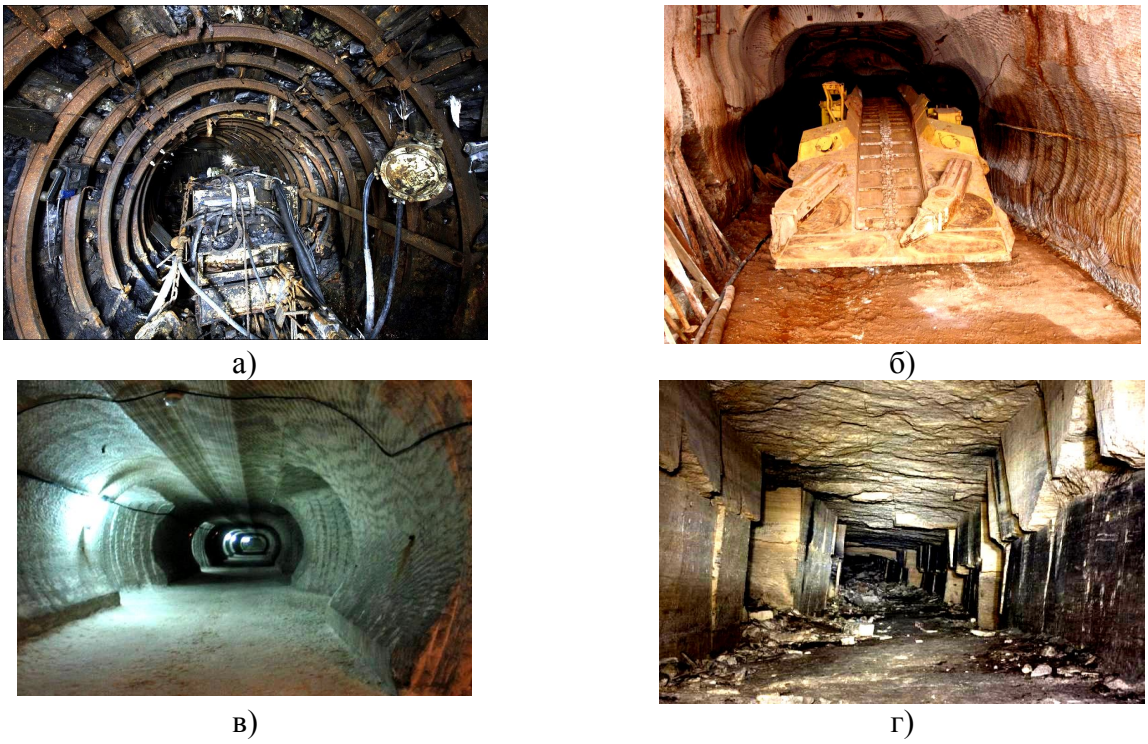
1. Подайте поняття рекультивації порушених земель.
2. Що таке відкрита і підземна розробка корисних копалин?
3. Що таке техногенний ландшафт і техногенний рельєф?
4. Поясніть терміни «кар'єрна виїмка» і «відвал».
5. Чим відрізняється прогин земної поверхні від провалу?
6. Як класифікують порушені території?
7. Перерахуйте основні роботи технічного та біологічного етапів рекультивації.
8. Назвіть основні вимоги до рекультивації земель при сільськогосподарському, лісогосподарському та водогосподарському напрямках.
9. Основні заходи рекультивації земель при рекреаційному напрямку.
10. Назвіть основні вимоги при будівельному напрямку рекультивації.
11. Відновлення територій, порушених шахтними відвалами, для містобудування.
12. Напрямки рекультивації кар'єрів.
13. Містобудівне освоєння територій провалів і прогинів.
14. Зобразіть схеми містобудівного освоєння порушених територій.
15. Назвіть українські проекти містобудівного освоєння територій промислових відвалів.
16. Назвіть зарубіжні приклади рекультивації порушених територій.

2.11 Інженерна підготовка міських територій із гірничими виробками

2.11.1 Планування та забудова підроблюваних територій

Розвиток районів добувної промисловості пов'язано з особливими умовами будівництва при поширенні залягання корисних копалин. Великі провали земної поверхні в містах та селищах таких районів – результат підземних гірничих виробок, що ведуться протягом кількох десятиліть (рис. 2.156). На підроб-

люваних територіях – землях розташованих над підземними гірничими виробками або поблизу них – можливі просадки і зміщення земної поверхні.



а) б) в) г)

Рисунок 2.156 – Гірничі виробки:
а) кам'яновугільна гірнича виробка; б) підземний видобуток гіпсового щебеню; в) штрек соляний; г) каменоломня

Зони небезпечного впливу гірничих виробок (мульди зрушення) (рис. 2.157) охоплюють великі простори над пластами вугілля, що розробляються, у межах яких відбуваються різні за величиною і напрямком деформації гірничих порід. Величини виниклих деформацій залежать від багатьох природних і виробничих умов: гірничо-геологічних особливостей товщі, потужності пласта (покладу), що виймається, та його кута падіння, глибини гірничих робіт, площі та технології виїмки та ін. [62].

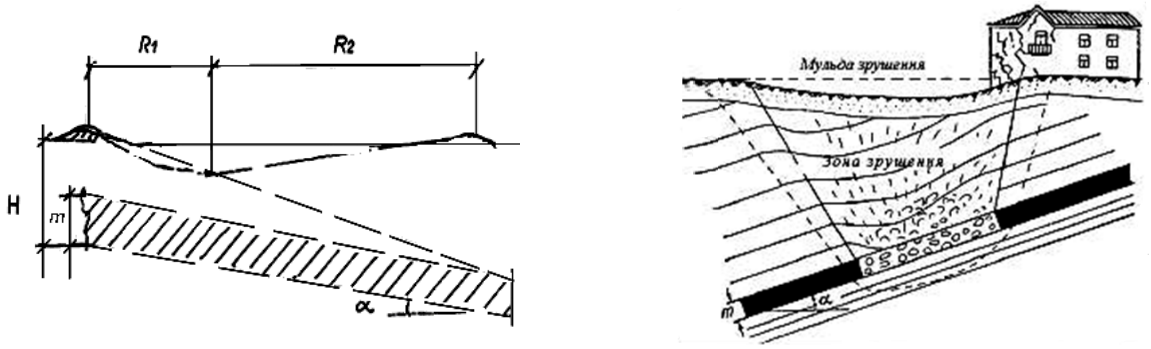


Рисунок 2.157 – Схеми утворення мульди зрушення

У вугільних районах відпрацювання потужних, крутоспадних вугільних пластів, що залягають близько від поверхні, викликає інтенсивний процес зру-

шення гірських порід, який призводить до руйнівних деформацій земної поверхні і розташованих на ній будівель і споруд. Величина максимального вертикального зміщення поверхні залежить від складу порід, розташованих вище пласта, що розробляється, і становить від 0,1 m до 0,9 m (де, m – потужність пласта, що видобувається) [94]. Зі збільшенням глибини розробок осідання земної поверхні зменшується і стає допустимим для досягнення безпечної глибини розробок.

Містобудівне використання підроблюваних територій залежить від способу видобутку корисних копалин, планувальної структури міста або системи населених місць, функціональних потреб у територіях, рівня розвитку інфраструктури. Вибір майданчика для будівництва будівель і споруд повинен проводитися з урахуванням очікуваних деформацій земної поверхні та результатів техніко-економічного аналізу витрат на захисні заходи.

Просідання і обвалення підробленої поверхні відбувається зазвичай раптово, і передбачити цей момент неможливо. Розміри провалів, що утворюються, досягають декількох десятків метрів у глибину і ширину і сотень метрів уздовж простягання пласта. Раптові обвалення підроблених ділянок створюють небезпеку для людей, що живуть або працюють у зоні обвалення, та іноді призводять до знищення зведених тут будівель і споруд. У зв'язку з цим, у міру підробки пластів, побудований над ними житловий фонд доводиться зносити.

Залишення так званих охоронних циліків (вугленосних територій, що не розроблюються) викликає втрати мільйонів тонн вугілля, зазвичай найбільш підготовленого до відпрацювання. Цілик представляє в розрізі трапецію, нижня частина якої значно більше верхньої, а зі збільшенням глибини розробки він набуває величезних розмірів, часто зливаючись з сусідніми циліками, і дезорганізує, таким чином, вуглевидобуток. Нерідко ділянки між циліками стають настільки малі, що виїмка вугілля перестає бути рентабельною. З вичерпанням запасів виникає необхідність відпрацьовувати цілик, оскільки вартість вугілля, що міститься в ньому, буде вищою вартості наземних споруд, заради яких це вугілля було законсервоване.

У вугільних районах головні чинники, що визначають ***вибір системи розселення***, це – ступінь роззосередженості місць прикладання праці, потужність шахт і допустимі витрати часу на пересування гірників від місця розселення до місця роботи. Ступінь роззосередженості місць прикладання праці, потужність шахт і їхнє розміщення залежать від гірничо-технічних умов басейну видобутку корисних копалин і визначаються планом розтину родовища. На різних родовищах вони істотно відрізняються один від одного.

Принципово можливі три системи розселення (рис. 2.158) [72]:

– розосереджена, за принципом шахта – селище (дрібні пришахтні селища з чисельністю населення в кожному від 5 до 10 тис. осіб);

– централізована (одне місто для всієї групи шахт);

– групова (місто – головний центр розселення для всього родовища з групою супутників, наближених до найбільш віддалених шахт).

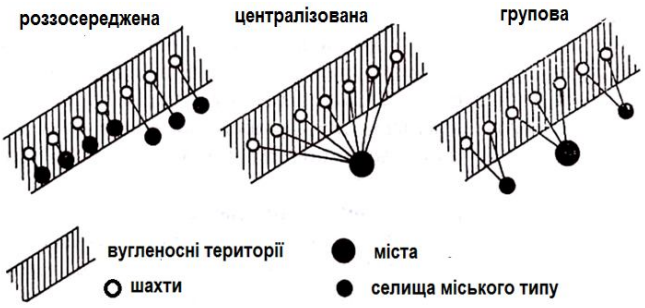


Рисунок 2.158 – Системи розселення в вугільному районі (принципові схеми)

Централізація системи розселення і укрупнення населених місць у вугільних районах має важливі переваги:

– доцільність будівництва на сприятливих за інженерно-будівельними і планувальними умовами безвугільних територіях, які зазвичай важко знайти в безпосередній близькості від шахт;

– економічна ефективність концентрації житлово-комунального і культурно-побутового будівництва;

– незаперечність переваги великих населених місць із погляду повноти та різнобічності культурно-побутового обслуговування населення;

– можливість розвитку у великому населеному пункті промисловості, яка доповнює основний комплекс вугільних підприємств, створення багатофункціональної структури міста, розширення тим самим кола професій, що знаходять застосування в місті, і більш повного залучення в суспільне виробництво трудових ресурсів населення.

Розвитку централізованих форм розселення сприяє тенденція до збільшення потужності гірничодобувних підприємств, пов’язана із зосередженням великої кількості працюючих в одному місці навіть за дуже високого рівня продуктивності праці. Централізації розселення все більшою мірою сприяє реальний технічний прогрес засобів міського та приміського транспорту, вартість яких значно менше економічного, містобудівного та соціального ефекту, що досягається при розукрупненні населених місць і їх розташуванні в найбільш сприятливих природних і планувальних умовах.

І нарешті, великий населений пункт стійкіше, ніж дрібний, до можливих змін у частці основної містоутворюючої галузі – видобутку вугілля. Скорочення або передислокація вуглевидобутку в райони, які мають більш дефіцитні марки вугілля, або навіть повне припинення видобутку вугілля в зв’язку з тими чи

іншими обставинами економічної кон'юнктури не призведе до «вмирання» населеного пункту, створеного в районі вуглевидобутку. Великий, вдало розташований населений пункт легше і економічно ефективніше використовувати для розвитку обробної промисловості; тим самим досягається певна маневреність у використанні значних комунальних фондів і інженерних споруд, що створюються в районах вуглевидобутку.

Фактор, що обмежує можливість централізації системи розселення, – великі витрати часу на пересування шахтарів до місць прикладання праці. За даними вибіркових обстежень, на пересування від будинку до робочого місця і назад шахтарі витрачали більше 4 годин, або додатково близько 60 % регламентованого робочого часу [72]. Під час проектування систем розселення в промислових вузлах, які формуються па основі розвитку добувної промисловості, гранично допустимі витрати часу на одну трудову поїздку, включаючи підхід і очікування транспорту, а також підхід до адміністративно-побутового корпусу шахти мають бути прийняті не більше 40–45 хвилин. Вирішальне значення має бути надано організації ефективного і надійного транспорту. Залежно від виду транспорту радіуси розселення в конкретних умовах можуть становити 5–10 км, максимум 15–20 км; граничні величини їх варто розглядати як виняток в особливо складних умовах.

Діями від підробки, які враховуються під час проектування будинків і споруд, є зсування та деформації земної поверхні, що поділяються на такі види (рис. 2.159) [37]:

– осідання n, мм;

– нахил i, мм/м;

– кривизна (опуклості, угнутості) p, 1/км;

– радіус кривизни $R = 1/p$,км;

– горизонтальне зсування ξ, мм;

– відносна горизонтальна деформація розтягу чи стиску ε, мм/м;

– уступ заввишки h, см.

Під час зведення будинків і споруд у період проявлення процесу зсування земної поверхні необхідно враховувати швидкість зростання і тривалість деформацій земної поверхні, які визначаються за висновками спеціалізованих організацій. Як вихідні дані під час проектування будинків і споруд на підроблюваних територіях необхідно приймати максимальні очікувані (за наявності календарних планів розвитку гірничих робіт) або ймовірні (за відсутності календарних планів гірничих робіт) величини зсувань і деформацій земної поверхні на ділянці будівництва у напрямку навхрест та за простиранням пластів [37]. При

погоризонтній та панельній підготовках шахтного поля (пологе залягання) всі намічені до розробки пласти поділяють на дві групи: 1) пласти, що розроблюються у перші 20 років після початку експлуатації об'єктів; 2) пласти, що розроблюються після 20 років з початку експлуатації об'єктів.

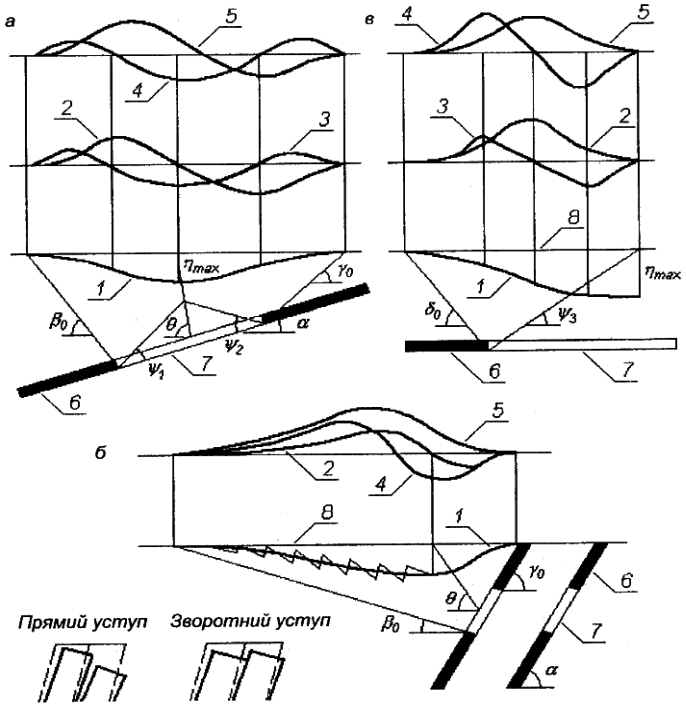


Рисунок 2.159 – Мульда зсування і епюри деформацій земної поверхні:
а) вертикальний розріз навхрест простягання за похилого залягання вугільних пластів;
б) те саме за крутого залягання вугільних пластів; в) вертикальний розріз по простяганню пластів;
1 – криві осідання; 2 – епюри нахилів; 3 – епюри кривизни; 4 – епюри відносних горизонтальних деформацій; 5 – епюри горизонтальних зсувань; 6 – пласт; 7 – очисна виробка; 8 – положення земної поверхні до розробки;
***η_{max}* – максимальне осідання земної поверхні; *β, γ, δ* – граничні кути зсування;**
θ_1, θ_2, θ_3 – кути повних зсувань; θ – кут максимального осідання;
α – кут падіння пласта

У кожній групі пластів розраховують очікувані (імовірні) деформації; за вихідні дані під час проектування приймають максимальні очікувані (імовірні) деформації земної поверхні. У випадках, коли під ділянкою будівництва гірничі роботи плануються у терміни більші, ніж через 20 років після початку експлуатації об'єктів, то за вихідні дані під час проектування приймають імовірні деформації земної поверхні, одержані від впливу всіх намічених до розробки пластів, які зменшені на одну групу територій до середнього значення у відповідній групі.

При поверховій підготовці шахтного поля (крутому заляганні пластів) за вихідні дані для проектування приймають максимальні деформації земної пове-

рхні, що визначаються з урахуванням гірничих робіт по горизонтах від усіх пластів, які мають вплив протягом усього терміну експлуатації будинків і споруд. У всіх випадках при прогнозуванні деформацій поверхні необхідно враховувати заплановані особливості підготовки і розвитку гірничих робіт у світі пластів, способи керування гірничим тиском, кількість пластів, які одночасно розроблюються, та наявність ціликів у зоні великих порушень, а також біля технічних меж шахтних полів.

Деформації земної поверхні до гірничо-геологічних обгрунтувань для маловивчених родовищ повинні розраховуватися організаціями, що спеціалізуються у цій галузі. Території, що підроблюються, з пологим та похилим заляганням пластів корисної копалини необхідно поділяти на групи залежно від значень деформацій земної поверхні відповідно до таблиці 2.11 [37].

Таблиця 2.11 – Розподіл підроблюваних територій на групи залежно від деформації земної поверхні

Група територій	Деформації земної поверхні підроблюваних територій		
	відносна горизонтальна деформація ε, мм/м	нахил i, мм/м	радіус кривизни R, км
I	$12 \geq \varepsilon > 8$	$20 \geq i > 10$	$1 \leq R < 3$
II	$8 \geq \varepsilon > 5$	$10 \geq i > 7$	$3 \leq R < 7$
III	$5 \geq \varepsilon > 3$	$7 \geq i > 5$	$7 \leq R < 12$
IV	$3 \geq \varepsilon > 0$	$5 \geq i > 0$	$12 \leq R < 20$

Генеральні плани населених пунктів повинні розроблятися на основі гірничо-геологічних обґрунтувань, узгоджених з територіальними геологічними організаціями, підприємствами, зацікавленими у видобутку корисних копалин, та органами державного гірничого нагляду. У гірничо-геологічні обґрунтування необхідно включати схеми гірничо-геологічних обмежень, виконаних у масштабі основних креслень. На схемах мають бути вказані ***категорії територій забудови за гірничо-геологічними умовами будівництва*** відповідно до таблиці 2.12 [37].

Забороняється проектування і будівництво населених пунктів, промислових комплексів та інших об’єктів без попереднього геологічного вивчення ділянок надр, які підлягають забудові. ***Вибір майданчиків під забудову територій залягання корисних копалин*** (крім загальнопоширених) має вестися відповідно до генеральних планів і підлягає узгодженню з територіальними геологічними підприємствами та органами державного гірничого нагляду й охорони навко-

лишнього середовища. Водночас повинні передбачатись будівельні та інші заходи, що забезпечують можливість видобування з надр корисних копалин.

Таблиця 2.12 – Категорії територій забудови за гірничо-геологічними умовами

Категорії територій	Придатність території для забудови	Гірничо-геологічні умови будівництва			Особливі умови будівництва
		наявність гірничих виробок	гірничі роботи в період експлуатації об'єкта	деформації земної поверхні відповідають групі територій	
1	2	3	4	5	6
1	Придатна для забудови, непідроблювана	Старі гірничі виробки відсутні	Не плануються	Відсутні	Наявність під територією непромислових корисних копалин
		Старі гірничі виробки на глибинах, які унеможливлюють утворення провалів	Не плануються	Відсутні	Корисні копалини вироблені і процес деформації земної поверхні завершився або підробка очікується після закінчення терміну амортизації об'єктів, що проектуються
2	Придатна для забудови, підроблювана	Старі гірничі виробки відсутні Старі гірничі виробки на глибинах, які унеможливлюють утворення провалів	Плануються на глибинах, що унеможливлюють утворення провалів	II-IV; IIк-IVк III-IV; IIIк-IVк	Відсутні ділянки територій: можливого техногенного затоплення і підтоплення; виходів крутоспадних тектонічних порушень і виходів осьових поверхонь синклінальних складок; можливого утворення зсувів
3	Обмежено придатна для забудови, підроблювана	Старі гірничі виробки відсутні або є на глибинах, які унеможливлюють утворення провалів	Те саме	I, Iк Деформації перевищують максимальні величини для груп I і Iк	Те саме Є ділянки територій з деформаціями більшими, ніж для груп I і Iк
4	Непридатна для забудови без інженерних заходів	Старі гірничі виробки відсутні або є на глибинах, які унеможливлюють утворення провалів	Плануються на глибинах, за яких можливе утворення провалів	Незалежно від групи	Можливі провали і великі тріщини на земній поверхні
		Старі гірничі виробки є на глибинах, за яких можливе утворення провалів	Незалежно від планування гірничих робіт	Те саме	Те саме

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5	6
		Є підготовчі виробки, стволи і шурфи, що мають вихід на поверхню, коли в зоні їхнього впливу можливе утворення провалів.	Незалежно від розвитку гірничих робіт	Те саме	Можливі провали земної поверхні навколо виробок
		Незалежно від наявності старих гірничих виробок	Плануються	Незалежно від групи	Є ділянки територій: можливого техногенного затоплення і підтоплення; виходів крутоспадних тектонічних порушень і виходів осьових поверхонь синклінальних складок; можливого утворення зсувів
5	Тимчасово непридатна для забудови	Непридатні до забудови території 4-ї категорії, які по мірі відпрацювання запасів або проведення інженерних заходів переходять до 3-ї, 2-ї або 1-ї категорії умов будівництва			

Під забудову насамперед необхідно використовувати території, ***під якими***:

– залягають непромислові корисні копалини;

– корисні копалини вироблені та процес деформації земної поверхні закінчився;

– підробка очікується після закінчення терміну експлуатації об’єктів, що проектуються.

Забудова площ залягання корисних копалин загальнодержавного значення, а також будівництво на ділянках їх залягання споруд, які не зв’язані з видобутком корисних копалин, допускається у виняткових випадках лише за узгодженням з відповідними територіальними геологічними підприємствами й органами державного гірничого нагляду. Разом із тим повинні вживатись заходи, які забезпечують можливість видобутку із надр корисних копалин. Порядок забудови площ залягання корисних копалин загальнодержавного значення встановлюється Кабінетом Міністрів України. Забудова площ залягання корисних копалин місцевого значення, а також розміщення на ділянках їх залягання підземних споруд, які не зв’язані з видобутком корисних копалин, допускається за узгодженням з відповідними місцевими радами народних депутатів.

При забудові площ залягання корисних копалин необхідно проводити розрахунки економічної ефективності можливих варіантів розташування будинків

і споруд з урахуванням витрат:

– на заходи щодо захисту будинків і споруд від впливу розробки та на розширення будівельної виробничої бази;

– на ремонт будинків і споруд;

– на забезпечення безперебійної роботи технологічного обладнання;

– на коригування плану розвитку гірничих робіт і на виконання гірничих засобів захисту (за необхідності).

Картографічний матеріал, необхідний для розробки проектів планування і забудови міст та інших населених пунктів на підроблюваних територіях, повинен містити:

– викопіювання з топографічного плану району забудови;

– геологічну карту району забудови із зазначенням виходів під наноси пластів корисної копалини, тектонічних порушень та прилеглих до них небезпечних зон;

– викопіювання з геологічних розрізів і гіпсометричних планів пластів із зазначенням вийнятих та запланованих до виймання корисних копалин.

На картографічних матеріалах мають бути вказані:

– ділянки, які захищаються запобіжними циліками;

– гирла старих вертикальних і похилих гірничих виробок;

– зони утворених та можливих провалів;

– розташування раніше утворених уступів у межах майданчика забудови та прилеглих до нього ділянок;

– механічні захисні та санітарні зони від проектних меж породних відвалів шахт, що не підлягають забудові;

– контури територій різних груп за величинами деформацій земної поверхні або план майданчика забудови з ізолініями деформацій;

– контури площ залягання балансових і забалансових запасів корисних копалин.

Картографічні матеріали зазвичай потрібно представляти в одному масштабі, але не менше 1:25 000, а для об’єктів великої протяжності – не менше 1:50 000. В окремих випадках (за наявності старих гірничих виробок на невеликій глибині і тектонічних порушень) необхідно картографічні матеріали представляти відповідно до діючих у гірничо-видобувних галузях масштабах (1:1 000; 1:2 000; 1:5 000).

Під час планування та забудови міст і населених пунктів, до складу яких входять підроблювані території з величинами деформацій, що перевищують значення для груп III і IVк, варто передбачати найбільш ефективне використан-

ня територій, придатних для забудови. На майданчиках із різним сполученням груп територій зазвичай потрібно враховувати розміщення функціональних зон та окремих будинків чи споруд, будівництво яких може бути забезпечене із застосуванням будівельних заходів захисту.

З метою зниження витрат на містобудівне освоєння підроблюваних територій проводиться ***функціональне зонування територій*** видобутку корисних копалин. Під час зонування підроблюваних територій необхідно враховувати фактори природного і технологічного характеру, що впливають на збереження будівель і споруд [94].

До сприятливих факторів потрібно зарахувати: наявність над виробленим простором дуже міцної, пластичної породи, зміщення і деформація яких відбувається плавно; пологе падіння пластів; малу потужність пластів, що розробляються; застосування розробок із закладкою виробленого простору.

До несприятливих факторів належать:

– наявність над виробленим простором, особливо поблизу земної поверхні, твердих і щільних порід і ґрунтів;

– круте падіння пластів;

– велика потужність промислових пластів, що видобуваються;

– застосування систем розробки без закладання виробленого простору;

– високий рівень підземних вод;

– значні нерівності рельєфу, що зумовлюють під час підробки розвиток зсувів і виникнення труднощів в організації поверхневого стоку атмосферних опадів.

2.11.2 Інженерні заходи під час будівництва та експлуатації будівель і споруд на підроблюваних територіях

Під час проектування будинків і споруд для будівництва на підроблюваних територіях потрібно передбачати [37]:

– планувальні заходи, що забезпечують зменшення шкідливого впливу деформацій земної поверхні на будинки і споруди;

– конструктивні заходи захисту будинків і споруд;

– заходи, що знижують нерівномірне осідання і усувають крени будинків і споруд із застосуванням різних методів їхнього вирівнювання;

– інженерну підготовку будівельних майданчиків, які забезпечують зменшення впливів деформацій земної поверхні на будинки і споруди, а також захист від підтоплення з урахуванням можливих змін гідрогеологічного режиму території;

– гірничі заходи захисту, що передбачають порядок і способи ведення гірничих робіт, які знижують деформації земної поверхні;

– заходи, що унеможливлюють утворення провалів у зонах гірничих виробок, пройдених на малих глибинах;

– заходи, що забезпечують нормальну експлуатацію зовнішніх і внутрішніх інженерних мереж, ліфтів та іншого інженерного і технологічного обладнання в період проявлення впливу деформацій земної поверхні.

Ужиття вказаних заходів захисту не усуває можливості появи в несучих та огороджувальних конструкціях допустимих за умовами експлуатації деформацій і тріщин, які усуваються під час проведення ремонту. Проекти будинків і споруд, розроблені для звичайних умов будівництва, не можуть застосовуватись для будівництва на підроблюваних територіях без їхньої переробки відповідно до вимог ДБН В.1.1-5-2000.

Житлові та громадські будинки змінної поверховості, складної конфігурації в плані потрібно розташовувати, здебільшого, на територіях 1 і 2 категорій за умовами будівництва (табл. 2.12). Під час планування та забудови територій 1 та 2 категорій допускається зменшувати сумарну площу зелених насаджень, але не більше ніж на 30 %, відповідно підвищуючи щільність населення за умови компенсації браку озеленення на прилеглих територіях із великими значеннями деформацій земної поверхні.

Щільність населення на території мікрорайону необхідно приймати відповідно до ДБН Б.2.2 [70], розглядаючи непідроблювані ділянки територій 1 категорії як зони високої містобудівної цінності; підроблювані ділянки територій 2 категорії, придатні для забудови – середньої містобудівної цінності; підроблювані ділянки територій 3 категорії, обмежено придатні для забудови – низької містобудівної цінності [37].

Під час забудові підроблюваних ділянок територій 2 і 3 категорій, придатних чи обмежено придатних для будівництва, розташованих у центральній зоні міста або уздовж основних архітектурно-планувальних осей, ступінь містобудівної цінності території може бути прийнятий високим за відповідного техніко-економічного обґрунтування.

Під час проектування безкаркасних будинків для будівництва на майданчиках, де на земній поверхні не утворюються уступи, будинки варто орієнтувати зазвичай так, щоб їхні поздовжні осі співпадали з напрямком простягання пластів. На майданчиках, де очікується утворення уступів, будинки доцільно розташовувати між уступами, якщо відоме розташування лінії уступу. До того ж майданчики повинні обмежуватися захисними смугами завширшки не менше

5 м від зазначених ліній. Якщо неможливе розташування між уступами, будинки з поперечними несучими стінами доцільно розташувати довгою стороною за простяганням, а будинки з поздовжніми несучими стінами – навхрест простяганню пластів.

Заходи щодо захисту будівель від впливу гірничих виробок можна поділити на гірничо-технічні та спеціальні будівельні (конструктивні).

Гірничі заходи захисту – спеціальні системи розробки пластів і способи управління гірським тиском, що сприяють зменшенню величин деформацій поверхні або їх швидкостей. Як гірничі заходи охорони ділянки земної поверхні передбачають [94]:

– повне або часткове закладання виробленого простору;

– розроблення корисних копалин з розривом у часі і в просторі;

– розроблення корисних копалин широким фронтом декількома лавами без залишення міжлавних циліків;

– розроблення пластів на неповну потужність або площу.

Види гірничо-технічних заходів вибирають на підставі техніко-економічних показників. Ці заходи можна поєднувати з конструктивними і будівельними захисними заходами. Крім забезпечення відповідної схоронності об’єктів, гірничо-технічні заходи сприяють безпеці ведення гірничих робіт, безпеці людей, що знаходяться в них або зайнятих на експлуатації будівель, зменшують втрати і консервацію запасів корисних копалин.

Будівельні (конструктивні) міри захисту зменшують додаткові зусилля в конструкціях будівель, що виникають у процесі підробки. Конструктивні заходи передбачають виходячи з принципу жорсткості або принципу податливості.

У першому випадку необхідно забезпечити жорсткість і міцність, достатні для сприйняття додаткових зусиль у конструкціях без появи в них залишкових деформацій. Для підвищення жорсткості будівель потрібно, по-перше, збільшувати жорсткість і міцність елементів їхніх конструкцій (наприклад, зменшенням прорізів, застосуванням більш міцних матеріалів із посиленням їх армуванням), а також введенням надійних зв’язків між елементами; по-друге, застосовувати раціональні конструктивні схеми будівель, що збільшують їхню загальну жорсткість.

У другому випадку захист (за принципом піддатливості) проводиться з урахуванням того, що конструкції слідують за деформаціями земної поверхні як в вертикальній, так і в горизонтальній площинах без появи в них небезпечних напруг і зайвої деформативності елементів конструкції (розкриття швів, на-

хилів, зрушень елементів конструкцій). Чим більш гнучкі й податливі несучі конструкції, тим менші напруги виникають у них за нерівномірних деформацій основи. Разом іщ тим необхідні суворі заходи, що забезпечують просторову стійкість будівель.

Будинки можна проектувати повністю за принципом жорсткості або за принципом податливості, але іноді раціонально застосовувати комбіновану схему захисту (наприклад, від впливу горизонтальних деформацій – за принципом податливості, а від нерівномірних осад – за принципом жорсткості).

Отже, ***будинки і споруди на територіях з гірничими виробками проектують за жорсткими, податливими або комбінованими конструктивними схемами***. Каркасні будівлі на підроблюваних територіях будують зазвичай за податливими і комбінованими конструктивними схемами, а безкаркасні – за жорсткими. За комбінованої схеми надземну частину будівлі виконують жорсткою, а підземну – податливою, і навпаки.

Згідно з жорсткою схемою проектують об'єкти порівняно невеликих розмірів у плані, а також об'єкти, у яких за умовами експлуатації не допускається взаємне зміщення конструкцій. Під час проектування об'єктів із жорсткою конструктивною схемою як будівельні заходи захисту необхідно передбачати посилення несучих конструкцій і об'єднання їх у просторово-жорсткі блоки, а також влаштування фундаментних і поверхових залізобетонних поясів, фундаментних зв'язків-розпірок, фундаментів у вигляді суцільних залізобетонних плит, перехресних балок, балок-стінок і т. п.

Згідно з податливою схемою проектують об'єкти великих розмірів у плані, власна жорсткість яких незначна. Під час проектування об'єктів із податливою конструктивною схемою як будівельні заходи захисту потрібно передбачати поділ будівель і споруд на відсіки (частини) з улаштуванням між ними деформаційних швів, швів ковзання в фундаментних конструкціях, шарнірних, шарнірно-рухливих сполучень і стиків несучих і огороджувальних конструкцій, зниження жорсткості колон і несучих безкаркасних стін.

Отже, ***конструктивні заходи захисту*** – це посилення конструкцій і вузлів для сприйняття додаткових зусиль у спорудах при підробці, а також зниження жорсткості конструкцій для зменшення додаткових зусиль у споруді, зниження додаткових силових впливів на споруди з боку основи, зменшення деформацій споруди шляхом підйому і вирівнювання споруди (або її конструктивного елемента) за допомогою домкратів.

Для зменшення навантажень на фундаменти від впливу деформацій земної поверхні передбачають: мінімально допустиму глибину закладення фунда-

ментів; шви ковзання між конструктивними елементами, що мають контакт із ґрунтом і вище розташованими конструкціями; улаштування ґрунтових (піщаних) подушок при високій несучій здатності ґрунтів основи; максимальне зниження маси несучих і огороджувальних конструкцій; раціональне планування підвалів і технічного підпілля (улаштування їх по всій площі відсіку на одному рівні).

У будівлях і спорудах, що зводяться на майданчиках із крутим падінням пластів, через що можуть з'явитися ступінчасті деформації, передбачають можливість вирівнювання конструкцій домкратами та іншими пристроями. Для установки домкратів у фундаментах безкаркасних будівель передбачають ніші і розподільні залізобетонні балки-пояси, а в каркасних будівлях – спеціальні опори на колонах.

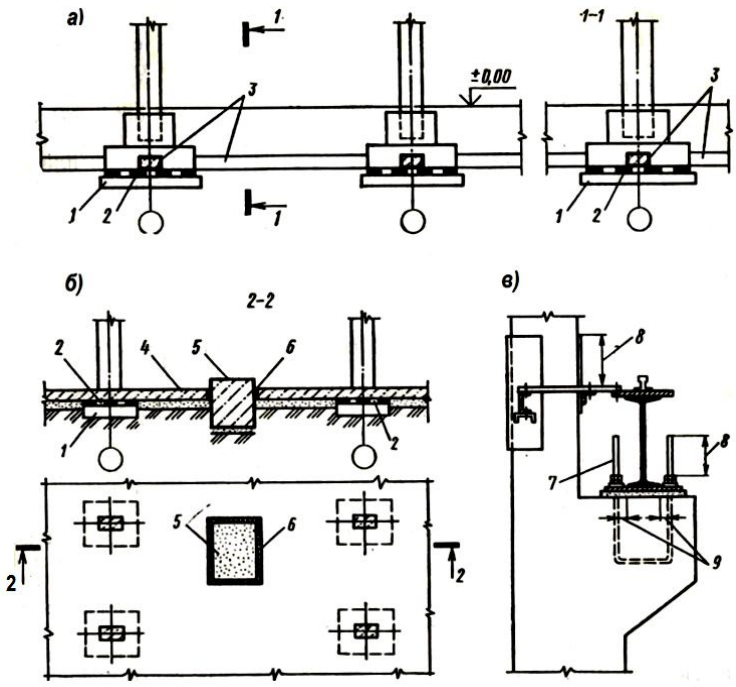


Рисунок 2.160 – Проектування конструктивних елементів будівель, що зводяться на підроблюваних територіях:
а) схема влаштування шва ковзання і розпірок-зв'язків у стовпчастих фундаментах; б) схема влаштування суцільної фундаментної плити зі швом ковзання; в) кріплення підкранової балки до колони;
1 – бетонна або залізобетонна подушка; 2 – шов ковзання; 3 – розпірка-зв'язок; 4 – фундаментна плита; 5 – фундамент під обладнання; 6 – деформаційний шов; 7 – анкер; 8 – величина можливого підйому підкранової балки; 9 – величина горизонтального зміщення підкранової балки

Фундаменти, розташовані над швом ковзання, пов'язують між собою залізобетонними поясами, плитами або зв'язками-розпірками (рис. 2.160). У стрічкових фундаментах без швів ковзання влаштовують залізобетонні пояси по ґрунту. У пальових фундаментах роль пояса виконує стрічковий ростверк, а для кущів паль – зв'язки-розпірки між кутами ростверку. Зв'язками-розпірками можна з'єднувати фундаменти в поздовжньому і поперечному напрямках.

Під час поділу будівель і споруд на відсіки необхідно враховувати конфігурацію їх у плані (віддаючи перевагу простій формі), конструктивні особливості, а також інтенсивність деформацій земної поверхні. Висоту будівель і

споруд у межах відсіку потрібно приймати однаковою, дотримуючись, якщо можливо, умови симетричності розподілу навантажень і прив'язки основних несучих конструкцій до осей проектованого об'єкта. Деформаційні шви повинні розділяти суміжні відсіки будинків і споруд по всій висоті, разом із покрівлею та фундаментами.

Особливо важливе значення для жорсткості та стійкості будівлі має посилення несучих стін залізобетонними поясами, що влаштовуються в рівні цоколю і всіх перекриттів. У цегляних будинках такі пояси виконують зазвичай на всю товщу стіни і до них кріплять панелі перекриттів (рис. 2.161, а). У великоблочних будівлях пояса створюють шляхом надійного з'єднання поясних блоків по всьому периметру відсіку (рис. 2.161, б).

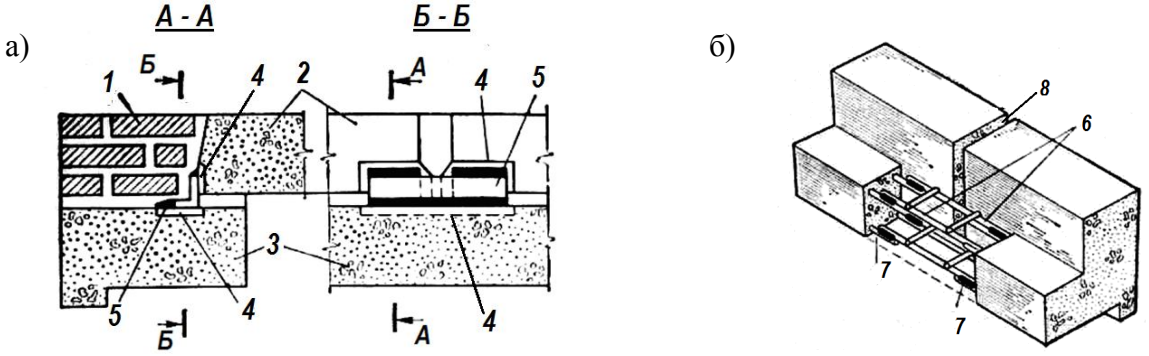


Рисунок 2.161 – Сполучення конструктивних елементів будівель, проектованих на підроблених територіях:
а) обпирання і кріплення панелі перекриття до залізобетонного поясу в цегляних будівлях; б) з'єднання поясного блоку в великоблочних будівлях;
1 – кладка стіни; 2 – панель перекриття; 3 – залізобетонний пояс; 4 – закладна деталь; 5 – анкер; 6 – блок зв'язку; 7 – випуски робочої арматури поясного блока; 8 – закладення стику пластичним розчином на цементі

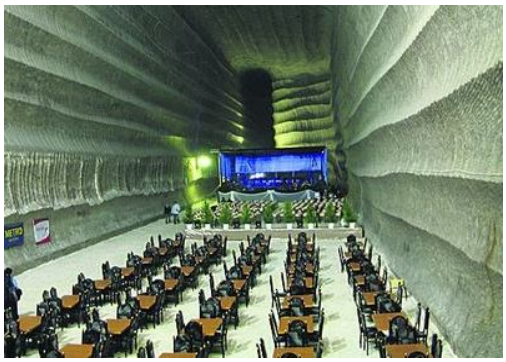
Варто мати на увазі, що при захисті будівель і їхніх елементів за принципом жорсткості конструктивні заходи збільшують витрати металу та інших будівельних матеріалів, а отже, і вартість будівель. Застосування ж податливих конструктивних схем і раціональне використання несучої здатності матеріалів дозволяють зменшити витрати матеріалів і засобів на конструктивні заходи.

Підвищену податливість будівлі можна забезпечити у таких спосіб: створенням можливості горизонтальних переміщень елементів несучих конструкцій, що мають контакт з основою; збільшенням піддатливості несучих конструкцій і зв'язків між ними у вертикальній площині, яка є результатом зниження жорсткості коробки будівлі (наприклад, у разі застосування пластичних розчинів для цегляної кладки) і його елементів; будівництвом споруд із статично визначними розрахунковими схемами несучих конструкцій.

Для зменшення деформацій (перекосів, нахилів, переміщень) в елементах конструкцій при захисті за принципом податливості, так само, як і за жорсткою конструктивною схемою, доцільно, як уже говорилося, розділяти будівлю на відсіки невеликої довжини. Отже, під час проектування будинків у районах із підземною розробкою корисних копалин необхідно враховувати особливості роботи їхніх конструкцій в умовах нерівномірного осідання ґрунту.

У перспективі можливе ***використання виробленого підземного простору*** для містобудівних цілей. Цікавий досвід музеєфікації виробленого простору соляних шахт (рис. 2.162).

а)





б)





Рисунок 2.162 – Приклади музеєфікації виробленого простору соляних шахт: а) соляна шахта в м. Соледар, Україна; б) соляна шахта в м. Величка, Польща

Підземні виробки з міцним або спеціально укріпленим дахом можуть використовуватись як місця розміщення об’єктів інженерного обладнання міста, систем соціального обслуговування, торгових і громадських центрів, гаражів та автостоянок, вокзалів рейкового і безрейкового транспорту, споруд зі спеціальними акустичними і геотермічними режимами. Містобудівна практика знає приклади успішного використання підземного простору для розміщення підприємств точних приладів, складських приміщень, сховищ нафти і газу.

Запитання для самоконтролю

1. Які типи підземних гірничих виробок Ви знаєте?

2. Від чого залежить величина і характер вертикального зсуву земної поверхні при підробці?

3. Навести схеми деформації земної поверхні та розташованих на ній будівель і споруд.

4. Вибір системи розселення у вугільних районах.

5. Назвіть категорії територій забудови за гірничо-геологічними умовами.

6. Перерахуйте фактори природного і технологічного характеру, що впливають на збереження будівель і споруд.

7. Які заходи варто передбачити під час проектування будинків і споруд для будівництва на підроблюваних територіях?

8. У чому полягають конструктивні заходи захисту будівель і споруд від дії підробки?

9. Назвіть гірничі заходи захисту будівель і споруд від дії підробки.

РОЗДІЛ 3 МІСЬКЕ ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО

3.1 Основи зеленого будівництва в містах

3.1.1 Основні завдання зеленого будівництва

Міське зелене будівництво *– багатогалузеве господарство, яке пов'язане з різними видами мистецтва, архітектури, інженерними питаннями, питаннями санітарії і гігієни, біології й агротехніки, географії рослин, ландшафтознавством та іншими галузями науки* [64].

У містобудуванні міське зелене будівництво є складовою частиною загального комплексу заходів щодо планування і забудови населених місць. Воно має величезне значення в житті людини, значно впливає на навколишнє середовище. Особливо цей вплив помітно проявляється у містах.

Озеленення населених пунктів переслідує містобудівні, рекреаційні, санітарно-гігієнічні, екологічні, архітектурно-декоративні, функціональні та естетичні цілі у процесі функціонального розселення [24].

Об'єктами озеленення є земельні ділянки, організовані за принципами ландшафтної архітектури, на яких складові ландшафту (рельєф, водоймища, рослини) і будівельні споруди взаємопов'язані і призначені для задоволення потреб життєдіяльності міського населення, разом із необхідними елементами благоустрою відповідно до функціонального призначення об'єкта озеленення [64].

Озеленення територій населених місць сприяє:

- збереженню та відродженню історико-культурної спадщини;
- поліпшенню санітарно-гігієнічних умов проживання людини;
- підвищенню естетичної виразності урбанізованого середовища.

У нашій країні накопичено великий практичний досвід щодо озеленення міст, створена виробнича база – розплідники, квітницькі господарства, розроблена організаційна система зеленого будівництва, проводяться інші заходи з удосконалювання систем озеленення міст.

3.1.2 Історичні етапи розвитку зеленого будівництва

Одним із основних складових елементів зеленого будівництва є садово-паркове будівництво, яке передбачає:

– створення парків, садів, скверів, бульварів та інших структурних елементів, що складають єдину систему зелених насаджень міста і є кращими міс-

цями для відпочинку населення, організації різних масових культурно-просвітніх заходів;

– формування нових зелених масивів;

– реконструкцію і оновлення існуючих насаджень за максимального збереження природних ландшафтів.

Історія існування міст налічує тисячоліття. В одній з найдавніших пам'яток писемності – «Епос про міфологічного героя Гільгамеша» наводиться своєрідний план території міста, з якого видно, що вже тоді зеленим насадженням відводилася третя частина міської землі. З давніх часів садово-паркове будівництво розвивалося за двома напрямками – плодово-ягідному, метою якого було отримання плодів високої якості, й архітектурно-декоративному, метою якого був благоустрій і оздоровлення місцевості, створення сприятливих умов для праці й відпочинку, задоволення естетичних запитів людини [34].

До наших днів дійшла невелика кількість пам'яток садово-паркового мистецтва. Багато декоративних чи художніх садів у закордонних країнах із рідкими й красивими рослинами досконалі за красою плануванням, але вони зазвичай знаходяться у приватній власності і не завжди доступні основній масі населення. У нашій країні і країнах пострадянського простору декоративне садівництво одержало широкий розвиток і стало однією з складових міського зеленого будівництва.

На розвиток садово-паркового будівництва вплинули:

– особливості клімату та рельєфу;

– історичні періоди;

– особливості суспільного ладу;

– ступінь могутності держави.

Серед історичних періодів розвитку садово-паркового мистецтва виділяють:

– Стародавній світ;

– період феодалізму;

– Середньовіччя;

– епоху Відродження і бароко;

– XVIII–XX сторіччя й до теперішнього часу.

Яскравими представниками садово-паркового мистецтва Стародавнього світу є Єгипет, Ассирія, Вавилон, Давній Іран (Персія), Греція, Рим (рис. 3.1) [15, 34]. У цих країнах сформувалися чіткі композиційно-планувальні принципи:

– регулярна (геометрична) планувальна схема, яка містить осьову побудову та використання симетрії;

– формування замкнених композицій;

– наявність водойм як невід'ємної частини саду;

– використання ритму;

– застосування алейних та рядових посадок;

– використання екзотів в асортименті деревинних рослин.

а) б)

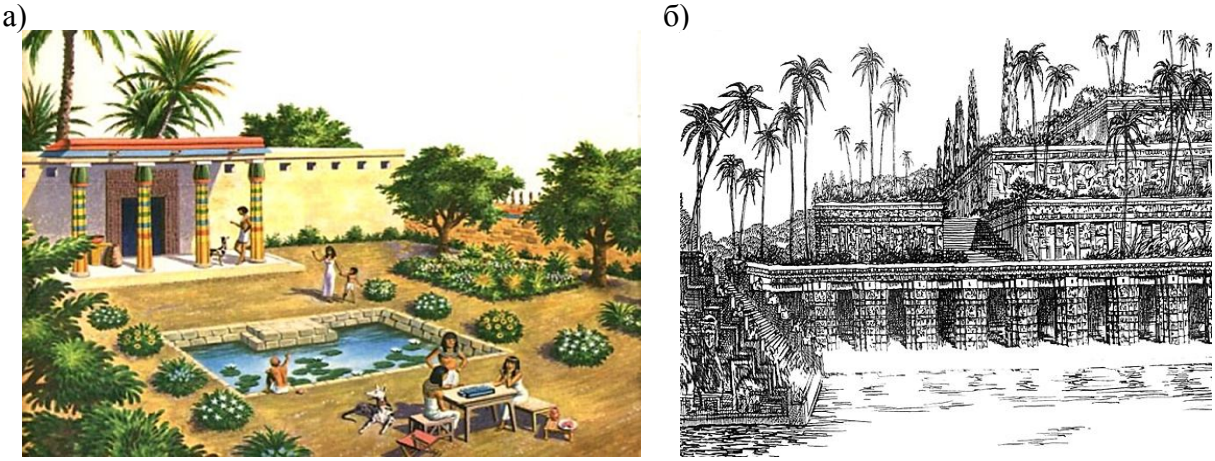


Рисунок 3.1 – Сади Стародавнього Світу:
а) сади Єгипту; б) «висячі сади» Семіраміди

Ці сади були невеликі за розмірами; охоронялися високими неприступними стінами; прикрашалися творами мистецтва у вигляді басейнів, скульптур, альтанок, пергол, картин; були кращим укріпленням країни, тому першими зазнавали знищення з боку ворогів. У садах висаджували дерева різної висоти, овочі, квіти.

У Древньому Ірані (Персії) з'явилися сади різного функціонального призначення: сади при царських резиденціях що були місцем відпочинку під час літньої спеки; плодові; для охоти на диких тварин (дикі сади – «парадизи»). Перське садове мистецтво вплинуло на створення садів усього Древнього Сходу – Туреччина, мавританські сади в Іспанії, сади татарських ханів у Криму.

Сади і парки Індії, Китаю, Японії зовсім не схожі на ті, які ми звикли бачити в Україні та інших країнах.

В Індії розпочалось створення садів при монастирях, заміських палацах і парках, призначених для відпочинку; створювалися сади з лікарськими рослинами; сади, які плавають. Під впливом магометанства призначення цих споруд змінювалося. Після смерті власника будинок перетворювався у мавзолей (рис. 3.2) [15, 34].

Улаштування садів у Китаї мало два напрямки:



Рисунок 3.2 – Мавзолей Тадж–Махал (1111–1652 рр.), названий «перлиною» Індії

– південний – мініатюрні сади на невеликих ділянках землі (сади в Сучжоу і сади Юйвань у Шанхаї);

– північний – використовували великі ділянки землі з улаштування на них величезних водойм, гір, об'єднаних в окрему композицію (парк Іхеюань біля Пекіну).

Основою створення парків є природні пейзажні картини; використання образів, узятих з живопису; найважливішим елементом є вода; сади наповнені всілякими спорудами, порцеляновими і бронзовими виробами у вигляді урн, ліхтарів, скульптурних зображень птахів і звірів; асортимент дерев різноманітний (рис. 3.3). Велика увага приділялася квітковому оформленню.



Рисунок 3.3 – Елементи китайських садів

Головними сюжетами для японських садів є гори, ухили, камені, вода. Характерна риса японського саду – пейзаж з елементами символіки, формований у розрахунку на уяву людини, яка повинна домислити той або інший пейзаж (рис. 3.4) [15, 34].



Рисунок 3.4 – Японські сади

Японський сад може бути трьох типів: плоский сад з водоймою і острівцями; сад з пагорбами і водоймами; сад без водойми. Іноді в садах немає конкретного зображення пагорбів, джерел, рік, є тільки натяк на їхню форму – символ. В Японії є сади, що складаються тільки з каменів і піску (Ріоанджі в Кіото). Для японського саду характерним є застосування карликових форм дерев, вирощених у горщиках. Дерева ці закручені й зігнуті з такою майстерністю, що створюється враження, що не рука людини, а природа надала ці дивні форми.

В японському саду відкриті простори і галявини рідко заповнюються газоном. Квітковий декор у японських садах майже відсутній. В Японії виникло мистецтво створення мініатюрних «парків», що уміщуються в керамічній вазі, але вражаючою подібністю з дійсними. Це мистецтво називається «бансай».

Середньовічний сад характеризувався ваговитістю, масивністю й підкресленою простотою. Середньовічний сад був невеликих розмірів зазвичай регулярний з розбивкою ділянки на квадрати і прямокутники.

Характерним для середньовічного саду став лабіринт.

В Європі садово-паркове будівництво багато в чому зазнало італійський вплив епохи Відродження (рис. 3.5) [15, 34]. Сад починався від будинку вілли, що мала симетричне розташовані виступи й арки. Тераси з'єднувалися сходами, підпірні стінки між терасами мали виступи, колонади й обмежувалися алеями, що облямовувалися живоплотами. На терасах симетрично розташовувалися лабіринти, гаї, рядові посадки, зводилися альтанки, павільйони, пташники, скульптури, басейни, пам'ятники, храми, мармурові лави, фонтани, гроти, майданчики для відпочинку.

Наприкінці XVIII ст. регулярні прийоми планування садів почали зазнавати критики в зв'язку із значним змінюванням природного середовища. У цей період у садово-парковому мистецтві з'являється пейзажний (ландшафтний) стиль (рис. 3.6) [15, 34]. Основою пейзажного парку стає наслідування натуральній природі. На зміну лінійним посадкам приходять групові, з'являються галявини вільних обрисів, водойми в звивистих берегах, криволінійні доріжки. У той же час у парках розміщуються павільйони, альтанки, трельяжі, іноді влаштовують фонтани.

Садово-паркове мистецтво на Русі зароджувалося понад чотири тисячі років тому (яблуневий сад Києва-Печерського монастиря, 1051 р. та інші). У цих садах вирощували переважно плодові дерева, розводили квіти.

У першій половині XVIII ст. створюються регулярні декоративні сади, прикрашені скульптурою, архітектурними будівлями, складними гідротехнічними спорудами. До середини XVIII ст. формується своєрідний російський тип

декоративного регулярного парку, зразками якого є парки Петергофу, Пушкіна, парк «Архангельське» (рис. 3.7) [15, 34, 85].

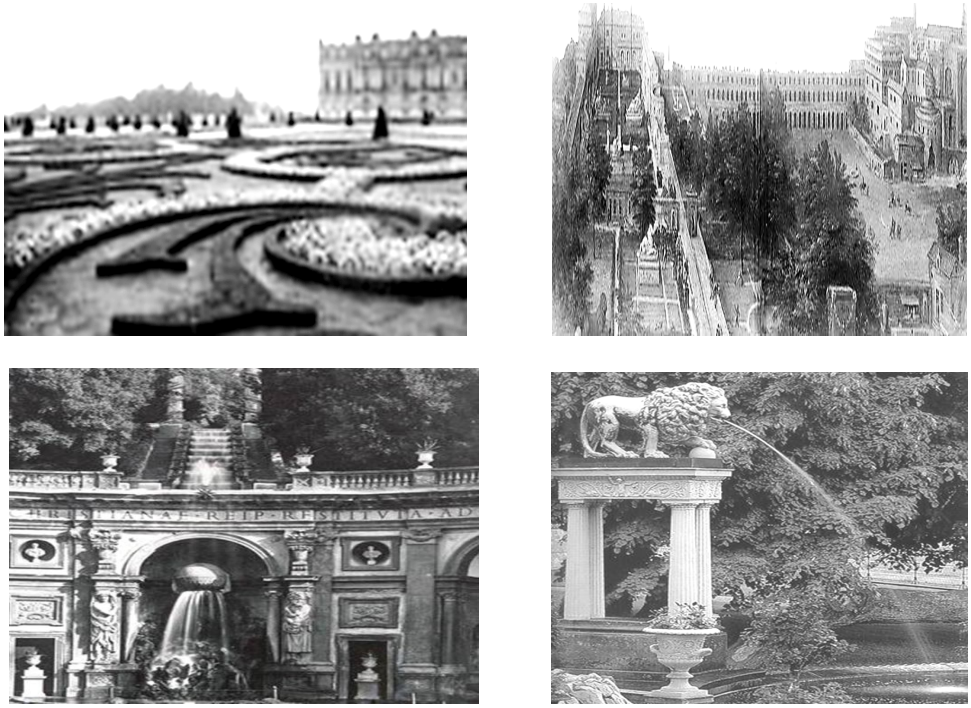


Рисунок 3.5 – Композиції парків Європи

а) б)

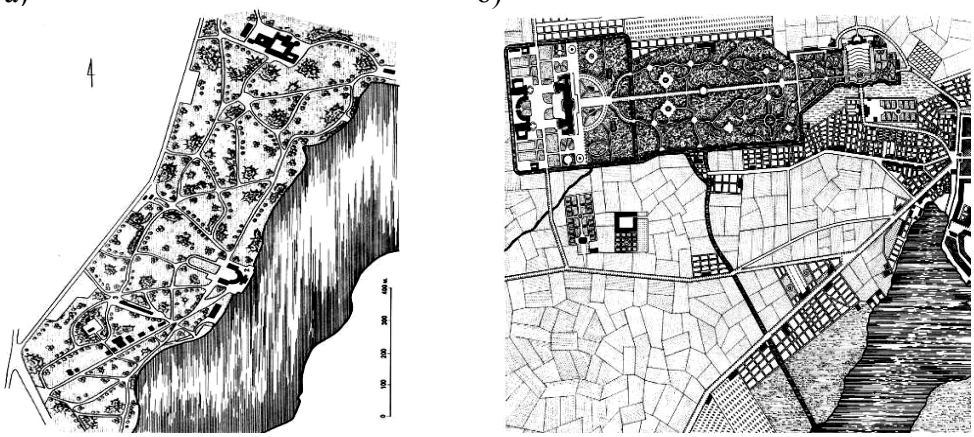


Рисунок 3.6 – Пейзажні парки:
а) Новий сад в Потсдамі, 1783; б) парк Стоу, Англія, 1738

Із 70-х років XVIII ст. регулярні парки починають виходити з моди і замінюються ландшафтними (парки Гатчинський, Павловський поблизу Петербурга, Царицинський під Москвою, Софіївка, Тростянецький, Олександрія та інші в Україні) (рис. 3.8) [85].

а) б)

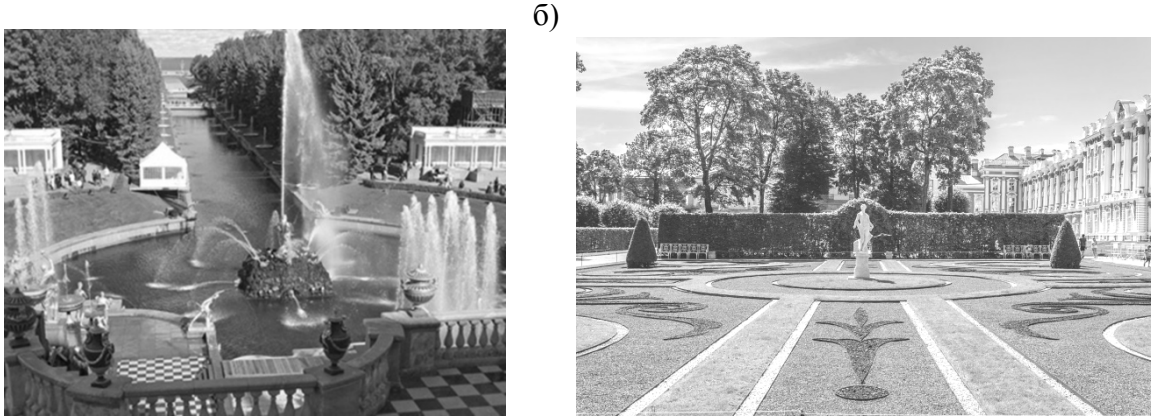


Рисунок 3.7 – Російський тип декоративного регулярного парку: а) палацово-парковий ансамбль Петергофу; б) Єкатерининський парк у Пушкіні

а) б)



Рисунок 3.8 – Російський тип декоративного пейзажного парку: а) дендропарк Олександрія (Біла Церква); б) національний парк Софіївка (Умань)

3.1.3 Сучасні направлення в озелененні населених місць

Наразі в багатьох країнах світу з'являються незвичайні парки, які відрізняються нетрадиційним підходом до планувальної структури.

До найбільш нетрадиційних парків світу можна зарахувати [68]:

– парк у руслі річки Чхонгечхон (м. Сеул, Південна Корея) – зона відпочинку розташована в місці сміттєзвалища та стоків відходів (рис. 3.9, а);

– місця відпочинку на паркувальних місцях (м. Сан-Франциско, Каліфорнія) – у межах програми Pavement to Park створюються затишні куточки на місцях паркувань, тим самим влада міста пропагує поїздки на велосипедах (рис. 3.9, б);

– парк 200 Будд (Лаос) – Buddha Park, головною пам'яткою є більш ніж двохсот кам'яних скульптур Будди (рис. 3.9, в);

– парк High Line (Манхеттен, Нью-Йорк, США) – парк на старій залізничній естакаді, яка була занедбана багато років (рис. 3.9, г);

– підводний парк (м. Трагоесс, Австрія) – незвичайний сезонний парк, на дні альпійського озера, яке кожного року на декілька місяців міліє, розбиті доріжки для прогулянок та встановлені лавки для відпочинку (рис. 3.10, а);

– парк на даху (Лондон, Англія) – на даху житлового дому The Muse в центральній частині англійської столиці створено парк (рис. 3.10, б);

– Wat Phai Rong Wua (парк грішників, Таїланд – це великий парк в буддійському комплексі, присвячений стражданням (рис. 3.10, в);

а) б)





в) г)





Рисунок 3.9 – Нетрадиційні парки:
а) парк у руслі річки Чхонгечхон у Сеулі; б) міський оазис на паркувальних місцях Сан-Франциско; в) парк 200 Будд у Лаосі; г) парк на залізничній естакаді в Нью-Йорку

– Osaka board game park (Шаховий парк, Осака, Японія) – парк присвячений настільним іграм переважно шахам. Усі елементи його стилізовані під настільну гру (рис. 3.10, г);

– інтерактивний парк i-City (Малайзія) – перше в світі інтерактивне місце для відпочинку і розваг. Кожне деревце тут світиться різнобарвними вогнями, переливаючись відтінками прямо на очах у відвідувачів (рис. 3.10, д);

– Kidzania (дитячий парк) — це мережа парків розваг, призначених лише для дітей. Перший такий парк з’явився в Мексиці (1999 р.), потім в Японії, Ро-

сії, країнах Європи. Kidzania – це натуральна копія невеликого міста, в якому передбачено все для життєдіяльності, кожна дитина може відчути себе дорослим (рис. 3.10, е).

Незвичайний парк у новому стилі створив французький ботанік і дизайнер Патрік Бланка в еклектичному XXI ст. (рис. 3.11) [6]. Це справжній вертикальний сад, де вертикаль – це не тільки місце, по якому проходять стебла рослин (як це завжди було в замках, завитих плющем), але й поверхня, на якій вони ростуть. Фактично він просто поставив вертикально звичайний сад, хоча й доволі низькорослий.

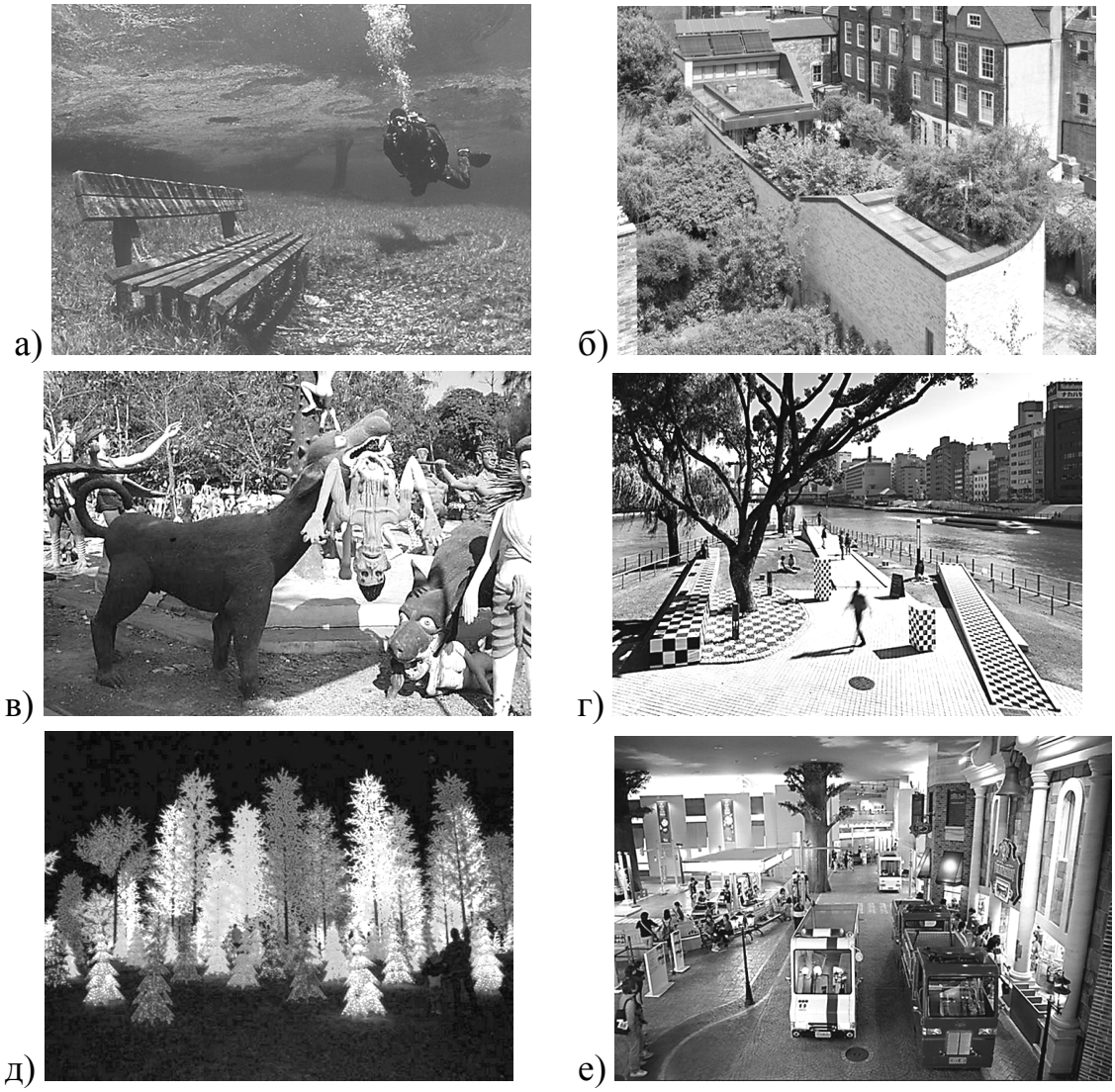


Рисунок 3.10 – Нетрадиційні парки:
а) підводний парк в Австрії; б) будинок із парком на даху; в) парк грішників у Таїланді; г) шаховий парк в Осаці; д) інтерактивний парк у Малайзії; е) дитячий парк



Рисунок 3.11 – Вертикальні сади

3.1.4 Роль зелених насаджень у покращенні навколишнього середовища

Озеленені території – це існуючі масиви посадок дерев і чагарників, поверхні газонів, квітчасто-декоративне оформлення, що виконують санітарно-гігієнічну, містобудівну, функціональну та естетичну роль у процесі функціонального розселення [64].

Загальновідомо, що зелені насадження мають велике значення в житті й функціонуванні міст і населених пунктів. Вони значно впливають на можливість організації повноцінного відпочинку населення міста, формують естетичний каркас міста, покращують його архітектурно-художній облік і якість міського середовища, тобто зелені насадження – це легені міста. Усі ці різноманітні функції зелених насаджень будуть здійснюватися при прагненні не тільки збільшення площі під ними, але й у разі застосування продуманої системи їх раціонального розташування.

У містах створюється специфічна і багато в чому несприятлива для життєдіяльності людини екологічна ситуація. Повітряний басейн міста постійно забруднюється відходами промислового виробництва, вихлопними газами автомашин, пилом. Якщо порівняти міське повітря з повітряною атмосферою приміської зони, то в ньому утримується значно менше кисню, наявна підвищена кількість бактерій і мікробів. Забруднювальні речовини в повітрі, ґрунті, воді взаємозалежні і мають тенденцію до накопичення. Міста сприяють появі процесів і явищ, що відбуваються не тільки в повітрі, на землі, але і під землею, де насиченість комунікацій, трубопроводів, інженерних споруджень, переміщення земляних мас впливають на рослинний і ґрунтовий покрив, підземну гідросферу, геологічну будівлю. Особливо великий збиток від розміщення виробництв з екстремальними екологічними характеристиками («агресивних» стосовно природного середовища) у районах, що характеризуються низькою здатністю природного середовища до самоочищення від техногенних забруднень (несприятливі метеорологічні умови, північні райони, маловодні ріки).

Сформована екологічна ситуація в містах змусила по-новому поглянути на роль зелених насаджень (садів, парків, бульварів, газонів тощо) в оздоровленні навколишнього середовища, організації відпочинку і занять фізкультурою і спортом.

Гармонічний розвиток людини неможливий без тісного зв'язку з природою. Спілкування людини з природою є потужним засобом виховання прекрасного, пізнання закономірностей життя, значною мірою знижує навантаження, даючи розрядку людському організмові.

Негативний вплив на людину низки несприятливих факторів міського життя значно знижується вмілим розміщенням у місті зелених насаджень.

Сучасне містобудування, науково розроблені прийоми архітектури і планування, використовувані з метою створення в місті оптимальних санітарно-гігієнічних умов, дозволяють забезпечити необхідну інсоляцію, провітрювання території, видалення атмосферних опадів, охорону водойм, ґрунтів й атмосфери від забруднень, значно поліпшити екологічну ситуацію для проживання.

У період проектування і будівництва нових міст, а також під час реконструкції доцільно передбачати серед забудови не займаними окремі ділянки природи – невеликі гаї, острівці природних лісів, зелені насадження на схилах ярів, галявини, водойми й ін., що допоможе істотно різноманітити міський ландшафт і додасть певній території розмаїтість.

Показники навколишнього середовища можна значно поліпшити шляхом формування оптимальної безперервної диференційованої системи зелених насаджень, яка починається у приміських лісах і проникає у глиб забудови. Через розриви в забудові (зелені клини) населення міста може потрапити з житлових районів у місця відпочинку на лоні природи.

Отже, зелені насадження визначають і поліпшують кліматичні, санітарно-гігієнічні умови проживання в ньому, тобто в містобудуванні вони виконують архітектурно-художню і санітарно-гігієнічну роль [15, 16].

Архітектурно-художня роль зелених насаджень

Стрімке зростання міст характеризується індивідуальними методами будівництва, масовою забудовою міських і приміських територій типовими будинками і спорудами. Масова забудова типовими будинками створює враження монотонності й одноманітності архітектурного вигляду міста, тим самим значно збіднюючи його.

Одне з найважливіших містобудівних завдань нашого часу полягає в тому, щоб за збереження індустріальних методів будівництва перебороти моно-

тонність і не цікавість забудови, домігшись виразного архітектурного вигляду сучасного міста.

Рослини, що застосовуються в декоративному садівництві, мають різні декоративні особливості: красиві квіти, з яскравим фарбуванням, листя різної форми (різного фарбування в різний період року), плоди, різні форми крон тощо. Смарагдова зелень газонів, сполучення різних тонів крони дерев і чагарників оживляють місто, збагачують архітектурний ансамбль, доставляють людям естетичну насолоду [16, 24, 86].

Зелені насадження тісно пов'язані з функціональним зонуванням міських територій, з системою транспортних і пішохідних магістралей, з трасуванням інженерних комунікацій. Вони впливають на композицію забудови сельбищних територій міста, на планувальну організацію житлових районів та кварталів. Зелені насадження, розташовувані у певних сполученнях, прикрашають місцевість і підкреслюють особливості архітектурних споруд.

Сполучення зелених насаджень з міською забудовою особливо ефективне, коли зелені насадження підкреслюють композицію і декорують нецікаві поверхні й споруди (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 – Приклади озеленення території

Наприклад, легка опуклість рельєфу мало помітна і місцевість здається плоскої і нецікавою. Підкреслити опуклість рельєфу і зробити її більш помітною можна підбором деревних порід різної висоти і різноманітних фарбувань. Для цієї мети в знижених місцях висаджуються більш низькорослі та темні рослини, менш помітні, а на опуклостях – більш високі та світлі. У такий спосіб при озелененні одночасно підкреслюють рельєф і розширюють панораму.

Значно зм'якшити удавану одноманітність плоского рельєфу та зробити його більш різноманітним і привабливим можна сполучаючи різні форми дерев, різноманітне фарбування листя деревинно-чагарникових порід. Для створення рельєфності насаджень у масивах їх розташовують у ярусні групи. Якщо узлісні насадження будуть складатися з більш темних рослин, а внутрішні верхнього ярусу – з більш світлих, то враження рельєфності територій ще більш підсилюється. Ярусна побудова насаджень підсилює загалом враження рельєфності ділянки.

Заниження і завищення території створює мікрорельєф, що може ізолювати окремі простори (майданчики тихого відпочинку, для ігор дітей, спортивні тощо), підсилювати композиційні точки і допомагати орієнтуватися на міських територіях. Кам'яна гірка з квітами біля входу в будинок, зелений горбок з м'якими схилами на дитячому майданчику, просто окремі завищені або занижені майданчики відпочинку, спортивні майданчики можуть додати розмаїтість архітектурно-декоративному вирішенню будь-якого простору.

Санітарно-гігієнічна роль зелених насаджень

У містах створюється специфічна і багато в чому несприятлива для життєдіяльності людини екологічна ситуація. Повітряний басейн міста постійно забруднюється відходами промислового виробництва, вихлопними газами автомашин, пилом. Якщо порівняти міське повітря з повітряною атмосферою приміської зони, то в ньому утримується значно менше кисню, наявна підвищена кількість бактерій і мікробів. Забруднювальні речовини в повітрі, ґрунті, воді взаємозалежні та мають тенденцію до накопичення. Міста сприяють появі процесів і явищ, що відбуваються не тільки в повітрі, на землі, але і під землею, де насиченість комунікацій, трубопроводів, інженерних споруджень, переміщення земляних мас впливають на рослинний і ґрунтовий покрив, підземну гідросферу, геологічну будівлю. Особливо великий збиток від розміщення виробництв з екстремальними екологічними характеристиками («агресивних» стосовно природного середовища) у районах, що характеризуються низькою здатністю природного середовища до самоочищення від техногенних забруднень (несприятливі метеорологічні умови, північні райони, маловодні ріки).

Характер мікроклімату в населених пунктах залежить від напрямку і швидкості вітру, температури і вологості повітря, рельєфу місцевості і характеру рослинності тобто розмірів площі під зеленими насадженнями, ступеня затінення території, віку й порід рослин, стану околиці та інших умов. Знаючи ступінь і характер впливу цих умов, можна правильно використовувати зелені насадження в міській забудові [24].

Регулювання зеленими насадженнями температурного та радіаційного режиму території

Сонячній радіації належить головна роль у створенні мікроклімату в місті. Інтенсивність її усередині зелених насаджень нижче, ніж на відкритих ділянках. Вплив зелених насаджень на температуру повітря в місті обумовлюється тим, що листи мають більшу відбивну здатність, чим інші види покриттів. Пропускаючи значну частину променистої енергії, листи дерев і чагарників мають

визначену прозорість. Крім того, рослини випаровують велику кількість вологи, підвищуючи вологість повітря.

Температура навколишніх поверхонь у літні сонячні дні в місті зазвичай вище температури шкіри людини, унаслідок чого можливе порушення теплообміну в її організмі. Інша картина спостерігається серед зелених насаджень, де температура ґрунту на 15–20 °С нижче температури стін будинків і мостових міст.

У тепловідчутті людини велике значення має радіаційна температура, тобто середня температура поверхні навколишніх предметів, що є показником (прямого і відбитого) випромінювання.

Радіаційна температура навіть у тіні дерева, що стоїть окремо, відрізняється від радіаційної температури відкритої місцевості на 17–35 °С.

Дія зелених насаджень на сонячну радіацію виявляється не тільки в зниженні абсолютної величини радіаційної температури в тіні дерев, але й у величині перепаду між затіненими ділянками і тими, що опромінюються. Чим перепад вище, тим вплив рослинності на сонячну радіацію помітніше, особливо в найбільш затінених ділянках – саду, парку або під пологом дерев із більш щільною кроною [24, 84].

Високі радіаційні температури спостерігаються не тільки біля стін, що опромінюються сонцем, але і на відстані 3–5 м від них. Тому необхідно влаштовувати газони і квітники на такій саме відстані від будинків. Зниження радіаційних температур поблизу будинків можна досягти також пристінним озелененням, до того ж у в жаркому кліматі посадка витких рослин доцільна у всіх стін, які опромінюються сонцем.

Здатність дерев зменшувати сонячне опромінення має бути широко використана для озеленення тротуарів, пішохідних алей усередині кварталу, саду, парку, скверу в помірковано теплому і жаркому кліматичних поясах. Для цього дерева із широкою і щільною кроною мають бути висаджені з південно-східної, південної, південно-західної, західної сторін тротуару, алеї або майданчику. Якщо рослинами затінити стіни будинків, які опромінюються сонцем, можна трохи запобігти перегріванню приміщень. Для малоповерхових будинків цього можна досягти посадкою високих дерев, а для багатоповерхових будинків – посадкою витких рослин.

Л. Б. Лунц систематизував дані по прозорості, поглинанню і відображенню сонячної енергії (відсоток до загальної кількості енергії, що поглинається) по ряду деревних і чагарникових порід. Ці дані наведені в таблиці 3.1 [16].

Проаналізувавши дані таблиці 3.1, можна зробити висновок, що найбільшою ефективністю відрізняються рослини з великими листами, які значну частину енергії відбивають, не поглинаючи її, і отже, сприяють зниженню кількості сонячної радіації. На території зелених насаджень радіаційний режим, а внаслідок цього і температура повітря змінюється залежно від асортименту дерев, їхнього віку, щільності змикання крон, ярусності. Для цих цілей найбільш відповідні – гіркокаштан звичайний, платан, клени та інші дерева з рідкими гілками і широкими листами.

Таблиця 3.1 – Прозорість, поглинання і відображення сонячної енергії деревинно-чагарниковими породами

Порода	Прозорість	Поглинання	Відображення
Береза повисла (бородавчаста)	6,5	55,5	38
Глід алтайський	1,0	62,0	37
Дуб звичайний (черешковий)	8,5	41,0	50,5
Гіркокаштан звичайний	10,0	38,5	51,5
Клен гостролистий	6,0	44,0	50
Липа кримська	5,0	72,0	23
Вільха чорна (клейка)	5,0	58,0	37
Тополя тремтяча (осика)	9,5	29	61,5
Ліщина маньчжурська	1,0	71,0	28
Тополя бальзамічна	5,5	55,5	39,5
Черемха звичайна	2,0	78,5	19,5
Яблуня сибірська	10,0	30,5	53,5

У південних районах для озеленення території рекомендуються високі дерева з щільними кронами, здатними затінювати газони, паркові дороги, майданчики для відпочинку, спортивні майданчики, охороняти від перегрівання стіни архітектурних і інженерних споруд. Дерева із сильно розвинутою і ажурною кроною знижують радіаційні температури і завдяки кращому провітрюванню збільшують вплив зелених насаджень на мікроклімат у 1,3–1,5 рази. У цих умовах найбільш сприятливі для відпочинку ділянки, розташовані на північних схилах.

Створення п’ятиметрової зеленої смуги між тротуаром і проїзною частиною дороги знижує теплове опромінення пішоходів від бруківки більш ніж у 2,5 рази. При опроміненні сонцем майданчиків з асфальтобетонним покриттям і підпірною стінкою вони нагріваються відповідно до 60 і 55 °С, а теплове випромінювання досягає 0,5 кал/см^2 у хвилину. Якщо замість асфальтобетону укласти піщано-бетонні плити, а підпірну стінку озеленити виткими рослинами, випромінювання складе усього 0,16 кал/см^2 у хвилину.

На озеленених територіях середньої смуги і півночі, де сонячна радіація не така велика, доцільно створювати більше відкритих просторів, освітлюваних сонцем (галявини на південних схилах).

Розміщаючи рослини з урахуванням доріг і алей, розташування інженерних споруд і архітектурних об'єктів, застосовуючи покриття з оптимальними гігієнічними характеристиками, використовуючи вертикальне озеленення, можна впливати на комфортність теплового режиму в місті.

На формування теплового режиму впливають розміри території, що озеленяється. Найбільш високі температури повітря характерні для центральних частин міста з щільною забудовою, великими асфальтобетонними поверхнями вулиць, площ. Чим більше місто, тим значніше різниця температур повітря серед забудови й у великих масивах зелених насаджень. Невеликі ділянки зелених насаджень і рідка смуга здатні знизити температуру повітря не тільки усередині масиву, але і на прилеглій території, але незначно. Істотно зелені насадження в місті впливають на територію понад 6 га.

Існуючі норми вимагають у літні жаркі години дня обов'язкове обмеження інсоляції на окремих ділянках міських територій. На дитячих ігрових і спортивних майданчиках затінюється не менше 50 % площі відведеної для відпочинку, не менше 75 % пішохідних доріжок і тротуарів.

Плануючи озеленення територій промислових підприємств, пішохідні алеї, доріжки, тротуари, майданчики відпочинку варто затінювати листяними деревами, мають улітку необхідні сонцезахисні властивості й забезпечують інсоляцію іншою порою року.

Ефект впливу озеленення на тепловий режим можна значно збільшити, сполучаючи зелені масиви і водойми.

Регулювання зеленими насадженнями аераційного режиму території

Аераційний режим формується на висоті 2 м від рівня землі у так званому шарі життєдіяльності людини. Аерація міських територій забезпечується кліматичними факторами, певними прийомами планування і забудови, озеленення і благоустрою [16].

Прийоми вільного планування, на відміну від периметральної забудови, із включенням великих ділянок зелених насаджень поліпшують провітрювання, знижують у жаркий час температуру повітря, поліпшуючи мікроклімат забудови. У великих промислових містах у безвітряну погоду утворюється так називаний смог, або густий туман, що містить високу концентрацію промислових викидів. Зміна вітрового режиму під впливом міської забудови, з одного боку, є

найбільш явним фактом, а з іншого – підпорядковується складним законам гідротермодинаміки, а тому не є тривіальним явищем.

У формуванні найбільш сприятливого мікроклімату важливе значення має вітровий потік, особливо в літній період, істотно впливаючи на тепловідчуття людини в умовах перегрівання навколишнього середовища. У жаркі дні нагріте повітря міської забудови піднімається нагору, а на його місце надходить більш холодне повітря з території зелених насаджень. Ці повітряні плини найчастіше бувають на окраїнах міста. У прохолодні дні повітряні плини не виникають. Глибина проникнення повітряних плинів у міську забудову залежить від її характеру. У разі щільної периметральної забудови повітряні плини швидко слабшають, а у разі вільної – проникають усередину міста значно далі.

Найбільш сприятливий для людини вітровий режим 0,5–3 м/с, за якого легко колишуться гілки і шелестить листя. Зелені насадження здатні утворювати вітрові потоки, що перемішують і освіжають повітря навіть в умовах повного штилю.

Правильне використання зелених насаджень дозволяє поліпшити провітрювання всієї міської території або окремих її частин, захистити міську забудову від несприятливих вітрів, регулювати рух повітря, послабляти і збільшувати швидкість його переміщення, змінювати напрямок потоку.

Застосовуючи різні конструкції зелених насаджень і використовуючи різноманітні прийоми їхнього розміщення, можна впливати на потоки повітря, змінювати напрямок руху і швидкість вітру.

У практиці проектування зелених насаджень виникає необхідність захисту міської забудови від несприятливих вітрів. У цьому випадку поперек основного вітрового потоку влаштовують захисні смуги зелених насаджень. Захисна роль цих смуг визначається їхньою конструкцією і розташуванням, а також типом забудови. Вітрозахисні властивості виявляють зелені насадження вже порівняно невеликої висоти й ажурної конструкції. Ступінь ажурності має бути не менше 30–40 %.

Механізм вітрозахисної дії полягає в тому, що частина повітряного потоку, що проходить поверх насаджень, зустрічається з повітряним потоком, що проходить крізь захисну смугу (рис. 3.13). Зустрічаючись, повітряні потоки взаємно гасяться. Щільна посадка зелених насаджень не виправдує вітрозахисних функцій, тому що сприяє посиленню турбулентності повітряного потоку в зоні забудови, перешкоджає циркуляції повітря. Допускається улаштування невеликих розривів для проїзду і проходу, а також розрив між кронами (продухи), що сприяють вертикальному повітрообміновi особливо в безвітряні дні. За допомо-



Рисунок 3.13 – Зниження швидкості вітру вітрозахисною зеленою смугою: 1 – ажурна; 2 – не продувна; 3 – що продувається

гою широких зелених смуг захищаються населені пункти від пекучих і курних вітрів. Забруднене частками пилу і кіптяви міське повітря частково фільтрується густими кронами дерев і чагарників.

Застосовуючи різні конструкції зелених насаджень і використовуючи різноманітні прийоми їхнього розміщення, можна впливати на потоки повітря, змінювати напрям руху і швидкість повітря. Ефективність вітрозахисних смуг визначається їхнім видовим складом, поперечним перерізом масиву, розвитком крон, висотою, ступенем ажурності рослин, щільністю підліска. Для провітрювання території, її захисту застосовують такі конструкції груп зелених насаджень: не продувна (щільна), ажурна і та, що продувається (рис. 3.14) [15, 16].

Не продувна конструкція вітрозахисної смуги (групи) становить смугу (групу) різної висоти з щільно зімкнутих крон дерев і чагарників, які не мають просвітів (рис. 3.14, а). Такі групи часто створюють триярусними: у нижньому ярусі чагарники, наприклад, ліщина, калина; у середньому – клен, липа; у найвищому ярусі – дуб. Повітряний потік обтікає групу зверху і з боків, не проникаючи всередину. Швидкість вітру починає падати ще на підступах до смуги. Вітрозахисний вплив неширокої щільної зеленої смуги з восьми рядів дерев висотою 15–17 м і чагарників відзначається на відстані, яка дорівнює 30–40 висотам дерев, після чого швидкість вітру досягає початкової величини.

Ажурна вітрозахисна смуга (група) менш щільна (рис. 3.14, б). Частина вітрового потоку проникає усередину масиву, де втрачає значний запас енергії, інша обтікає перешкоду зверху. За смугами ажурної конструкції швидкість вітру знижується, але значно менше, ніж не продувна, тому їхня дія позначається на більшій відстані, яка дорівнює 40–50 висотам дерев у смузі. Ажурна група, що стоїть на відкритому місці, знижує швидкість вітру навколо себе.

Для зниження швидкості вітру поблизу з будинком необхідно перед ним розмістити смугу зелених насаджень ажурної конструкції висотою в ¼ висоти будинку на відстані від 2 до 5 висот цього будинку.

Такі смуги (групи) найбільш ефективні для захисту від вітру майданчиків, пішохідних зв'язків, їх розташовують поперек вітрового потоку.

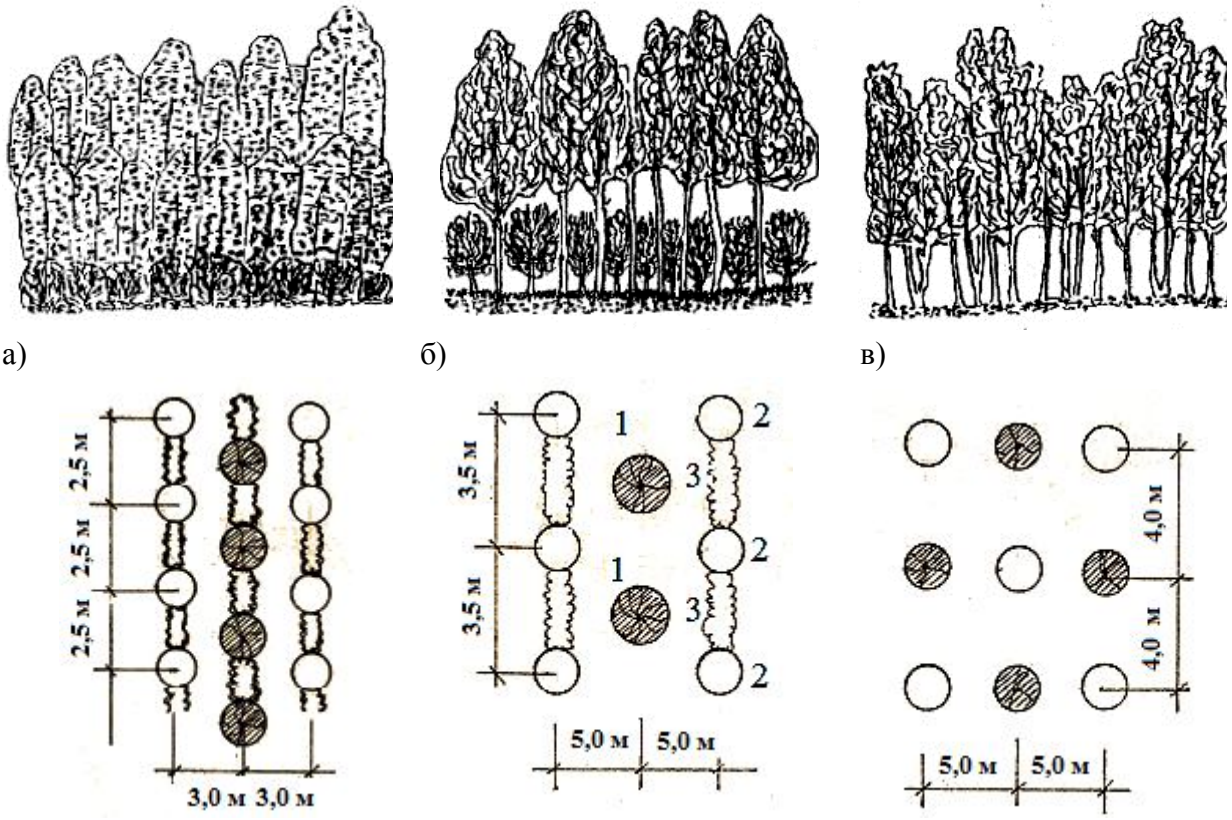


Рисунок 3.14 – Конструкції вітрозахисних смуг зелених насаджень: а) не продувна (щільна); б) ажурна; в) конструкція, що продувається; 1 – головна порода; 2 – супутні породи; 3 – чагарники

Конструкція смуги (групи), що продувається, буває переважно одноярусною, вільно пропускає вітровий потік, який, увійшовши в смугу, розділяється на два: нижній, що йде крізь просвіти під кронами, і верхній, який проходить над кронами (рис. 3.14, в). У такій смузі (групі) швидкість вітру знижується в меншому ступені, ніж у не продувної або ажурної групі, але саме в цій конструкції вплив смуги (групи) простягається значно далі, ніж за іншими смугами (групами), не викликаючи до того ж турбулентних збурень. Вплив такої смуги відчувається на відстані до 50–60 висот дерев. Для цієї конструкції смуги характерно незначне послаблення вітру поблизу смуги.

Вітрозахисні насадження можуть бути у вигляді рядових (регулярних) або групових (вільних) посадок. Можна значно знизити або навіть взаємно погасити повітряні потоки, якщо не продувні та зелені смуги, що продуваються, шириною не менш 10 м розмістити на відстані один від одного в одну висоту дерев. Залежно від швидкості та сили вітру ширина смуг із боку пануючих вітрів може бути збільшена до 20–30 м і більше. Хоча дія захисних смуг залежить

від висоти зростаючих дерев, але й щільні газони знижують швидкість вітру на 10 %. Повне загасання вітру в масиві можливо за наявності зімкнутих крон у верхньому ярусі та щільного підліска, до того ж рослини мають бути вічнозеленими, оскільки ефективність вітрозахисту листяних порід різко падає після обпадання листя.

На ділянках, призначених для відвідувань і відпочинку, необхідно максимально застосовувати насадження ажурної конструкції, що дає необхідну тінь і оптимальне провітрювання території. Огородження по периметру невеликого майданчика або ділянки спричиняє застій повітря.

Гарні мікрокліматичні умови створюють дерева з високо піднятими (вище 3 м) зімкнутими розкидистими кронами. Вони забезпечують достатнє затінення і нормальне провітрювання.

Вітрозахисні насадження можуть бути у вигляді регулярних (рядових) або вільних (групових) посадок (рис. 3.15) [15, 16].

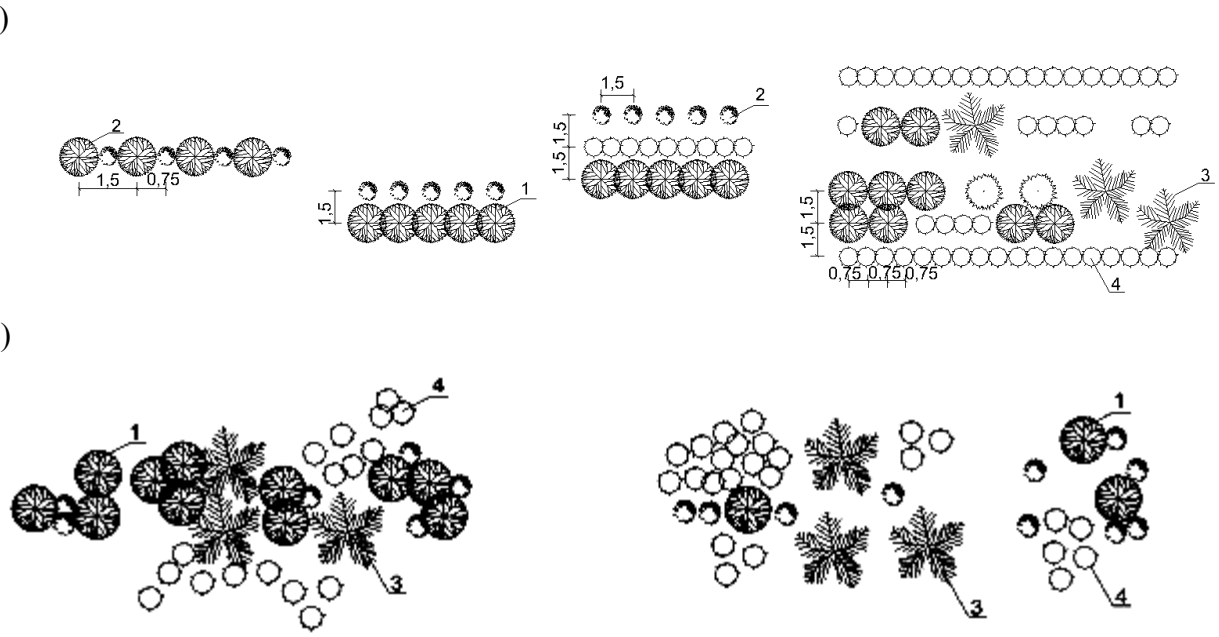


Рисунок 3.15 – Види посадок рослин у вітрозахисних смугах:
а) регулярні (рядові) посадки; б) вільні (групові) посадки;
1 – швидкозростаючі дерева; 2 – повільно зростаючі дерева; 3 – декоративні дерева;
4 – чагарники

Вітрозахисні властивості зелених насаджень мають бути використані для ослаблення вітру на вулицях і кварталах. На широких озеленених вулицях вітер слабкіше, ніж на вузьких і не озеленених. У кварталах із великою тягою повітря (між будинками, у вузьких проходах і проїздах) краще робити густу посадку, а там, де потрібно підсилити провітрювання – рідку.

Для затінення території і вітрозахисту рекомендується застосовувати такі породи дерев та чагарників: гіркокаштан звичайний, клен гостролистий, ялина звичайна, дуб черешчатий, липа дрібнолиста, садовий жасмин, жимолость татарська, глід звичайний, шипшина тощо.

Здатність зелених насаджень регулювати вологість повітря

Зелені насадження здатні регулювати вологість повітря: у разі великої його сухості – вони підсилюють випари, у разі високої вологості водяні пари конденсуються на листах – більш прохолодних поверхнях.

У фізіологічному процесі випару води рослинами, що називається «транспірацією», беруть участь листи і хвоя. У їхній шкірочці маються своєрідні щелеподібні отвори – устячка, розташовані переважно на нижньому боці листів, здатні відкриватися і закриватися і тим самим регулювати втрату води. Коли транспірація досягає величини, що перевищує надходження води з ґрунту, настає зів'янення. Тривала нестача води призводить до загибелі рослин. Це відбувається через те, що рослини не можуть надовго закрити устячка, тому що через них надходить вуглекислий газ, а його відсутність призводить до вуглецевого голодування, що позначається на харчуванні рослини, фотосинтезі.

Дерево усмоктує воду з ґрунту кореневою системою і насамперед молодими кореневими закінченнями і численними кореневими волосками. З приходом холодів рослини скорочують усмоктування води з ґрунту, листи продовжують її випаровування, що спричиняє невідповідність між кількістю, що надходить, і витрачанням вологи. Дерева і чагарники позбуваються основних органів випару вологи – скидають листя. Вологість повітря усередині зелених насаджень характеризується рівномірністю відсутністю різких коливань і перевагою вологовмісту порівняно з повітрям відкритих територій. Це обумовлюється тим, що поверхня зелених насаджень (дерев, чагарників, газонів), яка випаровує у 20 разів і більше, перевищує зайняту цими рослинами площу. У лісі відносна вологість повітря на 4–7 % вище порівняно з температурою в полі. Удень у літній період відносна вологість повітря усередині зелених насаджень вище в середньому на 10–20 %, ніж на відкритій галявині.

Маючи велику здатність випаровувати, рослини дуже впливають на вологість і температурний режим міста, викликаючи позитивні тепловідчуття людини. Підвищення відносної вологості повітря майже завжди сприймається людиною як деяке зниження температури. Мікрокліматичні умови вважаються сприятливими для людини за відносної вологості повітря 30–70 %.

Тому в жаркий день серед зелених насаджень прохолодніше і дихається легше, ніж серед кам'яних будинків, асфальтових і інших покриттів міських територій.

Прийоми розміщення зелених насаджень і їхнього сполучення з відкритими просторами значною мірою визначають відносну вологість повітря. Найбільш ефективні в створенні комфортних умов міста компактні масиви дерев і чагарників, що чергуються з галявинами, які мають щільний трав'яний покрив [15, 16, 91].

Залежно від розмірів і структури масивів зелених насаджень вплив рослинності на вологість повітря поширюється на прилеглі інсольовані відкриті простори і виявляється на відстані, яка в 15–20 разів перевищує висоту рослин. Вологість повітря збільшують навіть нешироκі десятиметрові смуги зелених насаджень, що на відстані 500 м піднімають вологість на 5–8 % порівняно з відкритою площею.

Якщо прийняти відносну вологість на вулиці такою, що дорівнює 100 %, то в житловому кварталі з достатнім озелененням вологість буде 116 %, на бульварі – 205 %, у парку – 204 % і більше.

Уміло застосовуючи вологолюбні рослини і використовуючи їхні якості, на територіях з підвищеною вологістю (більше 70 %) її можна значно знизити.

Регулювання зеленими насадженнями шумового режиму території

Серйозним негативним фактором для життєдіяльності людини в міських умовах є міський шум. Із розвитком міст проблема боротьби із шумом здобуває все більшу гостроту. Часто рівень шуму значно перевищує припустимі норми, що несприятливо відбивається на здоров'ї людей. Останнім часом рівень шуму у великих містах сильно збільшився і цей процес продовжується.

Санітарно-гігієнічні вимоги до житлової забудови визначають необхідність захисту населення від шкідливого впливу міського шуму. Для захисту міських територій від шуму рекомендується максимально використовувати засоби зеленого будівництва.

Декоративні зелені насадження, створювані на вулицях міста, що становлять лінійні (регулярні) посадки дерев, на розділовій і прибудинковій смузі малоефективні в захисті від шуму, тому що дерева висаджуються на відстані 5–6 м один від одного й мають високі штамби, а чагарники зустрічаються вкрай рідко. Насадження призначені для шумозахисту, повинні мати щільне змикання крон, для чого відстань нормативних посадок зменшується на 30–50 %. Дерева й чагарники мають бути щільнокронними, швидкозростаючими й мати низький штамб. Структура насаджень має бути складною, тобто ба-

гатоярусною з уведенням чагарників під полог насаджень або на узліссях, що повністю закривають покронний простір (рис. 3.16) [24].

Звичайні вуличні посадки знижують рівень шуму на 5–10 %. Ефект зростає в міру наближення смуги зелених насаджень до джерела шуму; іншу групу доцільно розміщати безпосередньо біля об'єкта, який захищається. Однак якщо посадка зелених насаджень стосовно джерела шуму буде неправильною, виходить протилежний результат. Наприклад, при посадці дерев із щільною кроною по осі вулиці із жвавим транспортним рухом зелені насадження будуть відігравати роль екрана, що відбиває звукові хвилі в напрямку до житлової забудови.

Зниження шуму зеленими насадженнями залежить від конструкції, віку, щільності посадок, форми і щільності крони, асортименту дерев і чагарників, погодних умов тощо.

Розглядаючи фізичну можливість зелених насаджень знижувати шум, необхідно відзначити, що дерева й чагарники поверхнею крони відбивають, а обсягом крони (листи, дрібні гілки) поглинають частину звукової енергії, що впливає на них (рис. 3.17) [16].

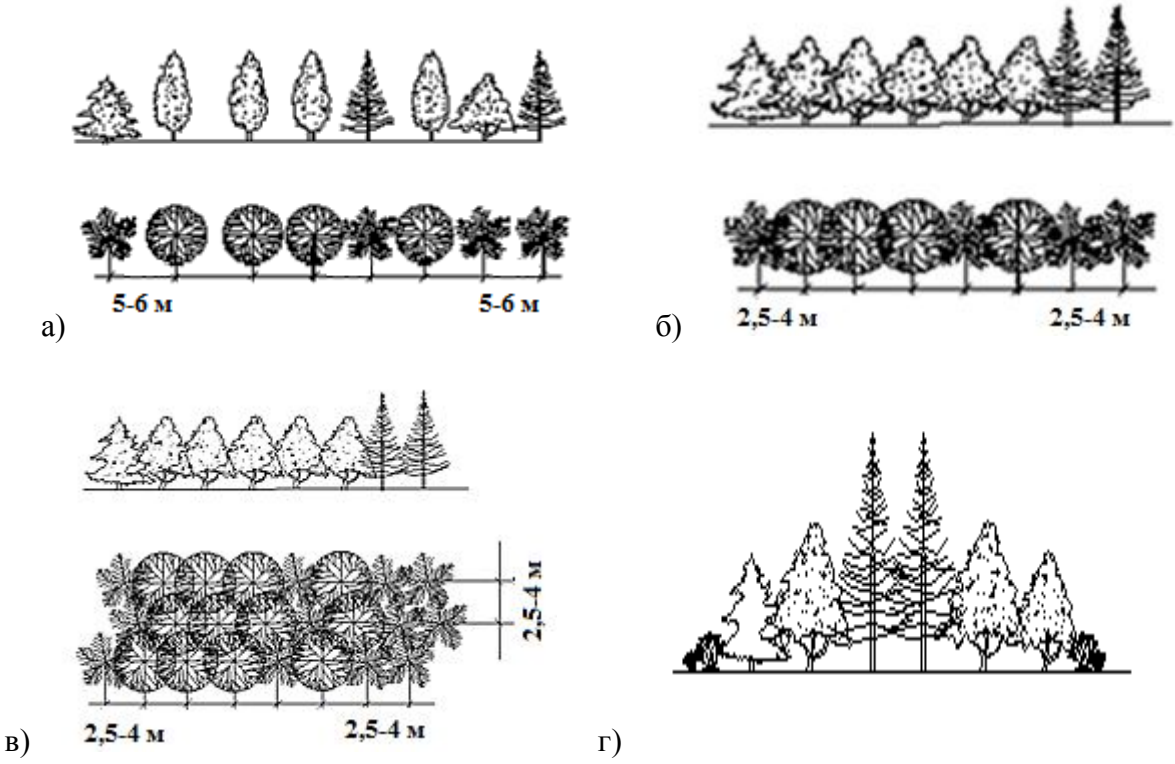


Рисунок 3.16 – Вуличні посадки зелених насаджень:
а) звичайна рядова посадка; б) шумозахисна посадка дерев; в) лінійна «шахова» шумозахисна посадка дерев; г) складна багатоярусна смуга дерев з лінійними посадками чагарників на опушці

Оптимальна ширина шумозахисної смуги в місті перебуває в межах 10–30 м. Збільшення ширини смуги не дає істотного зниження шуму. Смуга шириною 10 м повинна складатися як мінімум із трьох рядів дерев. При шумозахисних насадженнях з декількома смугами для більшої ефективності другу й наступні за нею смуги за відповідних природно-кліматичних умов рекомендується створювати із хвойних порід, що є ефективним у зимовий період.

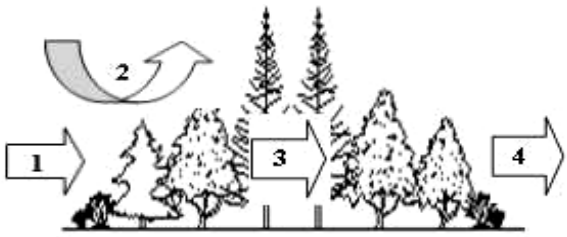


Рисунок 3.17 – Схема фізичної можливості зниження шуму зеленими насадженнями: 1 – існуючий рівень шуму; 2 – відбитий рівень шуму; 3 – поглинений рівень шуму; 4 – знижений рівень шуму

Для зниження рівня шуму усередині мікрорайонів, кварталів, на вузьких вулицях доцільно разом із посадкою дерев з густою кроною, щільного високого чагарнику й створенням газонів на всіх вільних ділянках використати вертикальне озеленення.

Зовнішній вигляд і довговічність рослин у шумозахисній смузі багато в чому визначається ступенем впливу міського середовища й екологічних особливостей рослин (насамперед їх димо- і газостійкістю, здатністю зберегти свої властивості за тривалого впливу вихлопних газів автомобілів).

Шумопоглинальна здатність рослин проявляється й узимку, навіть у безлистому стані вони знижують рівень шуму на 2–5 дБА. У цю пору року інтенсивність шуму трохи знижується, площі займані озелененням, покриваються снігом, що слугує пористим поглиначем шуму.

У шумозахисних смугах рекомендується застосовувати такі породи дерев та чагарників: клен гостролистий, в’яз звичайний, липа дрібнолиста, ялина звичайна, модрина сибірська, жимолость татарська, акація жовта, глід сибірський, спірея Ван-Гутта, сніжноягідник тощо.

Зелені насадження в боротьбі із запиленістю й загазованістю міського повітря

Забруднення атмосфери – одна з найпоширеніших і найбільш складних форм впливу міст на навколишнє середовище.

Повітря в місті забруднюється твердими частками, пилом, сажею, золою, аерозолями, газами, парами, димом, квітковим пилком та ін. Змішання забруднювачів серйозно ускладнює оцінку впливу кожного окремо взятого компонента, які, взаємодіючи, збільшують негативні впливи.

До основних джерел, що забруднюють атмосферу, належать промислові підприємства, паливно-енергетичні підприємства, транспорт.

Зелені насадження мають важливе значення в очищенні міського повітря від пилу й газів. Пил осідає на листах, вітках, стовбурах дерев і чагарників, а потім змивається атмосферними опадами на землю. Поширення або рух пилу стримується також газонами, які затримують переміщення пилу, що переганяється вітром із різних місць.

Серед зелених насаджень у весняно-літній період повітря містить на 42 %, а в зимовий період на 37 % менше пилу, ніж на відкритих просторах [15, 16, 24, 91].

Пилозатримувальні властивості різних порід дерев і чагарників неоднакові. Найкраще затримує пил шорстке листя в'яза, листи бузку, листи покриті ворсинками. Листи в'яза затримують пил приблизно в 5 разів більше, ніж листя тополі; листи бузку в 3 рази більше, ніж тополі тощо. Під час підбору рослин для пилозахисних посадок важливо враховувати й здатність листів звільнятися від забруднення під час дощів. Зокрема, листи з повстяним опушенням по пилозатриманню мало відрізняються від листів зі зморшкуватою поверхнею, але вони слабко очищаються. Листи клейкі, а також опушувальні на початку вегетації, зберігають високі пилозатримувальні властивості на тривалий час. У хвойних порід на одиницю ваги хвої осідає в 1,5 рази більше пилу, чим на одиницю ваги листів, і пилозахисні властивості зберігаються цілий рік. Знаючи пилозахисні властивості рослин, варіюючи розміри озелененої території, підбираючи породи й необхідну густоту посадок, можна домогтися найбільшого пилозахисного ефекту.

Зелені насадження значно зменшують шкідливу концентрацію газів, що перебувають у повітрі. Наприклад, концентрація окислів азоту, що викидаються промисловими підприємствами, знижувалася на відстані 1 км від місця викиду до 0,7 м/м^3 повітря, а за наявності зелених насаджень – 0,13 м/м^3 повітря.

Шкідливі гази в процесі транспірації поглинаються рослинами, а тверді частки аерозолів осідають на листах, стовбурах і гілках рослин.

Варто зазначити, що газозахисна роль зелених насаджень багато в чому залежить від ступеня димостійкості самих порід. Крім того, зелені насадження в облиствленому стані знижують зміст газів у повітрі.

Для захисту від пилу і негативних газів рекомендується застосовувати такі породи дерев і чагарників: клен пенсільванський, ліщина маньчжурська, гледичія триколючкова, тополя сіра, тополя чорна, тополя канадська, акація біла, шовковиця біла, яловець козацький, бирючина звичайна, в'яз перистогіллястий, верба біла плакуча, гіркокаштан звичайний, клен сріблястий, клен татарський,

клен польовий, клен гостролистий, ясен зелений, ясен звичайний, акація жовта, маслинка вузьколиста, спирея Ван-Гутта.

Фітонцидна дія зелених насаджень

Деякі властивості летучих і нелетучих речовин, виділюваних рослинами, були вивчені професором Б. П. Токіним. З'ясувалося, що ці речовини, називані фітонцидами, убивають шкідливі для людини хвороботворні бактерії або гальмують їхній розвиток. Зокрема, фітонциди кори ялиці вбивають бактерії дифтериту; листи тополі вбивають дизентерійну паличку. Особливо багато фітонцидів виділяють хвойні породи. Один га ялівця виділяє в добу 30 кг летучих речовин. Багато летучих речовин виділяють сосна і ялина. У повітрі парків утримується в 200 разів менше бактерій, чим у повітрі вулиць. Більшість рослин проявляють максимальну антибактеріальну активність улітку. Під час підбору рослин для озеленення міст необхідно враховувати їхні бактерицидні властивості. Насадження варто розміщати з навітряного боку стосовно місця перебування людини [24].

Запитання для самоконтролю

1. Проаналізуйте характерні особливості садово-паркового мистецтва різних історичних періодів.

2. Охарактеризуйте сучасні направлення в міському озелененні? Наведіть приклади нетрадиційних прийомів озеленення.

3. Обґрунтуйте архітектурно-декоративну роль зелених насаджень.

4. Як зелені насадження впливають на поліпшення міського середовища?

5. Які конструкції захисних зелених смуг застосовуються для поліпшення навколишнього середовища?

3.2 Ландшафтно-планувальна організація населених місць

3.2.1 Ландшафтна організація територій населених місць

Ландшафтно-планувальна організація населеного місця залежить від величини і значення населеного пункту. Чим крупніше населене місце, тим складніше його планування [64].

Ландшафтна організація території міста (селища) *– це комплекс проектно-планувальних, інженерно-технічних заходів, що забезпечують раціональне перетворення міського середовища, створення повноцінних, здатних до самостійного розвитку, антропогенних ландшафтів, що мають високі санітарно-гігієнічні якості та рівні естетичного впливу на людину* [64].

Існуючі природні компоненти міського середовища регулюються антропогенними процесами і не замінюють природні.

На створення системи озеленення міста (селища) істотно впливають містобудівні фактори: розташування населеного місця в агломерації, промислово-господарський профіль, розміщення забудови, промисловості, транспорту, перспектива розвитку.

Побудова оптимальної системи озеленених територій може бути у вигляді включення в планувальну структуру міста «зелених плям», великих зелених масивів-клинів», що проникають у центр міста, «водно-зелених діаметрів», у вигляді однієї або декількох смуг зелених насаджень, що простягаються вздовж забудови.

Протягом тривалого періоду розвитку міст простежується декілька теоретичних положень щодо створення та формування систем озеленення. Вони ґрунтувалися на концентрації озеленених територій навколо забудови у вигляді кругів, смуг, радіусів.

3.2.2 Основні поняття про ландшафти

Ландшафт *– це визначена місцевість, обмежена природними рубежами і взаємозв'язана в єдиний однорідний комплекс природних, антропогенних і естетичних показників, що характеризуються за умовами розвитку сумою типових ознак, у якій різні елементи (клімат, рельєф, ґрунт, рослинність, тваринний світ, людина і його культура), діючи взаємно один на одного, надають цій території своєрідний характер й вигляд, який виділяється із навколишнього середовища* [64].

Ландшафти бувають ***природні*** й ***антропогенні***.

Природний ландшафт *– це однорідна ділянка суші, яка облямована природними рубежами, у межах яких природні компоненти (рельєф, клімат, вода, ґрунт, рослинність) утворюють взаємопов'язану і взаємообумовлену єдність*. Фактично це ландшафт, який складається з взаємодіючих природних компонентів і формується під впливом природних процесів, а також не має слідів діяльності людини (рис. 3.18).



Рисунок 3.18 – Природний ландшафт

Антропогенний ландшафт *– це ландшафт, який складається з взаємодіючих природних та антропогенних компонентів, формується під впливом діяльності людини і природних процесів*.

Сьогодні важко назвати ландшафти, які б зазнали прямого чи побічного впливу людини, тому їх лишилося дуже мало. Якщо раніше до незайманих ландшафтів зараховували, наприклад, полярні області, зони снігів у горах, не використовувані під пасовища пустелі, дно океанів тощо, то на сьогодні з абсолютною вірогідністю цього стверджувати вже не можна. Є слабо змінені ландшафти в тих місцях, де людина порівняно мало змінює процеси розвитку з метою отримати той чи інший результат. До цієї категорії ландшафтів можна зараховувати мисливські угіддя, ліси, де не проводять суцільні вирубки, пасовищні простори (у степу, пустелі, горах, тундрі), деякі заповідники.

За характером наслідків діяльності людини розрізняють ландшафти ***культурні, акультурні*** й ***деградовані***.

Культурний ландшафт *– це ландшафт, у формуванні якого людина приймала активну цілеспрямовану участь, свідомо змінювала ландшафт для задоволення своїх потреб, постійно підтримує його в потрібному стані*. Цей ландшафт менш стійкий, ніж природній, він повинен відповідати високим екологічним вимогам раціонального природокористування, з виконання функцій відтворення здорового середовища (рис. 3.19).

До категорії культурних ландшафтів входять території, які відведені для різного господарського використання: поля, плодові сади, городи з захисними смугами, декоративні сади і парки.



Рисунок 3.19 – Культурний ландшафт

Різновидом антропогенного і культурного ландшафтів є ***міський (архітектурний) ландшафт***, *який формувався в процесі цілеспрямованої містобудівної і архітектурної діяльності людини*. Міський ландшафт сполучає природні компоненти (форми рельєфу, водойми, рослинність) із міською забудовою (будинки, споруди, дороги, магістралі, інженерні споруди). Розрізняють міські, сільські, транспортні, промислові, рекреаційні, меморіальні та інші архітектурні ландшафти.

Акультурний ландшафт – це протилежність культурному ландшафту, він *виникає в результаті нераціональної діяльності людини чи за несприятливого впливу сусідніх ландшафтів*. Отже це ландшафти, які втратили здібність відтворення здорового середовища (рис. 3.20).



Рисунок 3.20 – Змінений ландшафт під час будівництва трубопроводу

Деградований ландшафт – *це ландшафт, який втратив здібність виконувати яку-небудь функцію в наслідок нерегульованої діяльності людини чи стихійних природних процесів*. До таких ландшафтів можна зараховувати, наприклад, відпрацьовані та не рекультивовані кар'єри, у зоні яких неможливо жити і відпочивати (рис. 3.21).





Рисунок 3.21 – Відпрацьовані і нерекультивовані кар'єри

Ландшафти декоративних садів і парків називають ***садово-парковими*** і включають до культурного ландшафту. Садово-паркові ландшафти повинні будуватися на підставі географічних і біологічних закономірностей, які характерні для вихідного природного ландшафту певної території.

Садово-парковий ландшафт порівняно з географічним обмежений більш-менш простором і тільки в особливих випадках може зливатися з географічним. Його існування і розвиток в багатьох випадках залежить від процесів, які властиві географічному ландшафту, але провідна роль належить активній діяльності людини. В крупних парках, на великих територіях яких розташована ціла низка ландшафтів близьких за санітарно-гігієнічними якостями й естетичним впливам, ландшафти отримують єдине цільове призначення і пов'язуються дорожно-стежковою мережею в єдиний архітектурно-планувальний комплекс. У практиці проектування зелених насаджень такий комплекс отримав назву ландшафтно-планувального району.

У практиці зеленого будівництва, крім терміна «ландшафт», також широко застосовуються терміни «*пейзаж*» і «*пейзажна картина*».

Поняття «ландшафт» і «пейзаж» колись були рівнозначними. З давнини вид місцевості на німецькій мові називався ландшафтом, а на французькій – пейзажем. Пізніше ландшафт стає більше географічним терміном, який визначає своєрідність природного обліку відособленого географічного району, а пейзаж – терміном живопису, як ділянка місцевості, яку охоплює погляд людини. Іноді ці поняття узагальнюють і вважають, що пейзаж – це частина ландшафту, а ландшафт – це сума пейзажів. Проте ж не можна змішувати терміни «ландшафт» і «пейзаж», не можна замінювати один іншим, не можна підрозділяти ландшафти на пейзажі. Ландшафт оточує людину, яка знаходиться усередині його простору на його території, а пейзаж людина оглядає ззовні, знаходячись поза пейзажем, як розглядає живопис [16].

Отже, ***пейзаж*** *– це простір, обмежений певними рубежами й умовами зорового сприйняття (з кутом бачення 30°), це поняття зорове, споглядальне*.

Пейзажі розрізняються за фізіономічними властивостями та за просторовим принципом.

За фізіономічними властивостями пейзажі розрізняють відповідно до характерних особливостей ділянки: *ліс, галявина, водні поверхні, скельні групи* тощо.

За просторовим принципом пейзаж буває: *закритий, відкритий, напіввідкритий*.

Поняття пейзажу завжди пов’язано з наявністю відкритого простору. Якщо відкритий простір не великий, замкнений з усіх боків і проглядається лише на 30–150 м, це закритий пейзаж, наприклад, невеликі галявина серед лісу. Напіввідкриті пейзажі можуть проглядатися до 400 м, а у разі великої глибини пейзажі вважаються відкритими.

З поняттям «пейзаж» схоже поняття про перспективу, як про місцевість, яка уходить вдалину. Якщо пейзаж не великий, не широкий і весь уходить вдалину, то за звичаєм його називають перспективою.

Враження, створюване ландшафтом, складається зі сприйняття його всіма органами наших почуттів: органами слуху – уловлюється шелест листя і спів птахів; органами нюху – аромати квітів, листя дерев і трав; дотиком – рух повітря, температура, вологість; зором – інтенсивність освітлення, розташування, фарбування, форма предметів.

Всім відома різниця відчуттів, які отримуються під час перебування серед ландшафтів різного типу: у горах, долинах, степу, пустелі, на лугу, у сосновому

бору, березовому гаї, діброві, ялиновій тайзі тощо. Емоційний вплив ландшафту складається не тільки з вражень від його елементів та компонентів, але і з вражень від ландшафтів, які безпосередньо передували цьому ландшафту. Наприклад, після суворих і похмурих ялин, піхти, сосни особливо радісно сприймається світла зелень, живописна форма, білизна беріз. Негативно сприймаються в ландшафтах, які створюються за мотивами природного, рослини, які належать до іншого ландшафту, який різко відрізняється від першого. Ці рослини здаються в створюваному ландшафті чужими, сторонніми, вони не можуть гармонійно сполучатися з загальним обліком ландшафту. Наприклад, незабудку посадити в сухому сосновому бору; березу серед пальм тощо. Відчуття дисгармонії виникає від того, що присутність цих рослин у певних ландшафтах суперечать усім раніше накопиченим нами уявленням про їхню природу.

3.2.3 Елементи й компоненти ландшафту

Облік ландшафту залежить від складових його елементів та компонентів і від їхнього розташування в просторі. Існує п’ять основних ***компонентів ландшафту***: *земна кора, повітря, вода, рослинність, тваринний світ*.

Під ***елементами ландшафту*** розуміють характерні для певного ландшафту складові, які беруть участь в його утворенні: складові рельєфу – тераси, скелі, укоси тощо; повітря – різні кліматичні умови; водойми – канали, озера, басейни, джерела, струмки тощо; рослинність – дерева, чагарники, трави, квіти; тваринний світ – різні види тварин; а також господарські, інженерні, архітектурні споруди [15, 56, 95, 97].

Клімат як компонент ландшафту впливає насамперед на флористичний склад рослинності, її структуру і розподіл. У разі переміщення з півночі на південь і зі сходу на захід асортимент рослин збільшується. Від кліматичних умов залежить і тип створюваних садово-паркових ландшафтів. Кожній кліматичній зоні відповідає свій особливий тип ландшафту, склад рослинності і характер її композиції. У північних областях, де коротке і прохолодне літо, ландшафти мають бути світлими і просторими, щоб надати можливість найбільш повно використовувати світло і тепло. Тому в північних областях більшу площу повинні займати відкриті простори, які займають трав’яні рослини, ніж простори, які займають дерева. Для створювання садово-паркових ландшафтів у північних областях застосовуються лісові й альпійські галявини, заплавні луги й інші форми природної лугової рослинності.

У південних областях деревинні насадження є кращим укриттям від палкого сонця, перевага надається закритим просторам, а газонні трави швидко ви-

горають на сонці. Проте це не означає, що чим жаркіший клімат, тим більш густими повинні бути насадження. У південних районах особливу увагу надають провітрюванню території. У густих насадженнях, де повітря застоюється, більш задушливо, ніж на відкритому просторі, особливо увечері. Найбільш раціональними в цих умовах є посадки дерев із трохи зімкнутими кронами, які розташовані не менш ніж 3 м над землею. Чим більше маса повітря під ними, тим краще горизонтальне й вертикальне провітрювання і тим комфортніше мікроклімат у цих місцях. Найбільш ефективними в цих умовах виявляються насадження з ажурною кроною, які створюють достатнє затінення і забезпечують оптимальний режим провітрювання та комфортні умови відпочинку.

У будь-якому ландшафті основою і одним із важливіших факторів загальної організації ландшафту є *рельєф і ґрунт*; їх зміни потягнуть за собою зміни у всіх інших компонентах. Рельєф диктує багато практичних заходів щодо меліорації, гідротехнічного і дорожнього будівництва, розміщення різних архітектурних будівель. У багатьох випадках рельєф і ґрунт передбачають склад рослинності, розвиток і характер створюваних ландшафтів, а також декоративний вигляд усього парку.

Поверхня Землі має різноманітний рельєф. Цей рельєф відповідно обтикається повітряними потоками, а також складається місцева кліматична ситуація ділянки з визначеним рослинним та тваринним світом.

У кожному садово-парковому ландшафті висоти рельєфу, якими б вони не були малими, є виграшні місця для розташування видових точок, з яких відкриваються найбільш красиві види. Зниження й полонини, які облямовані схилами пагорбів, часто стають мотивом для створення багатьох пейзажних картин.

Рельєф значно впливає на перерозподіл у межах ландшафту тепла та вологи. Умови життя рослин на схилах залежать від їхньої крутості, експозиції та породи, що підстеляється. Низькі частини рельєфу – западини, невеликі яри – крім вологи, яка випадає і зберігається, отримують ще додаткову завдяки замітанню снігу і припливів поверхневих та ґрунтових вод. Тому тут формуються більш вологі й багаті місця. У верхніх частинах схилів у наслідок змивання утворюються більш сухі та бідні умови життя. На всі ці умови чуйно реагують рослини.

Основою успіху створення декоративних насаджень є те, що на визначені форми рельєфу, які характеризуються властивими тільки їм ґрунтовим умовам, висаджуються чагарники, дерева і трав’яні рослини тих видів, які пристосувалися в процесі свого історичного розвитку до певних умов життя. Наприклад,

липа не росте на пісках, верба – на пагорбах, ялина та ясен – на сухих схилах, дуб на бідних ґрунтах виросте карликом, а ялина на сухих і жарких схилах буде хирлявим деревцем.

Завдяки сучасній техніці за допомогою потужних бульдозерів, екскаваторів, скреперів, здібних швидко переміщувати маси ґрунту, з'явилася можливість створювати парки на місцях будівництва кар'єрів, відвалів, в ярах, на територіях колишніх смітників. У всіх цих випадках доводиться мати справу з формуванням нового рельєфу. Штучне моделювання рельєфу тепер отримало широке розповсюдження і стало одним з головних прийомів ландшафтної архітектури.

Одним із кращих прикладів такого проектування є зона відпочинку м. Кривий Ріг. Тут на площі більше 200 га, на території з відвалами «пустої» породи при видобутку руди, відтворений гірський рельєф з пагорбами, терасами, улаштовані озера й притоки з пляжами, водноспортивні комплекси, спортивні майданчики, розарій, зоопарк, зелені масиви, живописні галявини.

Великі роботи із створення штучного рельєфу були проведені в Мюнхені на території Олімпійського комплексу (рис. 3.22), який був побудований для проведення Олімпіади в 1972 р. З ґрунту, який виймався під час будівництва великого озера, був насипаний пагорб висотою до 60 м ретельно продуманої форми, з видовими точками, з яких відкриваються панорами на Олімпійський комплекс [65].



Рисунок 3.22 – Олімпійський комплекс у Мюнхені (Німеччина)

На острові Кюсю в Японії на місці колишніх вугільних шахт побудовано парк площею 250 га. Схили пагорбу, мають трав'яний покрив і пристосовані для катання на спеціальних лижах, а штучні водойми – для купання і водного спорту.

Вода та водні пристрої займають значне місце в створенні паркового середовища. Здавна відомий позитивний вплив води на людину: вона приносить відчуття спокою, умиротворіння й розслаблення. Тому людина ніколи не

стомлюється, дивлячи на воду у всіх її проявах, чи це море, ріка, дощ, невеликий струмок, чи штучний водопад. Вона знижує температуру повітря, підвищує його вологість і загалом суттєво впливає на мікроклімат. Дуже часто вода і водні пристрої (річки, ставки, струмки, канали тощо) є визначними в формуванні планувальної структури парку, його композиційними осями, центрами, вузлами. Такі споруди, як басейни, фонтани, водоспади часто стають центрами внутрішніх композицій.

Особливо широко водні пристрої і поверхні використовувалися в російських парках. Водозлив улаштовували на базі річок усередині парків і композицію парку орієнтували всередину, чи навпаки, парки будували поряд із водою з орієнтацією на зовнішні акваторії. Часто для улаштування купальних і декоративних водойм використовувалися відпрацьовані кар'єри.

Найбільш розповсюдженими водними улаштуваннями парку є ставки і озера. Форма водойм визначається рельєфом, контур водяного дзеркала відповідає рисунку горизонталі, на якій знаходиться рівень води (рис. 3.23).

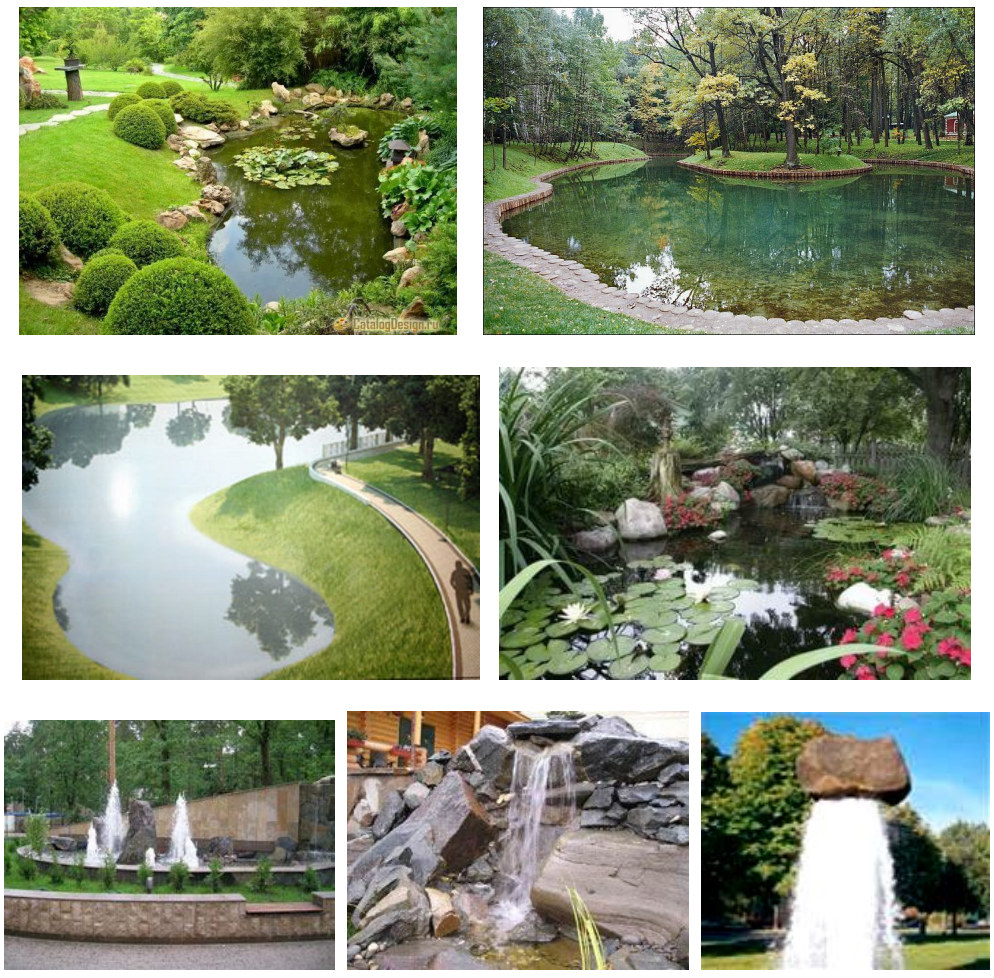


Рисунок 3.23 – Живописні водойми в ландшафті парку

Форма водойм може бути компактною, скривленою, витягнутою. Водойма виглядає живописною, якщо у неї криволінійні береги з бухтами та півостровами, глибина простору посилюється острівками. Особливо декоративною якістю внутрішніх водойм є відображення в дзеркалі води пейзажних картин. Під час створення насаджень біля водойм необхідно пам'ятати про відповідні умови їхнього зростання. На ділянках з високим рівнем підземних ґрунтових вод висаджуються такі дерева та чагарники, які добре переносять тривале затоплення.

Особливе місце займають різні способи композиції зелених насаджень – безперервні берегові масиви, галявини, куліси (групи дерев і чагарників, які розташовуються в просторі паралельно один до одного).

Архітектурні споруди водойм підпорядковуються гідротехнічним вимогам. Це греблі, мости, водозливи.

Садово-паркове мистецтво всіх народів передбачає наявність цієї води в саду. Вода й камінь є основними елементами любого гармонійного саду. Сполучання двох стихій, води і каменю, оживлює сад, надає йому цілісність й врівноваженість.

Рослинність – важливий компонент садово-паркового ландшафту й основа паркових композицій. Вона становить взаємопов'язаний комплекс рослин, обумовлений екологічними умовами існування.

Створення архітектурно-художнього вигляду території за допомогою рослин є одним із головних завдань ландшафтної архітектури. Здалеку ми помічаємо озеленену ділянку чи її окремі частини загалом і тільки з наближенням розпочинаємо розглядати окремі деталі. Загальні контури, які були чітко видимі здалеку, називаються ***силуетом.***

Рослинність, як компонент ландшафту, повинна розглядатися як серії схожих за своїм виглядом, за внутрішніми взаємозв'язками і взаємозв'язками із середовищем з типовими природними фітоценозами (у перекладі з грецької – рослинне угруповання). Необхідно ретельно вивчати сполучання рослин у природі для створення садово-паркового ландшафту. Фахівці садово-паркового будівництва повинні уникати випадкових, біологічно необґрунтованих групувань рослин з великою кількістю видів. Штучно створені групування рослин завжди будуть життєвими і добре сприйматися, якщо їхня побудова утворюється на закономірностях сполучень рослин, які є в природі. Природний рослинний покрив дає можливість створення багатьох прикладів виразних сполучань рослин.

Залежно від цільового призначення, розміру, характеру території і рослинності парк, сад чи інша територія міста може складатися з одного, декількох

і навіть цілої серії ландшафтів. Невеликі парки чи сади часто представляють який-небудь ландшафт. Наприклад, сосновий бор у парках при деяких санаторіях, дубовий гай Останкінського парку в Москві, дубово-липові насадження в Літньому саду в Санкт-Петербурзі тощо.

Під час проектування озелененого об'єкта необхідно пам'ятати, що співвідношення відкритих (газон, луги, галявини) й закритих (засаджених деревинно-чагарниковими рослинами) просторів впливає як на вітровий і температурно-радіаційний режим, так і на його композицію.

Практика містобудування показала, що основою композиції є вміле використання місцевості, просторових особливостей, рельєфу, водних поверхонь, рослинності. Завдяки своєрідності всіх цих елементів і різноманітному їх розташуванню у просторі кожен ландшафт набуває свого індивідуального обліку. У зв'язку з цим під час проектування необхідно ретельно вивчати природні умови, видові переваги місцевості та знати декоративні й біологічні особливості рослин.

3.2.4 Класифікація садово-паркового ландшафту

Разом із архітектурою будинків, вулиць, майданів садово-парковий ландшафт входить до ансамблю сучасного міста як рівноправний елемент, а іноді набуває домінуючого значення.

Ландшафт садів і парків є своєрідним різновидом географічного ландшафту. Його існування залежить від процесів, властивих географічному ландшафту, але провідна роль належить господарській діяльності людини.

Компонентами садово-паркового ландшафту *називають більш складні групи, які складаються із взаємопов'язаних елементів: рослинність у вигляді об'єднань та ценозів, рельєф, клімат, ансамблі будинків і споруд тощо*.

Головними компонентами садово-паркового ландшафту є рослинність, рельєф місцевості, ґрунт, клімат.

Елементами садово-паркового ландшафту *називають всі предмети, які входять у побудову цього пейзажу: дерево, кущі, трав'янисті рослини, камені, скелі, пагорби, кручі, дороги, мости, альтанки, будівлі, водойми, фонтани, садові меблі тощо*.

Перші спроби класифікувати садово-парковий ландшафт були зроблені ще в Древньому Китаї. Залежно від настрою, який створювався тим чи іншим ландшафтом, древні майстри садового мистецтва розрізняли три головних типи ландшафтів – веселі, похмурі та романтичні. У XVIII ст. в Європі ландшафти підрозділялися на героїчні, ідеалістичні, сентиментальні та інші залежно від

створюваного ними враження. У подальшому цю типологію стали називати жанром. Японські садоводи поділяли ландшафти на ландшафти морських скель, дикого струмка тощо.

Під час класифікації садово-паркового ландшафту за основу потрібно брати склад і структуру рослин, геоморфологічну структуру території, участь людини в його влаштуванні. З урахуванням цього садово-паркові ландшафти можна поділити на лісові, паркові, лугові, альпійські, садові.

Лісові ландшафти в садах і парках, зазвичай формуються не з природного лісу, а із спеціальних насаджень. Основне завдання паркобудівників при цьому полягає в тому, щоб на порівняно невеликих територіях саду чи парку передати лісову обстановку з характерними рисами лісового ландшафту. Для передачі характеру лісового ландшафту необхідна мінімальна площа в кілька гектарів. Наприклад, не можна створити сосновий бор чи лісовий ландшафт іншого типу на площі 100 м^2. Для цього необхідна площа в декілька гектарів. Лісовий ландшафт передбачає великі території по площі, це можуть бути довгі і вузькі ділянки. Для створення лісового ландшафту краще підійдуть швидкозростаючі листопадні деревинні породи із світлою нещільною кроною, наприклад берези. Перевагу в таких ландшафтах віддають рослинам, які буйно цвітуть весною, а проміжки між деревами заповнюють ґрунтопокривними та луковичними рослинами.

Лісовий ландшафт – це чудовий засіб приховати недоліки навколишнього пейзажу (інженерні комунікації, огорожі, господарські ділянки, сусідні споруди тощо). Він дуже невибагливий до догляду й утриманню, дозволяє привертати увагу до ділянки. Залежно від складу лісоутворювальних порід лісові ландшафти поділяються на темнохвойні, світлохвойні, широколисті й дрібнолисті (рис. 3.24) [83].



Рисунок 3.24 – Лісовий ландшафт

Характерними рисами *темнохвойного лісового ландшафту* є сильне затінення, знижена температура і підвищена вологість. Типовим представником темнохвойного лісу в природі є ялино-ялицева тайга, зімкнені, тінясті похмурі ландшафти якої створюють суворе й частково похмуре враження. Такий ландшафт із щільних ялинкових насаджень застосовувався в старовинних парках, наприклад, Гатчинському, Ломоносівському під Санкт-Петербургом.

Створюючи в садах та парках темнохвойні ландшафти, необхідно стежити за тим, щоб не перевантажити такими ландшафтами територію, тому що це надасть всьому обліку парку дуже похмурий вигляд.

Повністю протилежне враження складається від утворення *світлохвойних лісових ландшафтів*. Завдяки ажурності крони і порівняно рідкій посадці дерев ландшафти цих лісів сонячні, добре провітрювані та створюють життєрадісний настрій. Тепле повітря в цих лісах насичене приємним смоляним ароматом. Типовим представником такого ландшафту в природі є сосновий бор і гаї з модрини. Модрина дуже світлолюбна, її ажурна крона пропускає багато світла, тому модриннички є самими світлими із всіх типів лісових насаджень. Швидкий зріст у перші роки життя, високі декоративні якості, довговічність роблять модрину однією з найбільш цінних порід у лісовому господарстві. Із всіх хвойних порід модрина найбільш витривала до задимлення, забруднення повітря в міському середовищі.

Листяні ліси відрізняються від хвойних великою розмаїтістю видового складу, більшою гамою колірних відтінків зеленого, більш мінливим обліком деревинних рослин і самих дерев, а також різноманіттям трав'яного покриву, наявністю у ньому красиво квітучих трав.

Широколисті ліси – прохолодні, тінясті, часто відрізняються багатим складом і складною структурою, завдяки чому утворюють враження стійкості й могутності. Найкращі представники широколистих лісів – діброви з постійними супутниками липою і кленом.

Діброви складні за своєю структурою. Перший ярус у таких лісах складається з дубів із домішками липи, клена гостролистого, ясеню, іноді граба й берези. Другий ярус – клен польовий, граб, дика яблуня й дика груша, зрідка черемха. Третій ярус (підлісок) – ліщина, бересклет бородавчастий, клен татарський, крушина, калина, жимолость, глід. Четвертий ярус (трав'яний) – різні тіньовитривалі види злаків, осик та дводольних. Характерною рисою дібров є наявність у травному покриві групи раноквітучих трав: проліски, рясту, вітряниці, гусятниці, зубянки.

Дрібнолисті ліси більш прості за структурою і складом, ніж широколисті. Характерними для цієї групи є березові ліси. Ажурне й порівняно рідке листя беріз пропускає багато світла і в цьому відношенні вони схожі із світло хвойними лісами. Березові гаї – один із найулюбленіших ландшафтів садів і парків, їх цінують за сонячність, білизну стволів та красиву гру світла й тіні, які утворюються при проходженні сонячних променів крізь ажурну крону.

Ландшафти, пов'язані з переходами від лісової рослинності до лугової, виділяють *як* ***паркові ландшафти***. *Парковий ландшафт* — це проріджені ліси природного чи штучного походження, які зустрічаються в різних зонах. Це значно перетворений лісовий ландшафт у структурному, функціональному й декоративному відношеннях або створений повністю штучно, він відповідає цільовому призначенню об'єкта – скверу, саду, парку. Підвищити стійкість, пейзажне розмаїття і загалом естетичний рівень паркових ландшафтів можливо шляхом формування пейзажних груп [56, 97].

Пейзажна група – це просторово відокремлена сукупність біологічно взаємопов'язаних деревинних рослин, які мають визначену художню форму. Вона відрізняється від елементів лісового ландшафту організованим розміщенням у просторі, визначеною композиційною і планувальною структурою. Основний метод створення пейзажних груп – посадка крупномірним посадковим матеріалом місцевих та акліматизованих до місцевих умов видів дерев і чагарників.

За характером та розташуванням системи доріжок, майданчиків, архітектурних елементів, водойм, рослин паркові ландшафти поділяють на три стилі або три планувальні прийоми: ***регулярний, вільний, змішаний***.

Регулярним *називається стиль, у якому планувальна композиція заснована на принципі геометричних побудов* (рис. 3.25). Такий стиль характеризується симетрично-осьовим розташуванням геометрично правильних ліній доріжок чи майданчиків, де віссю композиції зазвичай стає головна алея, від якої симетрично відходять майданчики та доріжки другорядного призначення. Доріжки мають пряму або жорстко геометричну форму. Архітектурні елементи розташовують чітко підпорядковуючи симетрії. Водойми, квіткові партери, клумби, рабатки мають геометрично правильні форми. Регулярному стилю властиві посадки дерев та чагарників у вигляді чітких, ритмічно витриманих алей та живоплотів, які підстригаються в різні геометричні форми. Характерним для об'єктів регулярного стилю є наявність скульптурних прикрас, фон-

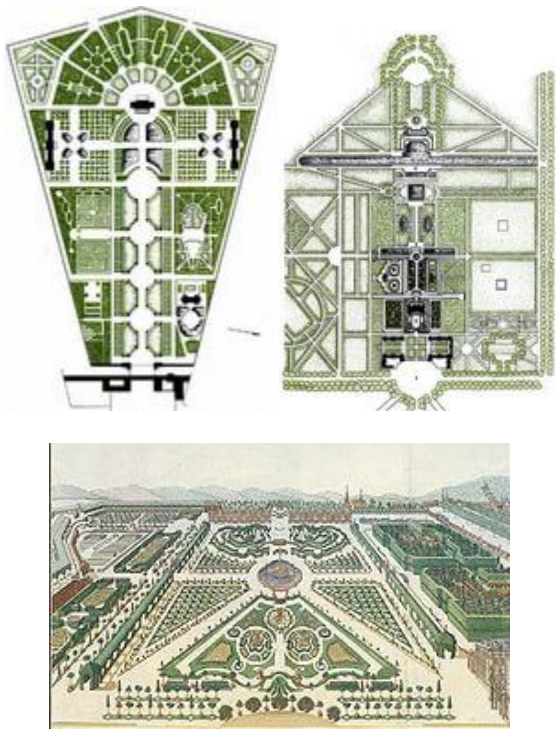


Рисунок 3.25 – Регулярний стиль у парковій композиції

танів, сходів, павільйонів. Такі парки мають більш строгий вигляд.

Цінність цього стилю полягає в тому, що він дозволяє створювати найбільш сприятливі умови для одночасного перебування в парку більшої кількості відвідувачів, точність і прямолінійність планування ландшафту регулярного типу сприяє швидкому розподілу відвідувачів по окремих частинах паркової території. Тому регулярний стиль стає найбільш доречним у парадних частинах саду чи парку, біля значних будинків чи інших архітектурних споруд, на площах і в скверах, які перетинають великі потоки людей. Особливу значущість регулярний ландшафт набуває в місцях із посушливим кліматом, де для розвитку рослин необхідно штучне зрошення. У цих умовах прямолінійне планування легше сполучається із системою розташування іригаційних (зрошувальних) каналів та інших споруд.

Типовими представниками регулярних парків є Версальський парк, парк у Петродворці та парк Вічної слави в Києві.

Вільним (пейзажним, ландшафтним) *називається стиль паркового ландшафту, композиція якого характеризується відсутністю геометричних побудов і створюється на принципі природних ландшафтів*. Планування доріжок і майданчиків майже не визнає симетрії та довгих прямих ліній. Доріжки плавно вигибаються, обходячи перешкоди, що виникають на їхньому шляху, вони повторюють всі зміни рельєфу, плавно переходячи одна в одну. Водойми, квітники мають вільні форми. В озелененні майже не застосовують рядових посадок дерев та живоплотів (рис. 3.26).

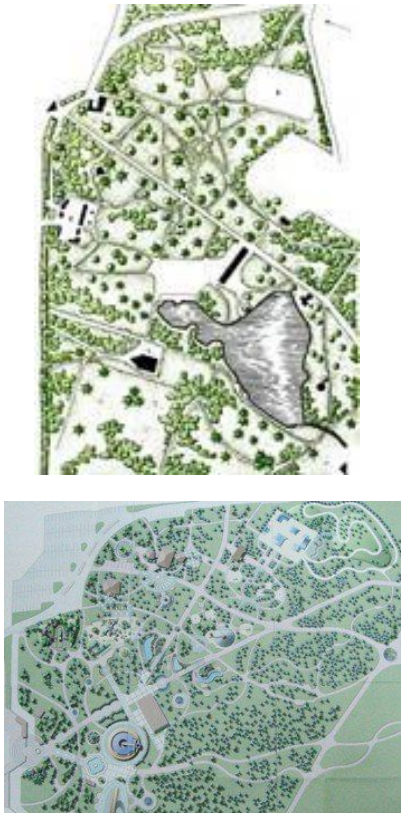


Рисунок 3.26 – Ландшафтний парк

Для озеленення сучасних міст більш прийнята вільна (пейзажна) композиція, яка має переваги перед регулярною завдяки простоті й близькості до живої природи; використанню різного рельєфу ділянки, що відведена для парку, без значної кількості земельних робіт із вертикального планування; значній економічності.

Ландшафтні парки властиві паркам Англії, Китаю, Японії.

У практиці сучасного садово-паркового будівництва застосовують ***змішаний стиль паркового ландшафту****, який містить елементи як регулярного, так і вільного стилів* (рис. 3.27) [24, 84]. Регулярне планування зазвичай застосовують у разі

необхідності підкреслити парадність входу, майдану, громадських будинків, значних споруд тощо. У прогулянкових частинах парку перевага віддається ландшафтному плануванню.

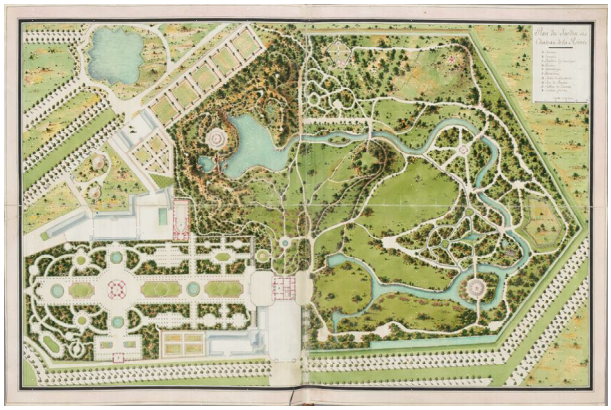


Рисунок 3.27 – Змішаний планувальний стиль

Більшість парків радянських часів, озеленення сучасних міст мають змішаний стиль, що дозволяє використовувати ділянки з різними формами рельєфу, без виконання великих обсягів земляних робіт із вертикального планування, це економічно, має переваги в естетичному плані.

Ландшафти ***альпійського типу*** мають особливе значення для садів і парків північних районів із великою кількістю гірських порід, озер, височин, пагорбів (рис. 3.28) [84]. Альпійська область розташована високо в горах, за межами лісової рослинності. Характерну ознаку її ландшафту складають скелі, камені, альпійські луги, осипи, озера. Розташування каменів, що виходять на поверхню, форми кам'яних комплексів та склад у них гірських порід визначаються історичними процесами, які створювали цей ландшафт. Через це природно розташовувати камені і в альпійському ландшафті садів і парків. Територія, що відведена під альпійський ландшафт, повинна складатися не із суцільної маси каменів, а також із однорідних масивних комплексів, з галявинами та розкиданими по ним окремими каменями. Планування та групування каменів в альпійському ландшафті є таким самим мистецтвом, як і обробка та групування каменю в скульптурі.



Рисунок 3.28 – Альпійський ландшафт

Найкращими матеріалами для декорування альпійського ландшафту є великі камені твердих порід (граніту, піщанику, вапняку тощо), які є доповненням до головного ком-

понента цього ландшафту – дрібного різнотрав'я.

Незважаючи на те, що камінь у цьому ландшафті відіграє важливу роль, проте він не повинен бути головним елементом ландшафту. Тут, як і в інших садово-паркових ландшафтах, основну функцію виконують самі рослини. Тому, створюючи такий ландшафт, не можна допустити переваги каменів над рослинами. Вони можуть домінувати на крутих схилах, де камені найбільш живописні, на більш рівних поверхнях повинна переважати рослинність.

Камінь не тільки створює сприятливі умови для росту рослин (зберігає вологу в ґрунті, у сонячні дні нагрівається, а вночі вилучає тепло, у холод слугує екраном, який захищає від вітру), але й є гарним фоном для квітучих рослин.

У декоративному садівництві широко проводяться досліди щодо акліматизації високогірних альпійських рослин поза високогірних областей, виробляються спеціальні методи вирощування альпійських рослин.

Головний компонент альпійських килимів – це дрібне різнотрав'я, багате й різноманітне за складом, а також дуже яскраве під час цвітіння. Для альпійського ландшафту використовують такі рослини: флокс шиловидний, седум, чабрець, різуха. Вони яскраво цвітуть і зберігають живописну мозаїку листям.

На вершині пагорбів, південних та західних схилах, висаджують сонцелюбні рослини; на східних та північних схилах – рослини, які добре розвиваються в тіні та вологих місцях. Нижні тераси кам'яних масивів, яруг засаджують більш високими багатолітниками та чагарниками.

Альпійський (гірський) ландшафт як прийом декоративного оформлення садів і парків є цікавим не тільки в північній місцевості, а також може застосовуватися і в парках інших кліматичних зон, там, де територія характеризується пересіченим рельєфом (яруги, пагорби, круті береги озер, річок, струмків). Під час створення в садах і парках альпійського ландшафту варто дотримуватися сполучення великих яскравих мас чистих тонів, використовуючи для цього рослини, що широко розростаються, низькі, повзучі та альпійські. Приклади такого використання рельєфу можна зустріти в парках Чорноморського узбережжя Кавказу, Криму, у парках Софіївка та Корсунь-Шевченківський в Україні та інших країнах [24, 84].

До ***садових ландшафтів*** насамперед належать декоративні сади; сади з плодових дерев; формовані плодові сади; спеціальні монокультурні сади (розарій, сиринґарій, тюльпанарій, георгінарій, сади лілій тощо); наукові, колекційні сади декоративних дерев та чагарників (водні, дендрарії, кам'яні) та інші вузькоспеціальні сади.

Протягом всієї історії декоративного садівництва разом із виведенням численних садових сортів рослин відпрацьовувалися спеціальні прийоми, які забезпечували їх повний й найбільший розвиток і декоративні якості. Для найбільш популярних сортів і видів стали створюватися особливі *монокультурні сади*, які спеціалізувалися на вирощуванні визначених декоративних рослин: троянд, бузку, жасминів, ірисів, півоній, флоксів, лілій, сади із трав'яних рослин, які доповнюють красиво квітучими рослинами й клумбами з яскравими однолітками.

Декоративні сади із плодових дерев використовувалися в багатьох давніх парках пострадянського простору. У XVIII ст. плодовими деревами була зайнята частина Літнього Саду в Петербурзі, у нижньому парку Петродворця до цього часу зберігається декоративний плодовий сад.

Серед монокультурних садів найбільшою популярністю користуються сади з троянд. Особливо цінні розарії мають Головний Ботанічний сад АН Росії в Москві, в Києві, в Таллінні, Мінську, Никитський ботанічний сад в Криму тощо.

У ландшафтах розаріїв майже завжди застосовують архітектурні елементи: перголи, альтанки, колонади, трельяжі. Розарію зазвичай надають прості, прямокутні форми. Внутрішня частина прямокутників зайнята газоном, а по периферії розташовують троянди, водночас для кожного сорту відведено квадрат чи прямокутник, відокремлений газоном. Газон у цьому випадку є резервною територією для посадки нових троян і фоном для основного масиву. Інколи в сполученні з газоном можна використовувати і декоративні басейни.

Є декілька розповсюджених стилів оформлення садів (рис. 3.29).

Класичний сад – це геометрично рівні лінії й кути. Такі сади зручно улаштовувати на ділянках традиційно прямокутних форм. Є ще бруковані сади, у них більша частина простору декоративно викладена плиткою, каменями чи цегли, а рослини висаджуються на високі клумби чи в контейнери. Традиційний дизайн класичного саду передбачає прямокутні газони, рівні прямокутні чи круглі клумби посередині, яскраві однолітні рослини. За такого оформленя основна увага приділяється рослинності, а не конструктивним елементам. *Партерні сади й сади-лабіринти* нагадують відомі французькі й італійські сади XVI ст. *Партерний сад чи сад квітників* складається з великої кількості клумб вигадливої форми та декоративних елементів, які створюють витончений орнамент, який піднімається над рівнем землі. Таким його створювали для того, щоб насолоджуватися краєвидом з вікон верхніх поверхів будинку. *Сад-лабіринт* також був створений для розглядування зверху, у ньому низько стрижені живо-

плоти утворюють геометричні чи звивисті візерунки. Вільний простір між вічнозеленими чагарниками заповнюють красиво квітучими рослинами або кольоровим піском чи гравієм, що з історичного погляду більш правильно [15].

Сільський сад називають також дачним, оформлюють, використовуючи натуральні, природні матеріали для брукування та підбираючи особливим чином рослини. У ландшафт зазвичай не вносять змін чи роблять їх мінімальними. Усе обмежується будівництвом садової доріжки, сходів із звичайних каменів. У композиції рослин переважають «старомодні рослини» і навіть овочі, які створюють трохи недбалий, але дуже яскравий ефект. Тут можна побачити упереміж однолітки та багатолітники, особливо такі, які розмножуються самосівом і ростуть у строкатому безладі.

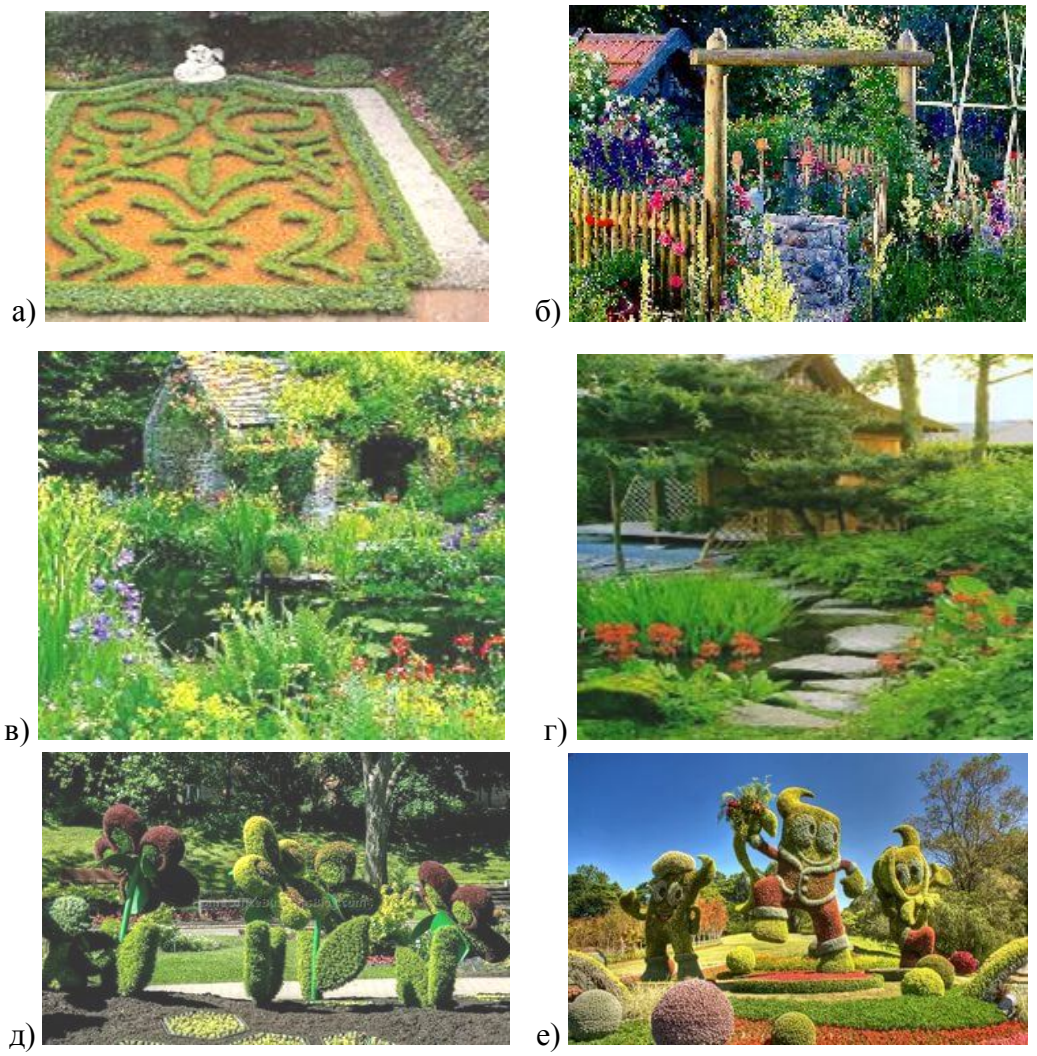


Рисунок 3.29 – Садові ландшафти:
а) партерний; б) сільський; в-г)куточок живої природи; д-е) тематичний)

Сад-куточок живої природи – рослини буйно розростаються, у них поселяються різні живі істоти, наприклад, птахи, бджоли, метелики, ящірки. У залу-

чанні птахів, ссавців та комах важливу роль відіграє вода, а також квітучі однолітні та багатолітні рослини.

Тематичні сади розповсюджуються тим скоріше, чим більше людей мандрують по світу. Безумовні лідери серед тематичних садів – японські, з їхньою гармонією та відчуттям спокою. Їх, як і китайські, відносять за тематикою до Східної Азії. Друга популярна тематика – Ближній Схід. Благородна витонченість, приправлена пряною сумішшю важких, солодких ароматів жасмину та троянд, у сполученні з легким оздобленням. Середземномор'я ми впізнаємо за стінками, складеними з плоского натурального каменю, напівкруглими лавами, глиняними пічками. Південна Америка – це сієста, спокій та незворушність, з одного боку, та темперамент, який хлюпає через край, з іншого. Характер латиноамериканців знаходить своє відображення в оформленні саду: спокійна зелень декоративних листів юки, функції, пеларгонії і лілейника в сполученні з несподіваними ефектами від ярких плям квітів. Мавританія – тут змішується таємна екзотика Сходу з рисами європейсько-андалузького садового мистецтва. Скандинавія – для тих, хто любить природу і віддає перевагу простому, але разом із тим життєрадісному оформленню. Зелені галявини та безкраї далі – характерні особливості скандинавського ландшафту.

3.2.5 Визначення ландшафтної архітектури

Ландшафтна архітектура *– це галузь архітектури, складний вид мистецтва, що займається організацією навколишнього середовища; обов'язковий елемент містобудування, що містить вирішення завдань формування ландшафту, території міста і приміської зони з метою створення функціональних, естетичних та економічних вимог* [64].

Одним з головних завдань ландшафтної архітектури є надання художнього вигляду території за допомогою ландшафтних компонентів, а особливо рослин, природних матеріалів, рельєфу й клімату.

Проектування та влаштування садів і парків є важливим розділом ландшафтної архітектури.

Закони ландшафтної архітектури значно впливають на формування прийомів композиції.

Композиція *(від лат. compositio – зв'язок, сполучання, зіставлення) – це визначене розташування у просторі різних форм, що дозволяє за оптимального сполучення досягати гармонійної єдності*.

Ландшафтна композиція *– основний прийом проектування об'єктів озеленення, який полягає в мальовничому розміщенні елементів (рослинності, ка-*

менів, водних поверхонь тощо) у сполучанні зі спорудами, малими архітектурними формами, максимально ураховуючи місцеві потреби [64].

Специфічна галузь ландшафтної композиції – ***містобудівна композиція***, яка, зокрема, є художнім вираженням просторових взаємозв'язків природних і антропогенних форм на значних територіях.

Містобудівна композиція відображує тісний взаємозв'язок трьох складових – простору, плоскості, об'єму і базується на принципах побудови ландшафту, виділяючи головне і другорядне, масштабність і співмірність, пропорційність, ритм і подібність, орієнтацію, світло і колір, фактуру матеріалу тощо.

3.2.6 Принципи ландшафтної архітектури

Під час влаштування парків чи озеленення великих територій населених міст необхідно знати основні принципи ландшафтної архітектури. У перекладі з латинської *принцип* (principium) означає початок, основа. *У ландшафтній архітектурі під* ***принципами*** *розуміють основні положення, згідно з якими здійснюється організація навколишнього простору за законами природи* [15, 16, 22, 56, 97].

Принцип логічності й простоти рішень

Планувальне рішення територій, що озеленюються, має бути логічним і простим, добре пов'язаним з рельєфом місцевості, розташовуваною на ній рослинністю, відповідати цільовому призначенню території. Уся дорожньо-стежинна мережа повинна зручно і логічно бути пов'язана з рельєфом, окремими об'єктами і пейзажами. Доріжок не має бути надто багато, але вони обов'язково повинні вести до якоїсь цілі – ріка, альтанка, майданчик, квітник, фонтан, лава, їх має бути логічно достатньо для пересування по території. Усі вони повинні мати плавні звороти, обумовлені стилем рельєфу, кущем, деревом, каменем. При роздвоєнні доріжки повинні круто розходитися в різні боки, для того щоб не було сумніву в необхідності такого роздвоєння. Потрібно уникати їхніх перетинань під прямим кутом.

Принцип композиційних осей і перспектив

Планувальна організація будь-якої міської ділянки повинна чітко визначати композиційні осі й центри, серед яких передбачається виділення головних і другорядних елементів. Якщо всі елементи візуально рівнозначні, композиція виглядає монотонною і невиразною.

Головний, найбільш значущий елемент композиції прийнято називати ***композиційним центром***. Наприклад, у парках композиційним центром може бути архітектурна споруда, декоративна водойма, площа з пишним квітником

тощо. Проектування великих територій передбачає також розміщення ландшафтних акцентів, якими можуть бути малі архітектурні форми, клумби тощо. Ландшафтні акценти повинні бути підпорядковані композиційному центру. Для виділення композиційного центру й акцентів можуть бути використані такі засоби:

– домінування значущого об'єкта композиції за розміром. Прикладом такої організації композиційного центру може бути палац у великому парковому ансамблі, що домінує своїми розмірами над оточенням. Варто, однак, зауважити, що нерідко акцент у ландшафтній композиції може бути меншим за розмірами порівняно з елементами оточення, але для його виділення використовуються інші засоби – цікава форма, колірні контрасти тощо;

– виділення кольором. Будь-який елемент, що відрізняється за кольором від оточення, виділяється із загального фону. Разом із тим головний в композиції об'єкт вирішується, зазвичай, найбільш контрастно відносно оточення та активно за кольором. Наприклад, клумба або партер у центральній частині парку оформляються найбільш багато і барвисто порівняно з іншими елементами паркової композиції;

– відмінність за характером форми від оточення. Головний елемент композиції і, зокрема, ландшафтної композиції, зазвичай, має більш складну і багато прикрашену форму порівняно з оточенням;

– виділення завдяки домінуючому положенню. У ландшафтній композиції найбільш значущі споруди нерідко розміщуються на підвищеннях, домінуючи у такий спосіб над навколишнім пейзажем;

– виділення об'єкта завдяки порожньому простору навколо нього. Наприклад, напроти фасадів палаців у великих парках, зазвичай, розташовується відкритий простір площ, квіткових партерів тощо.

З поняттям композиційного центру тісно пов'язане поняття композиційної осі. ***Композиційною віссю*** *прийнято називати основний напрямок, у якому для відвідувачів цієї території (наприклад, парку) розгортається ландшафтний простір*. Композиційна вісь може проходити через алею або, наприклад, через вісь симетрії квіткового партеру. Організація ландшафтної композиції передбачає, зазвичай, виділення декількох композиційних осей, одна з яких є головною, а інші – другорядними.

Головна алея, яка, зазвичай, є основною композиційною віссю, характеризується порівняно з іншими алеями більшою шириною, більш різноманітним складом деревних, чагарникових і квіткових рослин, більш складним декоративним оформленням елементів паркового обладнання.

Композиційні осі потрібно розташовувати так, щоб вони вели до якого-небудь об'єкту, водночас головна вісь має прямувати до композиційного центру, що особливо виділяється за своїм значенням. Не рекомендується також розміщувати композиційні осі під прямим кутом.

При композиції в багатьох регулярних парках особливо широко використовують закони перспективи.

Перспективою *називається зорова зміна предметів у міру їхнього віддалення від спостерігача*.

У ландшафтній композиції розрізняють широку перспективу – панораму, тобто вільний огляд великого простору, і вигляд – візуально обмежений простір зазвичай виділений на всі боки рамкою з зелених насаджень або архітектурної рамкою.

Перспектива, пейзаж, вигляд, обмежені зеленими насадженнями, дозволяють зосередити увагу глядача, направити його погляд на найбільш цікавий елемент ландшафту або паркового пейзажу – групу дерев, водойму, скульптуру, альтанку тощо.

На прикладі російських парків і садів видно, що композиції і перспективи найбільш ефективні й декоративні, якщо вони створюються з використанням галявин, берегів водойм, звивів доріг, вільно розташованих серед мальовничих груп насаджень.

Закони перспективи установлюють співвідношення між фактичними розмірами, формою і станом предметів у навколишній дійсності.

У міському, садово-парковому будівництві широко використовують два види перспектив – лінійна і повітряна. Повітряна і лінійна перспективи – найбільш сильні композиційні засоби вираження глибини простору. Об'єми, розташовані ближче до глядача, представляються детальніше, рельєфно, сприймаються як більші, і інтервали між ними поступово зорово зменшуються (повітряна ознака перспективи).

Ще Леонардо да Вінчі, вивчаючи явище «колірної перспективи», прийшов до висновку, що в міру віддалення від глядача змінюються величини однакових фігур, міра виразності меж фігур або інших елементів і колір. Сьогодні це називається повітряною перспективою.

Повітряна перспектива пов'язана із зміною фарбування і сили тону, залежить від щільності і прозорості повітря. Чим менше густина повітря, тим воно більш прозоре, за більшої густоти повітря набуває синюватого забарвлення. Стушовування фарб або контурів віддаленого предмета залежить також від погоди (ясності або хмарності неба, сухості або вологості повітря). Особливо чіт-

ко сприймається далека перспектива за безхмарної погоди і чистому повітрі. Законами повітряної перспективи обумовлені зміни яскравості освітлення і кольори залежно від відстані між спостерігачем і різними планами паркового пейзажу. М'які, плавні, з синюватим відтінком елементи пейзажу оптично віддаляються, а чіткі, контрастні, теплих тонів, особливо жовто-червоних, навпаки, здаються ближче. Багатство колористичних сполучань проявляється в парковому пейзажі за умови хорошої освітленості.

Лінійна перспектива пов'язана із зоровим зменшенням величини і зміною форми предметів залежно від їхнього положення в просторі.

Основні закони лінійної перспективи:

1) чим далі предмет, тим він здається менше;

2) усі вертикальні лінії в перспективі залишаються вертикальними; паралельні лінії, що йдуть від спостерігача на місцевості, що знижується, сходяться нижче горизонту, а на місцевості, що підвищується, – вище за горизонт.

У садово-парковому будівництві та при благоустрої міських територій розглядаються перспективи різної далекості: ближні – до 50–100 м, середні – 100–200 м, далекі – більше 200 м.

Враховуючи відстань між глядачем та об'єктом і застосовуючи закони лінійної перспективи, можна оптично зменшити або збільшити глибину міського пейзажу, паркової перспективи, зорово змінити величину і форму архітектурних і паркових елементів.

Глибина паркової перспективи, просторова виразність композиції, співвідношення природних і архітектурних форм виявляються також грою світла і тіні. Істотним засобом у побудові паркової перспективи є рельєф, вода, фактура рослинності, матеріалів покриття, що може бути гладким або шорстким, дзеркальним або матовим. Зазвичай один із ландшафтних компонентів приймається як головний.

Засобами лінійної і повітряної перспективи створюється ілюзія збільшення або зменшення простору. Цей принцип широко використовували фахівці Китаю і Японії на невеликих територіях для зорового збільшення перспективи та зменшення враження обмеженого простору.

Для концентрації уваги на парковій перспективі в основній зоні сприйняття із зелених насаджень або архітектурних елементів створюються рамки, куліси.

Куліси – групи дерев або чагарників, іноді невеликий масив, які розташовують у просторі паралельно та послідовно один за одним з метою створення багатопланової перспективи вздовж центральної осі, вони обмежують вигляд на

відкритий простір, можуть бути глухі й ажурні (залежно від структури крони дерев і чагарників).

Принцип чергування відкритих і закритих просторів

Закриті простори – деревні масиви з високою зімкнутістю полога, які відіграють ізолювальну роль. Наприклад, ділянки з горизонтальною зімкнутістю (1,0–0,6) проглядаються доволі глибоко. Ділянки з вертикальною зімкнутістю у разі правильного підбору деревних видів і їхнього розміщення можуть забезпечити повну ізоляцію. Найбільший інтерес у закритих просторах становлять природні масиви, різноманітні за характером і достатньо естетичні. Виразність їхнього вигляду визначається породним складом насаджень, віком, просторовою структурою, багатством ґрунтового покриву. Естетичні переваги зеленого масиву розкриваються не з видових точок, а в процесі руху у разі виявлення окремих екземплярів і відчуття ізольованості в природному середовищі. У закритому пейзажі превалюють об'ємні елементи (у регулярних парках це боскети і кенконси, а в пейзажних – масиви і гаї, а на невеликих ділянках – садово-паркові споруди – криті алеї (берсо), перголи, намети, галереї) за незначних площинних, горизонтальних, чим обумовлена обмеженість огляду простору.

Напіввідкриті простори – це нещільні насадження із зімкнутістю пологів 0,2–0,5 (20–50 %) з груповим чи рівномірним розміщенням дерев. Ці простори краще пронизані сонячними променями, зігріваються ними. Вони частіше створюються в північних районах, де мінімальна кількість теплих сонячних днів.

Відкриті простори – це всі види площ у парку, не зайняті щільними, суцільними насадженнями та спорудами. Представлені вони полянами, галявинами, партерами, квітниками, майданчиками різного призначення, водоймами. На полянах і галявинах висаджують іноді в окремих місцях поодинокі дерева або невеликі їх групи і куртини чагарнику. Поляни обрамляються масивами, куртинами або групами дерев і чагарників.

Під час формування насаджень, створення різних видів важливо прагнути до раціонального чергування відкритих, напіввідкритих і закритих просторів, із тим, щоб забезпечити освітленість території, її провітрюваність, естетичну привабливість визначеної території. Затінені ділянки паркових доріжок по довжині мають бути рівними а величиною або перевищувати відкриті, освітлені сонцем ділянки. До відкритих просторів належать поляни, газони, партери, квітники, водойми, майданчики різного призначення. Чергування різних за площею і конфігурацією галявин вносить велику розмаїтість у сприйняття всієї композиції. Навіть невелика галявина сприймається дуже яскраво після довгого шляху по темному коридору алеї.

Об’ємно-просторова структура території передбачає певне співвідношення відкритих, закритих просторів, а також розташування основних споруд на території об’єкта.

У загальній композиції парку замкнуті та затінені пейзажі утворюють ареали тіні. Співвідношення висоти простору до його ширини приблизно 1:2. З зовнішнього боку об’єкта, на межі з магістраллю зазвичай передбачаються тверді рослинні групи, які відіграють захисну роль.

Масиви, куртини і гаї є своєрідним зеленим каркасом лісопарку, парку, його «екологічним ядром», членують територію на окремі зони і ділянки, визначають межі відкритих і напіввідкритих просторів. У відкритому краєвиді домінуючу роль відіграють горизонтальні поверхні (не зайняті деревинно-чагарниковими насадженнями), межа яких знаходиться далі 200 м, що обумовлює значну видимість вдалину і вшир. Під час реконструкції насаджень ці елементи повинні пов’язуватися і взаємодіяти з основними маршрутами руху відвідувачів території по алеях і дорогах. У великих за площею садах і парках велику роль відіграють поляни, що є своєрідними домінантами просторового середовища об’єкта. Відкриті пейзажі утворюють у загальній композиції території найяскравіші частини – ареали світла.

У разі створення певної ізоляції і затінення території ділянка краще проглядається, пейзаж сприймається багатопланово у разі створення напіввідкритого пейзажу. Замкнутість зникає при співвідношенні висоти до ширини 1:6. З урахуванням основних принципів формування озеленених просторів і кліматичних особливостей району, де розташований об’єкт озеленення, встановлено оптимальне співвідношення відкритих, напіввідкритих і закритих просторів (відсоток до загального озелененого простору).

Затінені ділянки паркових доріжок за довжиною мають дорівнювати за величиною або перевищувати відкриті, освітлені сонцем ділянки.

Принцип контрасту й раптовості

В об’єктах ландшафтного дизайну на підставі гармонійного зв’язку природних і штучних (антропогенних) елементів використовуються такі закономірності побудови просторових форм, як нюанс, контраст і тотожність. У ландшафтних об’єктах вони сприймаються як ступінь подібності та відмінності співвідношення між однорідними якостями і властивостями складових елементів і просторів. Для усунення монотонності й посилення розмаїтості найбільш широко в побудові ландшафтних композицій застосовують принцип контрасту і раптовості.

Контраст *– зіставлення предметів чи явищ, протилежних за своїми властивостями.* Між об'єктами, що контрастують, мають бути забезпечені плавні переходи, щоб лінії тону змінювались поступово, але сам контраст повинен виявлятися різко й яскраво.

Контраст є одним з головних правил ландшафтної архітектури. Його сутність полягає у виділенні того або іншого об'єкта на загальному тлі. Для цього використовують елементи, що сильно відрізняються від основної маси за кольором, формою або фактурою. Наприклад, мале протиставляється великому, низьке – високому, гладке – шорсткуватому, темне – світлому. Вони відіграють головну роль у композиції, роблячи її таким чином цікавою і привертають увагу. Але ці елементи ні в якому разі не повинні руйнувати цілісність сприйняття. Тому, додаючи їх до композиції, варто звертати особливу увагу на відповідність напряму загальній тематиці.

Особливо ефектні контрасти, що виникають від зіставлення дерев із протилежними властивостями крон. Наприклад, плакуча форма крони берези вигідно відтіняє пірамідальну форму крони ялиці чи смереки. Найбільш часто використовуваним видом контрасту є раптова зміна характеру планування. Наприклад, темні коридори алей і сонячні галявини, світле забарвлення листя з темним листям тощо, а також раптове сприйняття предметів.

Ефект несподіванки зазвичай притаманний окремим функціональним вузлам різних територій, зокрема територіям відпочинку. Тут найбільш виграшними моментами є панорами, що несподівано відкриваються, вдало вписані на вигині доріг малі архітектурні форми, красиво квітучі чагарники тощо.

Раптовість, *тобто несподіване розкриття предмета*, *простору змушує звернути увагу в певному напрямку*. Цей предмет обов'язково має бути цікавим в естетичному відношенні, інакше надалі він може викликати розчарування.

Принцип пропорційності та єдності частин

Усі предмети та їхні форми повинні бути взаємозв'язані між собою, підкорені єдиній ідеї і знаходитися у пропорційних співвідносинах.

Пропорція *– розмір об'єкта щодо інших об'єктів*. У ландшафтній архітектурі розглядається розмір інших об'єктів щодо росту людини. Посадковий матеріал, садові будівлі та елементи декору території має бути підібрані відповідно до росту людини. Інші важливі відносні пропорції включають розмір будинку, двору і площі для посадки рослин. У процесі проектування та організації ландшафтного простору необхідно враховувати, що для людини комфорт полягає в тому, щоб оточуючі його об'єкти були тих саме розмірів, що і в звичайному житті. Відвідувач відчуватиме дискомфорт, якщо по периметру ділянки

площею 100 м^2 висадити пірамідальні або колоноподібні дерева висотою 20 м. Або навпаки, на ділянці площею декілька сотень квадратних метрів посадку оформити почвопокривними рослинами.

Пропорції в рослинах можна розділити на три види: пропорція відносно до розмірів людини, до інших рослин і до будівлі. Коли всі пропорції дотримані, така композиція є гармонійною. Почуття рівноваги також може бути досягнуто завдяки рівної пропорції між відкритим простором і простором, зайнятим під посадки.

Пропорції в малих архітектурних формах не менш важливі. Лавки, столики, доріжки, альтанки працюють краще, коли люди можуть вільно використовувати їх, але малі архітектурні форми мають бути пропорційні будинку. Тераса або майданчики повинні бути достатньо великими для розваг, але не настільки великими, щоб не вміститися в масштаби будинку.

Ще одним важливим елементом в ландшафтному проектуванні є ***порядок***, який досягається за допомогою балансу, тобто рівної візуальної ваги щодо реальної або уявної осі. Форма, розмір, текстура і колір – усе це так чи інакше впливає на баланс. ***Баланс*** може бути *симетричним, асиметричним і перспективним*.

Симетрична рівновага досягається тоді, коли елементи розташовуються по обидва боки осі в дзеркальному відображенні. Цей тип балансу використовується в регулярному ландшафтному стилі території і є одним із найдавніших принципів організації простору.

Асиметричний баланс досягається шляхом розташування нееквівалентних за формою, кольором і текстурою елементів, які мають однакову загальну візуальну вагу по обом бокам осі. Цей тип балансу є неформальним і зазвичай досягається шляхом групування елементів (зокрема, рослин). Щоб створити баланс, потрібно розуміти, що великі розміри, щільні форми, яскраві кольори і грубі текстури сприймаються візуально важче і повинні використовуватися економно, у той час як невеликі розміри, зріджені форми, приглушені кольори, тонкі текстури сприймаються візуально легше і повинні використовуватися у великих кількостях.

Перспективний баланс – це баланс між елементами переднього плану, середини і фону. Якщо ми дивимося прямо на ландшафтну композицію, то об’єкти, розташовані ближче до нас, мають більшу візуальну вагу. Це може бути збалансовано за допомогою більш великих об’єктів, яскравих кольорів або грубої текстури на фоновому плані.

Єдність композиції в ландшафтному проектуванні досягається шляхом зв'язування елементів і функцій у загальне ціле. Цей принцип ще називають гармонією. Найпростіший спосіб створення загального задуму – це вибір теми або стилю оформлення території. Єдність композиції досягається за допомогою поєднання домінуючих і підпорядкованих рослин або малих архітектурних форм. У цьому випадку домінуючий елемент не повинен здаватися чужорідним. Він має бути виділений завдяки оточуючим його елементам. Рослини, які різко відрізняються від інших, краще розміщувати окремо як солітер. Не повинно бути переривчастих ліній, один елемент повинен змінювати інший, продовжуючи цю лінію.

В основі ландшафтного принципу єдності полягає так зване правило трьох. Об'єкти, які об'єднуються в трійки або інші групи непарних чисел (п'ять чи сім), приємні оку і дають сильне почуття єдності. Непарні числа також дозволяють влаштовувати ступінчасті перепади по висоті (малі, середні та великі), які привертають увагу. Непарні числа сприймаються як група, яку не так легко розбити або візуально розділити, як парні.

Запитання для самоконтролю

1. *Надати визначення ландшафту, його видам.*
2. *Що Ви знаєте про природні й антропогенні ландшафти?*
3. *У чому різниця між поняттями ландшафту і пейзажу?*
4. *Які основні компоненти й елементи ландшафту?*
5. *Як класифікують садово-паркові ландшафти?*
6. *Надайте характеристику садово-парковим стилям?*
7. *Надати визначення ландшафтній архітектурі.*
8. *Проаналізувати принципи ландшафтної архітектури, які застосовуються в садово-парковому будівництві.*

3.3 Система міських зелених насаджень

3.3.1 Принципи формування системи озеленених територій міста

Протягом всієї історії розвитку містобудування висувалися найрізноманітніші ідеї щодо включення ділянок натуральної природи в планувальну структуру міста.

Фахівці виділяють три основних періоди, що принципово розділяються підходом до вирішення цього завдання [16, 86].

Перший з них почався з появою міст, а закінчився в XIX ст. (рис. 3.30). В одній із давніх пам'яток писемності, що дійшли до нас – «Епосі про міфологічного героя Гільгамеша», наводиться своєрідний план території

міста Урука в Месопотамії, з якого видно, що вже тоді зеленим насадженням приділялася третя частина міської землі. Аналогічні свідчення мають плани і описи міст Древньої Індії, Древнього Китаю.

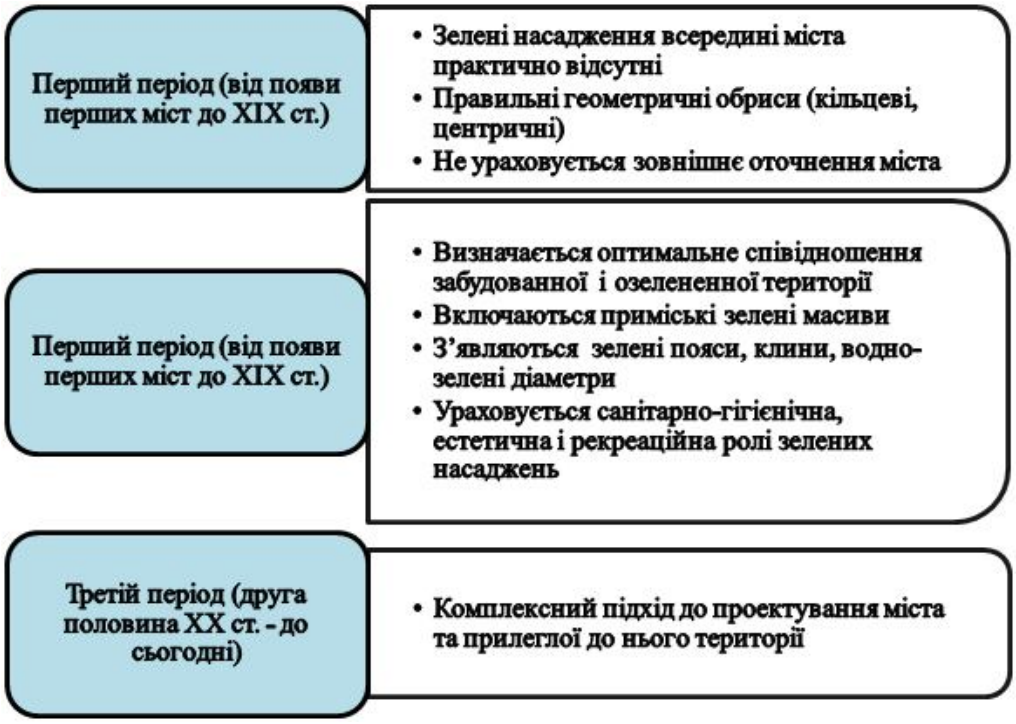


Рисунок 3.30 – Характерні особливості систем зелених насаджень різних періодів

Системи зелених насаджень цього періоду мали правильні геометричні форми (кільцеві, концентричні тощо). Прикладами таких систем є схеми Ж. Перре, Г. Шарпа, Ш. Фур'є (рис. 3.31).

У цих системах місто розглядалося без урахування зовнішнього оточення. Ш. Фур'є заперечував будь-які більші міста й ідеалізував невеликі селища. Він представляв міста у вигляді системи трьох концентричних поясів, з яких перший охоплює центр, другий – окраїнні квартали, третій – передмістя. Велике значення Ш. Фур'є приділяв зеленим насадженням. Усе поселення він розділив зеленими зонами, обчислив співвідношення забудованих і вільних територій, мінімальні відстані між будинками, ширину обсаджених деревами вулиць.

Другий період формування системи зелених насаджень пов'язаний з виникненням великих промислових центрів і народженням агломерацій (кінець XIX – перша половина XX ст.). Нові планувальні рішення міст вимагали розробки систем озеленених насаджень у вигляді зелених поясів, зелених клинів, діаметрів тощо (схеми Т. Фритша, Е. Говарда, Р. Енвіна, С. Шестакова, І. Леонідова, Ле Корбюзьє, П. Аберкробі тощо) (рис. 3.32). У цей період Е. Говард висуває ідею створення міста-саду, який він уявляв собі у вигляді концентричних кіл. У центрі міста – сад, навколо якого – громадські спору-

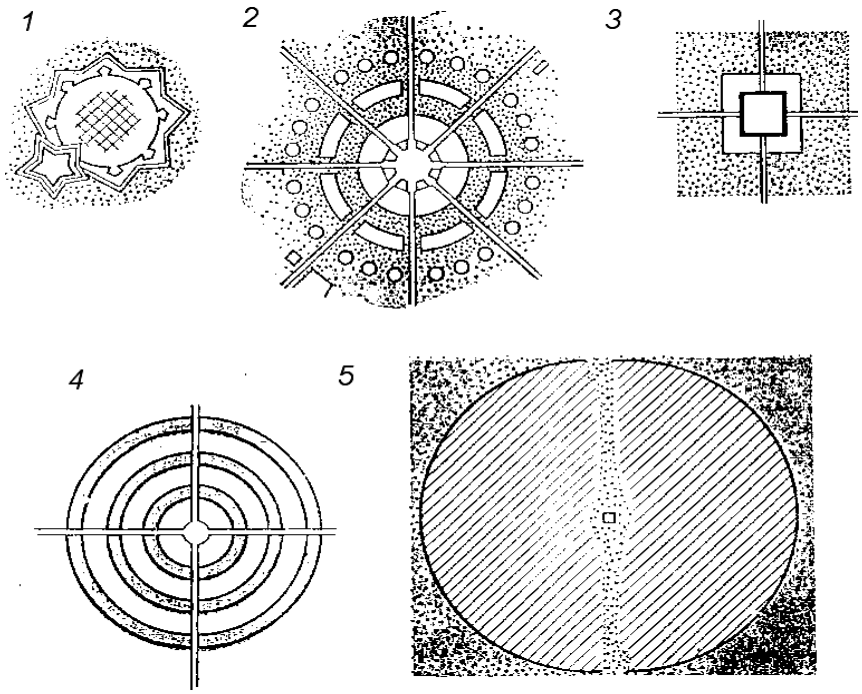


Рисунок 3.31 – Теоретичні схеми систем зелених насаджень міст:
1 – ідеальне місто Ж. Перре. Зелені насадження оточують стіни фортеці, усередині міста вони практично відсутні (1601); 2 – місто з «Кодексу природи» Морелі; 3 – «Зразкова» схема колоніального міста Г. Шарпа. Навколо компактного міста створюються пояси громадських парків і пояси садів і ферм (1794); 4 – кільцева схема розташування зелених насаджень Ш. Фур'є (1820); 5 – перший водяно-зелений діаметр в утопічній схемі Е. Кабе (1840)

дження, оточені центральним парком, по периметру широка скляна аркада – Кришталевий палац, у якому розміщені магазини, зимові сади.

Усі будинки міста оточені зеленими масивами й садами. На шляху між центром і зовнішнім кільцем була задумана велика алея, що утворить зелений пояс і поділить місто на внутрішню й зовнішню частини. Уздовж цієї алеї розташовані школи. Саме крайнє коло становило сільськогосподарські поля й розташовані осторонь зони для нешкідливих промислових підприємств.

Ле Корбюзьє в 20-х роках XX ст. висуває проект сучасного міста на один мільйон чоловік. У центральній частині розміщуються 60-поверхові хрестоподібні будинки громадського призначення. Навколо центра розташовуються житлові райони із шестиповерхових будинків. Уся інша територія міста – парки й зони відпочинку.

Для цього періоду характерним є пошук оптимального співвідношення забудованої й озелененої території. Звертається увага на санітарно-гігієнічну, естетичну, рекреаційну роль зелених насаджень. У схеми генеральних планів міст починають включатися приміські зелені масиви.

Третій період (друга половина XX ст.) відрізняється від попередніх комплексним підходом до проектування міста й прилеглої до нього території. Проф. Кюн (ФРН) в 1959 р. пропонує схему зелених насаджень, що передбачає: центральне паркове ядро міста; зелені смуги, що з'єднують між собою житлові

райони; зелені центри житлових районів; зелені смуги, що розділяють район на мікрорайони; приміські зелені масиви.

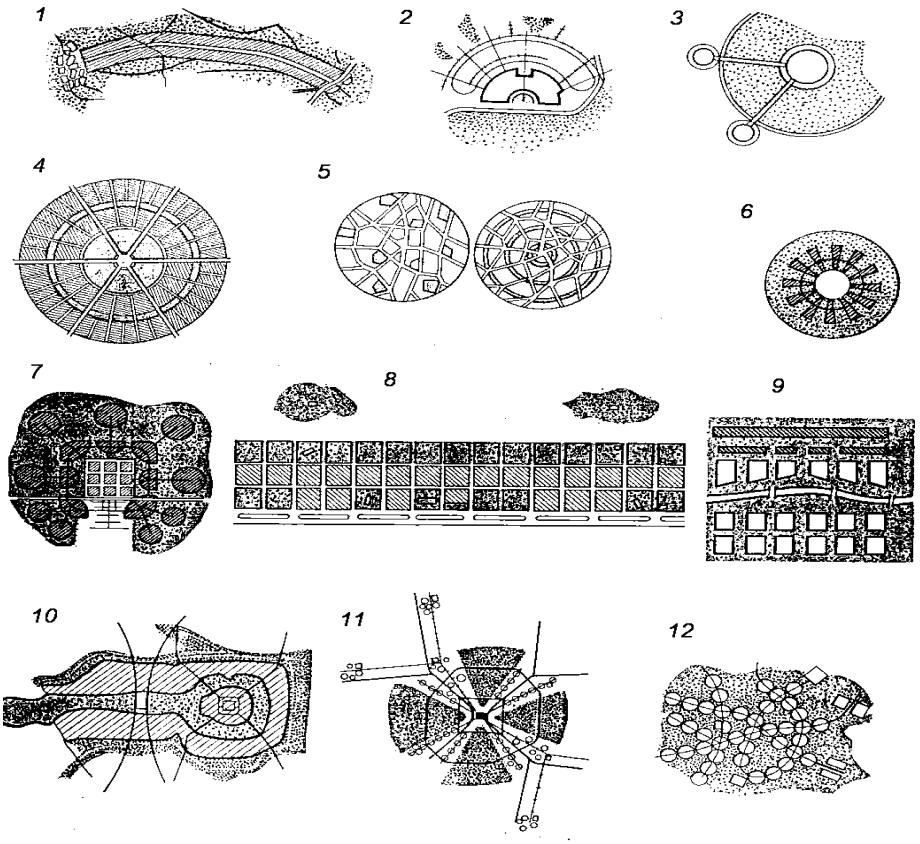


Рисунок 3.32 – Схема систем зелених насаджень міст кінця XIX ст. – дотепер: 1 – лінійне місто Соріа-і-Мата. Зелені насадження (сільське господарство, відпочинок) супроводжують вузьку стрічку суцільної забудови уздовж магістралі (1884); 2 – диференціація приміських територій на паркові (поблизу міського центра) і господарські (поблизу промислових підприємств) сектори (Т. Фритш, 1895); 3, 4 – ідея зеленого поясу між великим містом і його супутниками. Місто-сад (Е. Говард, 1898–1902); 5 – рівномірно розташовані в плані міста плями й кільця (Е. Енар, 1904); 6 – зелені клини в сполученні із зовнішнім зеленим поясом (Р. Ебейрштадт, 1910); 7 – безперервна система зелених насаджень (Р. Енвін, 1922); 8 – лінійне місто І. Леонідова – стрічка насаджень відокремлює житло від промислових і господарських територій (1930); 9 – смугова схема зелених насаджень, пов'язаних з багатоступінчастою системою обслуговування (Н. Баранов, 1950); 10 – біотехнічне місто (П. Солері, 1960); 11 – місто із променевим розвитком (Р. Хіллебрехт, 1961); 12 – місто швидкісної дороги (І. Вантажу, 1972)

Проф. Н. Баранов розташовує у схемі планувальної структури міста зелені насадження у вигляді протяжних масивів, об'єднаних у єдину систему озелененими магістралями.

Проф. Ю. Кругляков запропонував концентрувати зелені насадження переважно в районних парках, об'єднаних бульварами.

Аналізуючи досвід проектування систем зелених насаджень виявилася принципова модель насаджень великих і середніх міст. Згідно з цією моделлю місто включає кілька промислових і житлових районів. Промислові райони від-

ділені від житлових спеціальними санітарно-захисними зонами або озелененими магістралями, якщо немає необхідності в таких зонах. Житлові райони розділені магістралями, уздовж яких створюються зелені смуги й бульвари, що примикають до границь мікрорайонів. У центрах мікрорайонів розташовані мікрорайонні сади, а в житлових районах – районні й дитячі парки, розташовані в межах певного радіуса транспортної й пішохідної доступності. Центральний міський парк, центральний спортивний парк, ботанічний або зоологічний парки розміщені на березі водойми, у центрі міста (стосовно житлових районів). Внутрішньоміська система зелених насаджень доповнюється лісопарковим поясом, у якому передбачається спорудження зон масового відпочинку, санаторіїв, будинків відпочинку, дитячих таборів.

Пропонована модель забезпечує доступність всіх категорій насаджень, рівномірну (пропорційно кількості населення) насиченість районів міста насадженнями загального користування, якісну ізоляцію магістралей і житлових районів від промислових підприємств. Модель доволі гнучка, що дозволяє застосовувати її в різних планувальних ситуаціях.

На формування комплексної зеленої зони міста, її завершеність, наявність або відсутність деяких структурних елементів впливають природно-кліматичні, містобудівні та екологічні фактори, що залежить насамперед від природної першооснови, особливостей історичного розвитку й розмірів міста.

Розмаїтість застосовуваних систем озеленення міста обумовлено наявністю конкретних містобудівних умов – місцем розташування міста в системі групового розселення; господарським профілем; величиною й прийнятою схемою зонування території; розміщенням громадських центрів; житлової забудови, промисловості; архітектурно-планувальним рішенням території; схемою транспортних магістралей; можливістю організації єдиної системи озеленених просторів міста і його зеленого поясу, перспективою розвитку. Важлива роль приділяється природно-кліматичним, санітарно-гігієнічним, ландшафтно-екологічним, фізико-географічним й іншим факторам.

На формування й розвиток міських зелених насаджень впливають природні особливості певного району: клімат, рельєф, існуюча рослинність, ґрунт, наявність водойм, геологічні й гідрологічні умови. Важливе значення мають радіаційний, температурний, вітровий режими, кількість атмосферних опадів, швидкість і напрямок вітру. У кожному конкретному випадку ступінь впливу різних факторів на прийоми озеленення різна. Особливу роль відіграє комплексна оцінка існуючого стану природного середовища.

Залежно від містобудівних і природних факторів система озеленення міста може бути у вигляді: рівномірно розкиданих по території міста «зелених плям»; декількох великих зелених масивів-клинів, що проникають у центр міста; водно-зеленого діаметра (системи парків, бульварів, відкритих просторів уздовж заплави ріки, що перетинає місто); однієї або декількох смуг зелених насаджень, що простягнулися уздовж забудови, іноді смуги розташовуються поперечно, розділяючи місто на відрізки (при лінійному розвитку міста); озеленених територій, що оточують окремі міські райони (при децентралізованій схемі планування міста).

Система зелених насаджень міста повинна забезпечувати відносно рівномірне розміщення насаджень на сельбищних територіях, у житлових районах і мікрорайонах, у громадських і культурних центрах, у промислових і санітарно-захисних зонах.

На формування системи міських зелених насаджень впливають: співвідношення забудованих і відкритих міських територій; питома вага існуючих зелених насаджень, їхня якість і місце в планувальній структурі міста; величина й дрібність окремих озеленених ділянок, їхня функціональна роль; ландшафтні особливості; транспортна й пішохідна доступність (рис. 3.33, 3.34) [16, 24].

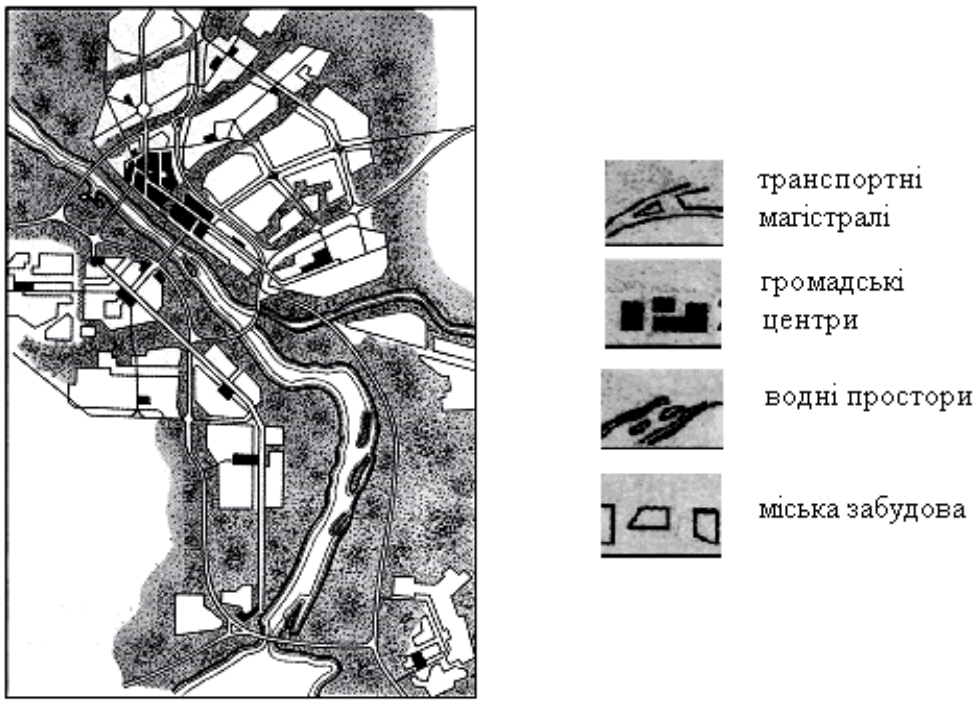


Рисунок 3.33 – Безперервна система озеленених просторів у структурі міста

Взаємозв’язок між масивами міських і заміських озеленених територій здійснюється за допомогою безперервного ланцюга бульварів, набережних, прогулянкових пішохідних алей, зелених смуг уздовж магістралей, спеціальних захисних смуг, які разом із водоймами утворюють водно-зелені діаметри, зелені

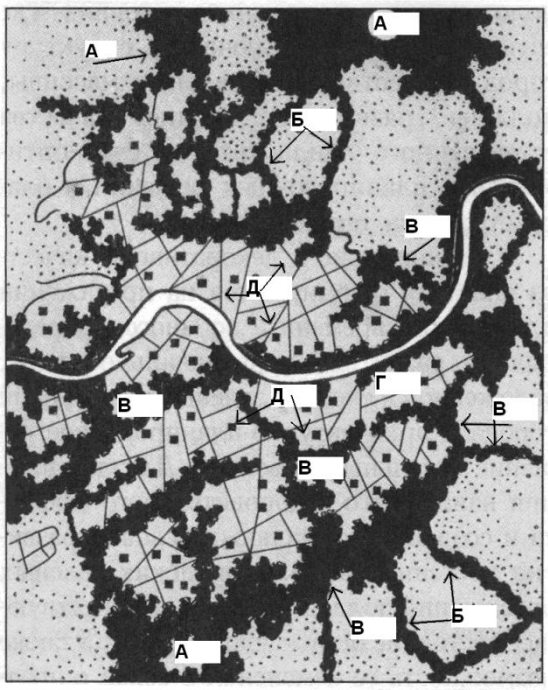


Рисунок 3.34 – Взаємне проникнення забудови й озеленених просторів: А) зовнішні лісопаркові масиви; Б) зелені «низки» (озеленення берегів річок, прогулянкових доріг тощо); В) паркові клини; Г) водно-парковий «діаметр»; Д) малі зелені елементи (бульвари, сквери тощо)

клини й смуги, рівномірно розчленовують міську забудову по напрямку сприятливих вітрів і течії рік, зв'язуючи центральні міські райони із зеленим поясом міста.

Укрупнення масивів зелених насаджень є найбільш важливою вимогою, пропонованою до формування систем міських зелених насаджень.

Масиви зелених насаджень шириною понад 0,5 км, які розчленовують міську забудову на райони площею близько 1 000 га, є найбільш доцільними у великих містах. У системі озеленення великого міста бажані зелені масиви площею не менше 50–100 га. Такі масиви забезпечать прийнятні умови росту дерев і чагарників.

Гігієнічні й декоративні якості рослин формуються протягом тривалого періоду й визначаються розвитком ідеї, закладеної в систему зелених насаджень міста й архітектурно-планувальне рішення окремих об'єктів. Для досягнення кращого результату оздоровлення території й створення нормальних умов розвитку рослин система зелених насаджень міста повинна враховувати існуючий стан навколишнього середовища, а також можливість її зміни, що пов'язано з передбачуваним розвитком міста. Результати оцінки стану навколишнього середовища наносяться у вигляді графічних схем на плани міських територій. Комплексна оцінка дається шляхом сполучення схем кожного із проведених аналізів. Цей метод успішно застосовується при складанні варіантів планувальних рішень (рис. 3.35) [24].

У містах зі значними джерелами забруднення необхідно використати обґрунтовані схеми розміщення й організації санітарно-захисних зон, проводити озеленення промислових, комунально-складських і транспортних територій.

Санітарно-захисні зони між промисловими підприємствами й житловими районами створюють у вигляді смуг, перпендикулярно розташованими напрямкам пануючих вітрів. Зелені насадження розміщають із урахуванням створення

оптимального аераційного режиму на міській території. Спеціально спрямовані широкі алеї й масиви зелених насаджень поліпшують провітрювання забудови й попереджають можливість застою забрудненого повітря в низинах.

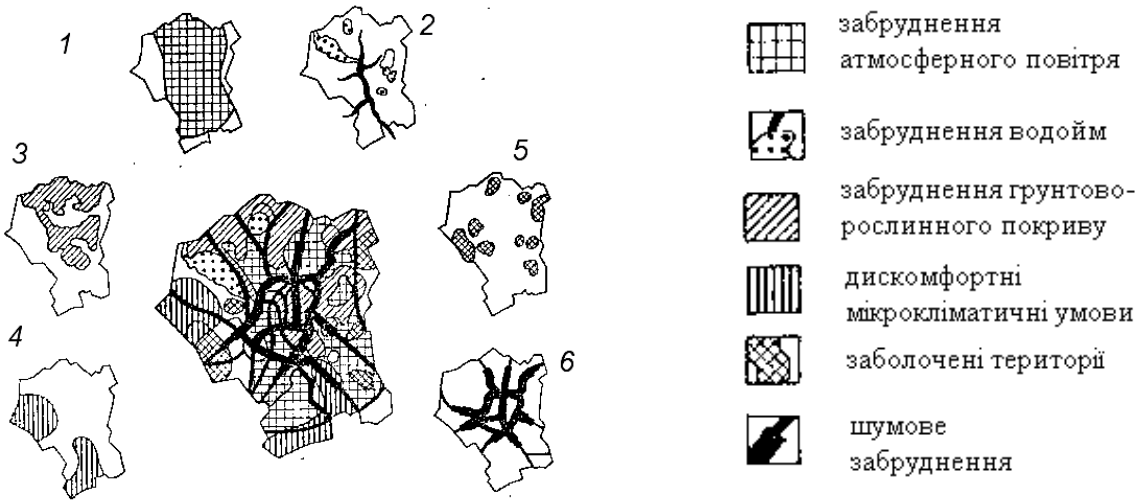


Рисунок 3.35 – Комплексна оцінка існуючого стану міського середовища: 1 – забруднення атмосферного повітря; 2 – забруднення водойм; 3 – забруднення ґрунтово-рослинного покриву; 4 – дискомфортні мікрокліматичні умови; 5 – заболочені території; 6 – шумове забруднення

Створення озеленених територій у містах із несприятливими природними умовами (пустелі, тундра) ускладнюється трудомісткістю проведення необхідних посадкових робіт і подальшого догляду за рослинами. У містах-оазісах штучно створювана система озеленення перебуває в умовах надлишкової інсоляції, тому рослини розташовуються компактно на відносно невеликих ділянках поблизу від житла, торговельних і громадських центрів, у вигляді бульварів і алей уздовж каналів, ариків, забезпечуючи затінення пішохідних зв’язків між житловими комплексами й міськими центрами тяжіння.

Міста, розташовані серед цінних сільськогосподарських угідь, розвивають систему зелених насаджень шляхом сполучення господарських і рекреаційних функцій.

У містах, розміщених у річкових долинах, на морських узбережжях і містах, що зазнають нестачу зелених насаджень, для організації зелених насаджень використовують штучно намиті території, відвойовані у води.

У компактних містах зелені масиви – парки, лісопарки – розташовуються на окраїні, а серед забудови перебувають лише зелені вкраплення у вигляді скверів, невеликих садів, бульварів. У таких містах житлова забудова значно наближена до заміських лісових масивів, завдяки чому поліпшується стан міського середовища.

У системі міських зелених насаджень виділяються території для короткочасного відпочинку. Враховується зручна транспортна доступність, гарні санітарно-гігієнічні й мікрокліматичні умови, мальовничість ландшафту. Ділянки для повсякденного відпочинку розміщаються поблизу з житлом, міським центром і місцями застосування праці.

Один з основних принципів сучасної екології говорить, що найбільш стійкий до порушень ландшафт той, у якому чергуються перетворені території й природні ділянки. Тому на озеленених територіях, особливо в масивах значних розмірів, виділяються спеціальні заповідні ділянки.

На територіях парків, лісопарків, національних і природних парків, зон охорони пам'ятників культури й природи не допускається розміщення будинків, споруд і комунікацій, не пов'язаних з обслуговуванням відвідувачів.

У найбільших, великих містах зазвичай формується система озеленення з повним складом структурних елементів; у середніх і малих містах можуть бути відсутніми деякі структурні елементи. Водночас існуючі зелені насадження виконують різноманітну функціональну роль, розширюють можливості із обслуговування населення. У малих містах, які мають розвинені планувальні зв'язки із природним оточенням, формують опорні одно– або двоступінчасті системи озеленення.

Питома вага озеленених територій різного призначення в межах міської забудови (рівень озеленення) становить 40–45 %; рівень озеленення територій, де розміщені теплоелектроцентралі, котельні, підприємства першого санітарного класу, може бути збільшений на 15 %.

На генеральному плані розвитку міста формування системи зелених насаджень передбачається на розрахунковий строк 25–30 років. Періодична стабілізація меж міста дозволяє зміцніти завдяки висадженню дерев і чагарників зелений пояс, стримує розростання забудови й злиття населених місць. Після закінчення розрахункового терміну межі міста розширюються шляхом приєднання територій, розташованих за сформованим зеленим поясом.

Насадження зеленого пояса (лісопарки, парки, насадження дворів і садиб, фруктові сади тощо) у разі розширення міста, входять у межі його сельбищної території, трансформуються в міські насадження з новими функціями, а замість них передбачається створення нового зеленого пояса в нових межах міста.

Приклад системи зелених насаджень нового міста наведено на рисунку 3.36 [86].

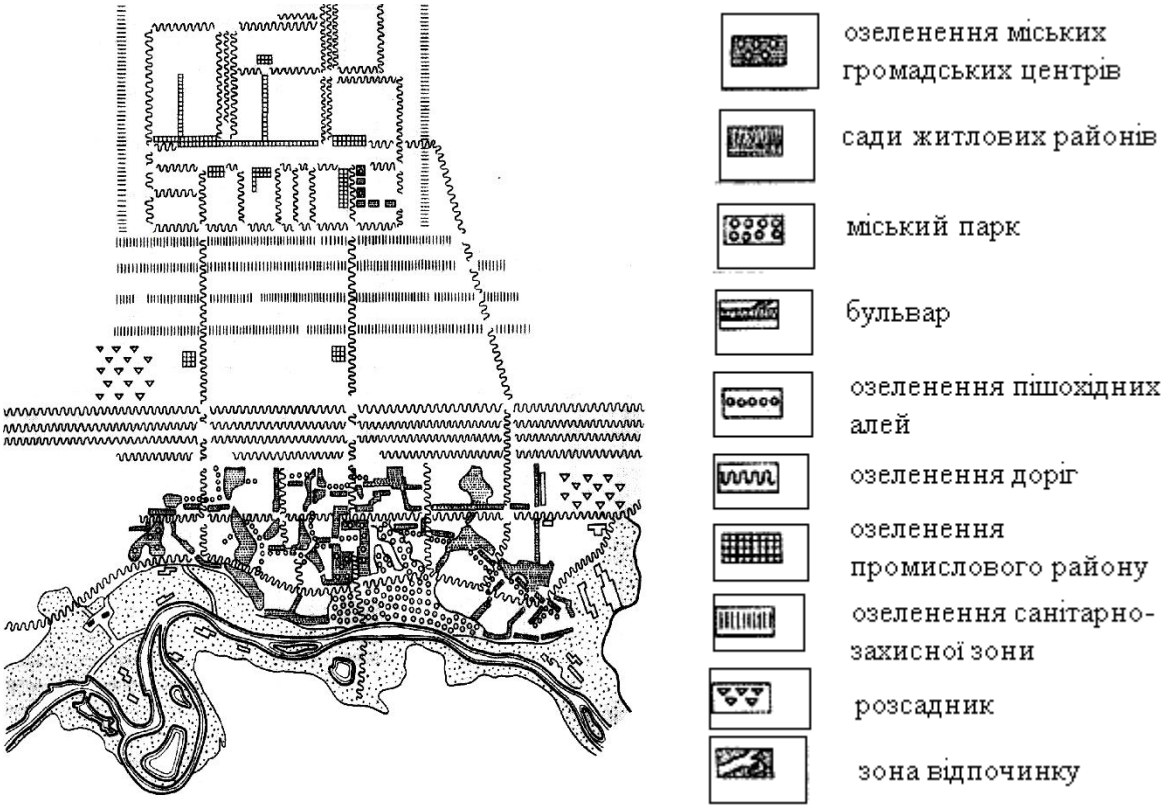


Рисунок 3.36 – Система зелених насаджень нового міста

3.3.2 Функціональна структура системи озеленення сучасного міста

Система зелених насаджень сучасного міста формується для оздоровлення навколишнього середовища, збагачення зовнішнього вигляду міста, створення умов для масового відпочинку населення у природному оточенні. Озеленення проводиться відповідно до загальноприйнятої для всіх видів обслуговування міських жителів схеми (загальноміської, житлового району, мікрорайону) з виділенням територій повсякденного і періодичного користування. Окремі об'єкти озеленення, що є складовими системи, різноманітні за своїм функціональним призначенням, за розміром і конфігурацією території, за місцем розташування у місті.

У практиці організації системи озеленення міста прийнято розподіляти території міських зелених насаджень за двома ознаками (рис. 3.37):

– територіальна;

– функціональна.

За територіальною ознакою зелені насадження залежно від розташування поділяються на міські (селищні) і заміські (позаселищні). До групи міських належать зелені насадження, що розміщуються в межах міської (селищної) забудови і повинні забезпечувати створення оптимальних умов праці, побуту і відпочинку, а також впливати на формування естетичної виразності середовища.

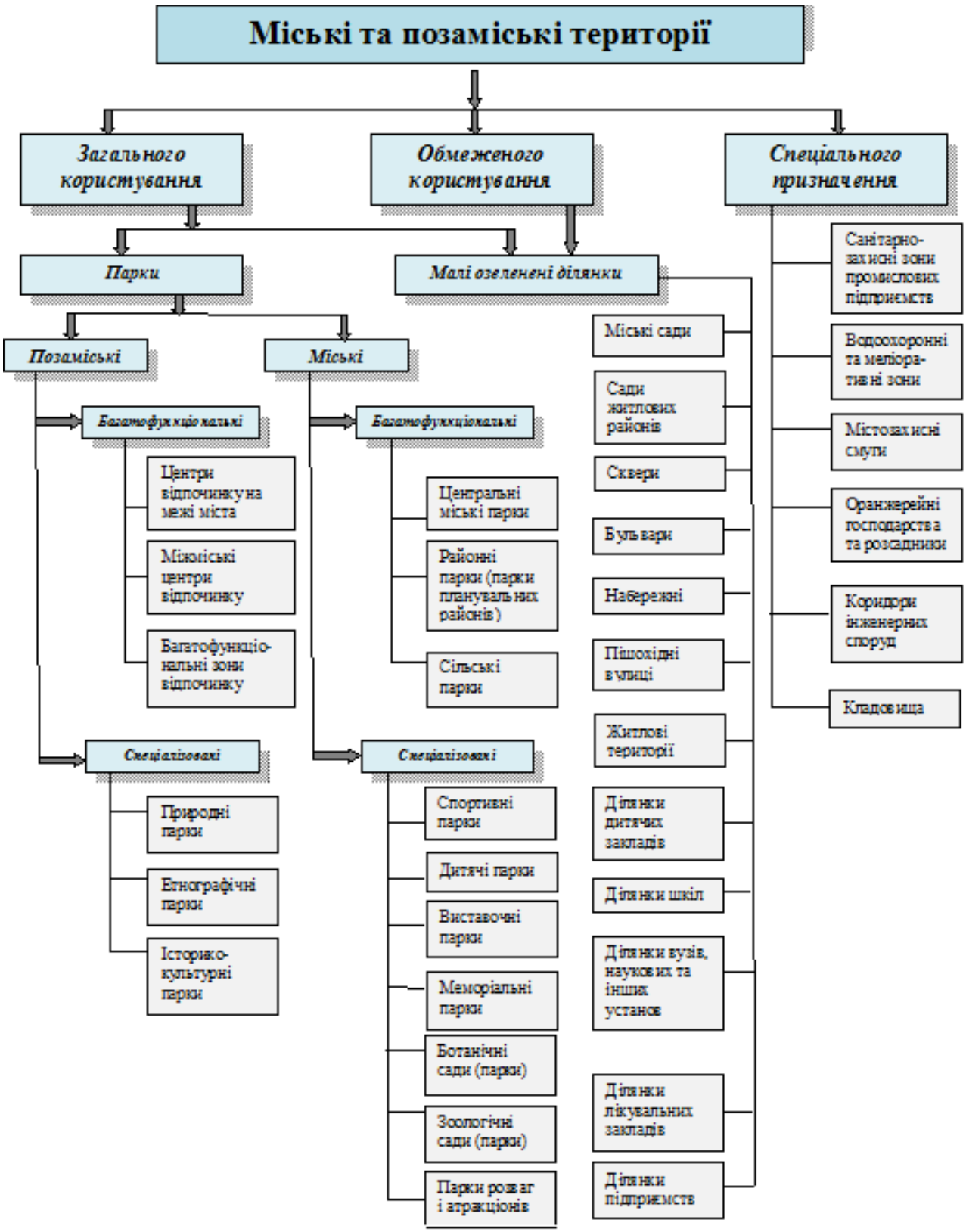


Рисунок 3.37 – Класифікація озеленених територій

На територіях, прилеглих до міст, передбачається виділення приміських зон, створюваних з урахуванням перспективного розвитку міста та використовуваних для розміщення об’єктів господарського обслуговування (розплідники,

кладовища, квіткові господарства тощо), а також зелених зон для організації різних форм відпочинку населення, поліпшення мікрокліматичних і санітарно-гігієнічних умов міста (лісопарки, лугопарки, зони масового відпочинку). Ці зелені насадження включені до групи заміських (позаселищних), можуть розташовуватися у межах або за межами юридичних границь міських земель. Їхні межі та розміри визначаються на підставі загальної потреби міста в таких територіях (залежно від господарського значення і передбачуваного розвитку міста, з урахуванням місцевих природно-кліматичних умов).

До складу перерахованих груп можуть входити різні за функціональним призначенням види зелених насаджень. За функціональною ознакою міські зелені насадження поділяють на такі групи:

1) *насадження загального користування* – парки відпочинку (міські, культури й відпочинку, районні), дитячі та спортивні парки, стадіони, сади житлових районів і при групах житлових будинків, сквери, бульвари, набережні, озеленені смуги вздовж вулиць, озеленені ділянки при загальноміських (районних) торгових та адміністративних центрах, лісопарки, лугопарки, гідропарки тощо;

2) *насадження обмеженого користування* – на житлових територіях (індивідуальна, приватна власність), на ділянках шкіл, дитячих установ, громадських будинків, спортивних, культурно-освітніх установ, установ охорони здоров'я, промислових підприємств тощо;

3) *насадження спеціального призначення* – на вулицях (шумозахисні, вітрозахисні, газозахисні, димозахисні тощо), у санітарно-захисних зонах, охоронних зонах, на територіях ботанічних і зоологічних садів, виставок, розплідників, квіткових господарств, цвинтарів, крематоріїв тощо.

Насадження загального користування усередині міста мають бути розміщені рівномірно по окремих районах, пропорційно щільності населення в кожному з них, на відстані від житла, що дозволяє населенню користуватися ними за мінімальної витрати часу на пересування до цих насаджень.

Насадження загального користування мають бути доступні всім жителям міста й приїжджим. Ці насадження виконують також захисну функцію: захищають від пилу, надлишкової сонячної радіації, створюють комфортні умови для короткочасного й тривалого відпочинку, занять фізкультурою й спортом, проведення культурно-просвітніх і видовищно-розважальних заходів.

Ступінь озеленення міста, його привабливість багато в чому визначаються кількістю й станом зелених насаджень загального користування.

Нормативні документи в насадженнях загального користування виділяють озеленені території загальноміського значення (використовувані для організації відпочинку від 2 годин до 8 годин) і озеленення житлових районів.

Широко використовуються в містах парки культури й відпочинку, дитячі й спортивні парки.

Насадження обмеженого користування призначені для занять на відкритому повітрі фізкультурою й спортом, для занять зі спеціальними предметами й ігор дітей, лікувальних профілактичних процедур, відпочинку в перервах між роботою ними користуються співробітники підприємств і установ, учні й студенти навчальних закладів, хворі й відвідувачі лікувально-профілактичних установ, розміщених на цій озелененій території.

Під час розміщення насаджень обмеженого користування враховують дислокацію установ, за яких вони створюються, а також комплекс планувальних, економічних і інших умов.

Насадження спеціального призначення усередині й поза містом розміщаються залежно від їхнього цільового призначення й місцевих умов: захисні зони – між промисловими підприємствами й житловими районами, вітрозахисні зони – з боку пануючих вітрів, водоохоронні – навколо водойм, ґрунтозахисні – на схилах, що піддаються розмивам і зсувам.

Зелені насадження спеціального призначення створюють для скорочення неприємного впливу промисловості й транспорту на навколишнє середовище. Залежно від поставленої мети (захист від забруднень, вітру, сніжних і піщаних бур, створення бар'єра для поширення вогню, диму, шуму, селевих потоків, зниження випару водойм тощо) вибирають прийом розміщення й конструкцію посадок, а також асортименти рослин. Одночасно варто використати можливість формувати за допомогою рослин необхідний у цьому випадку ландшафт.

Усі міські насадження залежно від їхнього функціонального призначення, розмірів і розміщення в плані міста і його околиць зараховують до різних категорій. Варто мати на увазі, що елементи систем озеленення можуть нести не тільки властиві їм функції, але одночасно виконувати й інші.

Залежно від розмірів і планувальної структури населених місць зелені насадження загального користування мають у своєму розпорядженні різну номенклатуру об'єктів. Згідно з нормами, які передбачають забезпеченість населення зеленими насадженнями, а також нормативами, за якими населення планувальних (міських) районів складає 100–300 тис. жителів, житлових районів – 25–80 тис. жителів, житлових мікрорайонів – 6 тис. жителів, наводяться струк-

турні схеми, які показують організацію системи зелених насаджень загального користування для різних груп міст (рис. 3.38).

Система насаджень загального користування найбільшого міста може складатися з Центрального парку культури й відпочинку, 2–5 парків загальноміського й районного значення, 15–20 садів житлових районів, понад 300 садів і скверів у групах житлових будинків, об'єднаних бульварами, зеленими клинами й озелененими пішохідними алеями, а також декілька спеціалізованих парків, що несуть рекреаційні навантаження (спортивний, ботанічний, зоологічний, дитячий, виставочний, меморіальний).

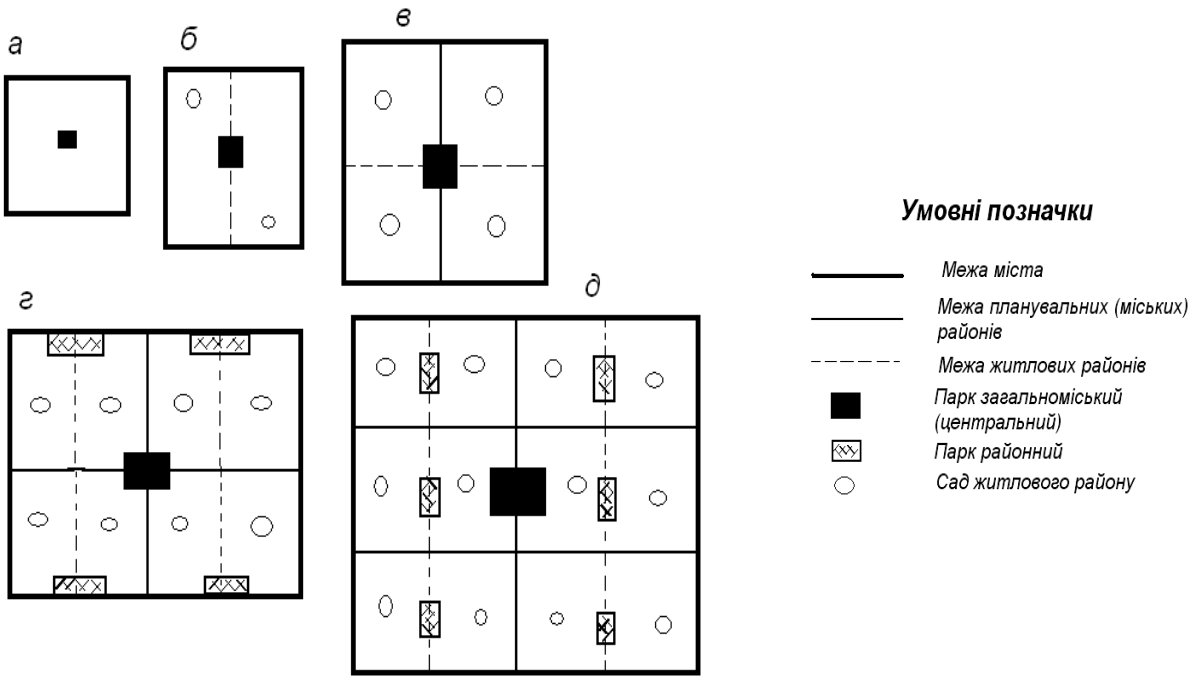


Рисунок 3.38 – Схеми розташування зелених насаджень для міст із населенням: а) до 50 тис. жителів; б) до 100 тис. жителів; в) до 250 тис. жителів; г) до 500 тис. жителів; д) більше 1 млн. жителів

Велике місто з населенням 400 тис. чоловік може мати Центральний парк культури і відпочинку, 1–2 парки загальноміського й районного значення, 6–7 садів житлових районів, понад 170 скверів і садів у груп житлових будинків.

Середнє місто з населенням 200 тис. чоловік може мати Центральний парк культури і відпочинку, парк районного значення, 5–6 садів житлових районів, 150 скверів і садів при групах житлових будинків.

Середнє місто з населенням 75 тис. чоловік може мати Центральний парк культури і відпочинку, 1–2 сади житлових районів, понад 60 садів і скверів при групах житлових будинків.

Мале місто з населенням 50 тис. чоловік може мати Центральний парк культури і відпочинку, 1–2 сади житлових районів, близько 40 скверів і садів при групах житлових будинків.

Селище міського типу з населенням 10 тис. чоловік може мати загальносільський парк, близько 15 скверів і садів при групах житлових будинків.

Оптимальні відстані від житла до різних категорій міських насаджень залежать від призначення тієї або іншої категорії. Загальноміський парк культури й відпочинку жителі відвідують періодично, а сквером, садом, бульваром користуються щодня. Тому встановлюючи оптимальну доступність для різних категорій насаджень, ураховують час, затрачуваний на дорогу при пересуванні пішки й на транспорті. Нормами передбачені такі радіуси доступності:

– парк міський……2,0–3,0 км;
– парк районний……1,5–2,0 км;
– сад житлового району……0–1,5 км;
– сад мікрорайону,
  міжмагістральні території……..0,3–0,5 км.

Радіуси віддалення загальноміських парків від житлової забудови у великих містах залежить не тільки від розмірів території, але й від розташування цих парків у плані міста. Розташування загальноміських парків у меж міста не завжди відповідає вимогам рівномірного обслуговування, але може компенсуватися шляхом організації мережі рівномірно розташованих районних парків, садів і парків житлових районів.

Оптимальні та максимальні радіуси віддалення загальноміських парків змінюються залежно від розмірів міської території, яка неоднакова для різних груп міст (табл. 3.2) [16].

Таблиця 3.2 – Радіуси віддалення загальноміських парків для різних міст, км

Загальноміський парка	Міста				
	малі	середні	великі	значні	найзначніші
	Радіуси обслуговування, км				
У центрі міста	0,75–1,5	1,0–2,5	1,2–3,5	1,5–4,5	2,0–6,5
У меж міста	1,0–3,5	1,3–5,0	1,7–7,0	2,0–10,0	2,0–14,0 та більше

Відповідно до норм відстаней від житлової забудови до зелених насаджень і функціонального призначення їхніх різних категорій під час вибору ділянок для основних категорій насаджень керуються основними положеннями.

Площа парків, садів, скверів різна і взагалі буває не менше для загальноміських парків – 5 га, парків планувальних районів – 10 га, садів житлових районів – 3 га, скверів – 0,5 га.

Мінімальні розміри парків різних функціональних категорій визначаються з урахуванням норм площі на одного відвідувача (табл. 3.3).

Згідно з нормативними документами для визначення кількості відвідувачів користуються максимально допустимою кількістю одночасних відвідувачів території, яку потрібно приймати відповідно до укрупнених показників, осіб/га, не більше [70]:

– для міських парків…….100;
– для районних парків, парків зон відпочинку…….. 70;
– для парків-курортів……... 50;
– для міських лісопарків (лугопарків, гідропарків)……. 15;
– для рекреаційно-оздоровчих лісів……... 4;
– спеціалізовані парки:
– із спортивно-ігровим обладнанням……..100;
– із експозиційними зонами……..120;
– – із комплексами культурних розважальних споруд……..150.

Таблиця 3.3 – Мінімальні розміри парків різних функціональних типів

Типи парків	Середня площа на відвідувача, м^2	Мінімальна площа парку, га	Розміщення об'єкта	Середній радіус доступності, км	Термін доступності
Загальноміські парки культури та відпочинку	50–60	15–20	у сельбищній зоні	5,0	20 хв. на транспорті
Районні парки	40–50	10	у межах планувального, адміністративного району	2,0	10 хв. на транспорті
Спеціалізовані парки	50–80	3	у сельбищній зоні міста	Не нормується	у межах 30 хв. на транспорті
Сади житлових районів	40	3	те саме	1,5	15–20 хв. для пішоходів
Спеціалізовані сади	30–40	3	– ″ –	Не нормується	–
Сквери	–	0,5	у міській забудові	Те саме	–
Бульвари	–	ширина не менше 18 м	на головних вулицях та набережних	– ″ –	–

Баланс території парків визначається залежно від їхнього функціонального типу (табл. 3.4). Територія парків зонується залежно від функціонального призначення окремих ділянок. Співвідношення функціональних зон у загальноміських і районних парках визначається відповідно до показників, наведених у ДБН Б.2.2–12 (табл. 3.5) [70].

Таблиця 3.4 – Баланс території парків

Функціональний тип парку	Територія, %		
	насаджень	доріжок і майданчиків	споруд
Багатофункціональні парки			
Загальноміські парки культури та відпочинку	80	17	3
Районні парки	75	20	5
Спеціалізовані парки			
Етнографічні	75	10	15
Зоопарки	65	20	15
Виставочні	65	15	20
Ботанічні	80	10	10
Атракціонів	60	20	20

Таблиця 3.5 – Співвідношення функціональних зон у загальноміських і районних парках

Функціональні зони	Загальноміські парки			Районні парки
	Площа зони, відсоток від загальної площі	Кількість відвідувачів, %	Норма площі на 1 відвідувача, м^2	Площа зони, відсоток від загальної площі
Культурно-масові заходи	5–17	15	30–40	15–30
Тихого відпочинку та прогулянок	50–75	30	200	15–45
Культурно-просвітніх заходів	3–8	25	10–20	5–35
Відпочинку дітей	5–10	9–10	80–170	0,5–1
Споруд фізкультури і спорту	15–20	20	75–100	0,5–25
Господарська	1,5–4	–	–	0,5
Інші (стоянки, входи)	до 6	–	–	до 6

Під час формування планувальної структури парку беруться до уваги особливості кожної функціональної зони, рельєф ділянки:

– ділянки, призначені для проведення масових заходів, доцільно розміщувати недалеко від головного входу або другорядних входів; їхній благоустрій повинен враховувати перебування великої кількості відвідувачів;

– у зоні розміщення споруд культурного призначення передбачається високий рівень благоустрою;

– у зоні спортивних споруд, крім споруд спортивного призначення, мають бути передбачені пристрої для масових повсякденних занять оздоровчою гімнастикою у природному середовищі; для спортивної зони вибирають ділянки зі схилами не більше 20 ‰;

– для зони тихого відпочинку виділяють найбільш живописні ділянки ландшафту з виразним рельєфом, водоймами, насадженнями цінних порід дерев та чагарників;

– зона дитячого відпочинку розміщується ізольовано, з боку житлових територій, територій шкіл, відокремлюється від основної частини парку захисними посадками, ця зона може межувати з другорядними входами. Обладнується пристроями для розваг дітей різних вікових категорій;

– для господарської зони вибираються ділянки на периферії паркової території з організацією обов'язкового виїзду на прилеглі вулиці;

– головний і другорядні входи до парку вирішуються як важливіші композиційні вузли; у зоні входів передбачаються зупинки міського транспорту, автостоянки, майданчики для розподілу потоків відвідувачів.

Розташування зон і їхніх окремих елементів може бути компактним, якщо парк має невелику територію (до 50 га), або розосередженим – у парках із більшою територією чи витягнутою конфігурацією ділянки.

Багатофункціональність парків визначається наявністю на його території різних споруд, які розраховані на різні форми відпочинку (розваги, заняття спортом і активний відпочинок, відпочинок в оптимальній природній обстановці, культурно-видовищні заходи).

Нормами проектування передбачається, що споруди в парку відпочинку повинні займати не більше 5 % загальної площі. У виняткових випадках, особливо за недостатності площі території, яка відводитиметься під парк, забудову допускається збільшувати, але не більше ніж до 10 %. У цьому випадку мінімальна площа парку складає 15 га. Номенклатура споруд для різних парків також не лишається постійною (табл. 3.6). Вона залежить від розміру території, природних особливостей ділянки, розташування парку в плані міста та існуючої мережі інших культурно-освітніх установ.

Розрахунок проводять по одноразовій місткості парку, складу функціональних зон, приблизному розподілу між ними відвідувачів. Усі ці дані на практиці уточнюють за архітектурно-планувальним завданням. Значною специфікою по набору та кількості споруд і майданчиків, планувальному рішенню характеризуються спеціальні парки і сади – дитячі, лісопарки, ботанічні, зоологічні тощо. Практично кожен парк може мати відкритий зелений театр, який розташовують головною віссю з півночі на південь з можливим відхиленням до 15^0 по північно-західному напрямку, щоб глядачам у вечірній час не сліпило сонце. Павільйони мережі громадського харчування, газетні, сувенірні кіоски доцільно розташовувати серед зелених насаджень, не перевантажуючи ними паркові

пейзажі. Виставкові павільйони з великою кількістю відвідувачів розташовують поблизу від входів, маленькі виставки з лекторіями – прогулянковій зоні, ізольовано від зон масових заходів. Можлива організація в парках зоокуточків. Під час розташування споруд і малих архітектурних форм у парках повинні ураховуватися закономірності зорового сприйняття [15, 16, 22, 42, 55, 84, 95].

Таблиця 3.6 – Приблизний перелік споруд для багатофункціонального парку

Найменування споруд	Кількість, шт.	Одночасна місткість, чол.	Площа, м^2
Концертна зала	1	800	800
Відкрита естрада	1	500	500
Кінолекторій	1	500	500
Читальна зала	1	75	150
Малий планетарій	1	–	150
Танцювальний майданчик	1	200	500
Виставковий павільйон	1	50	400
Павільйон настільних ігор	1	–	200
Більярдна на 2 столи	1	4	100
Тир (50 м)	1	–	300
Майданчик для настільного тенісу (5 м ×10 м)	4	8–16	200
Майданчик для волейболу (9 м ×18 м)	2	24	720
Майданчик для баскетболу (14 м ×26 м)	2	24	1 100
Майданчик для городків (15 м ×30 м)	2	4–12	900
Майданчик для тенісу (20 м ×40 м)	2	4–8	1 600
Майданчик для бадмінтону (6,1 м ×13,4 м)	2	4–8	400
Спортивний павільйон	1	–	1 000
База прокату інвентарю	1	–	400
Дитяча естрада	1	–	200
Дитяча читальня	1	–	180
Дитяча ігротека	1	–	200
Павільйон для творчих занять дітей	1	–	300
База прокату дитячого інвентарю	1	–	150
Великий атракціон	10	–	3 000
Малий атракціон	20	–	1 000
Альтанка	8	–	250
Установи харчування (ресторан, кафе, кіоски)	–	250	650
Туалет	5	100	150
Адміністративно-господарські споруди	–	–	1 500

Архітектурна композиція плану парку, скверу чи іншої озелененої ділянки вирішується різними планувальними прийомами. Вибір планувального рішення визначається основними умовами, що впливають на характер планування території – її природні особливості, форми рельєфу, призначення всієї території і її окремих частин. Усі планувальні елементи території підпорядковують-

ся обраному планувальному прийому. Розміщення, направлення та ширина алей і прогулянкових доріжок повинно забезпечувати зручність пересування по території парку, а також швидку і зручну евакуацію відвідувачів у випадку екстремальної ситуації. Ширина їх у зонах проведення масових заходів, культурно-видовищних, спортивно-оздоровчих споруд приймається 3–10 м, у зоні пасивного тихого відпочинку – 1,5–3 м.

У парках площею 200–300 га доцільна організація паркового транспорту з забезпеченням охорони навколишнього середовища.

Прийоми композиції зелених насаджень залежать від того, створюється парк на основі існуючого зеленого масиву чи формується заново на вільній території. У першому випадку необхідна реконструкція зелених насаджень (санітарна і декоративна рубка, організація галявин, лужків), збагачення паркових пейзажів новими декоративно-чагарниковими групами і окремими екземплярами – солітерами. У другому випадку парковий ландшафт створюється завдяки новим посадкам. У середній смузі щільні зелені насадження (закриті паркові простори) зазвичай займають 20–22 %, зріджені (напівзакриті) – 35–45 %, галявини, майданчики та інші відкриті простори – 33–45 % території парку.

Асортимент рослин вибирається з місцевих порід із включенням екзотів. Одне з головних місць у створенні художнього обліку парку займає квіткове оформлення.

Міський парк *– зелений масив із невеликою кількістю споруд із обслуговування відвідувачів, призначений для прогулянок, відпочинку, окремих видів розваг.*

Парки атракціонів і розваг *– озеленена територія, на якій розташовані розважальні улаштування і атракціони, створюються умови для різноманітного відпочинку відвідувачів різних вікових категорій.*

Містечко атракціонів доцільно розташовувати так, щоб його було добре видно з боку головної алеї, від якої до нього улаштовують широкий підхід. Водночас не варто улаштовувати атракціони безпосередньо на шляху руху основного потоку відвідувачів. Паркові атракціони залежно від чисельності відвідувачів поділяються на малі – до 5–20 чол.; середні – 20–50 чол.; великі – понад 50 чол.

Планувальна структура території формується відповідно до програми знайомства з усіма атракціонами, на підставі чого проводиться функціональне зонування території з виділенням секторів загального, спеціальних видів розваг, пасивного відпочинку.

Ділянки атракціонів значно завантажені допоміжними спорудами – тіньовими наметами, лавами, касами, кіосками, елементами малої архітектури. Лави і альтанки розміщують так, щоб відкривався вигляд на атракціони.

Парки тихого відпочинку і прогулянок *– призначені для пасивного відпочинку та прогулянок серед природного середовища*. Цим паркам надається більша декоративність пейзажу. На території має бути невелика кількість споруд, які розташовують поблизу входів.

Спеціалізовані парки тихого відпочинку і прогулянок можна представляти різними формами – від малих декоративних садів у центрі міста до значних територій з мережею алей, доріжок для прогулянок верхи чи на велосипеді, стежок здоров'я, екологічних стежок, які мають різну протяжність.

У парках тихого відпочинку не розташовують об'ємні, гучні атракціони, спортивні майданчики, демонстраційні споруди, а лише павільйони, намети, лави, мостики, сходи, пандуси тощо. Іноді на великих територіях виділяють майданчики для пікніків, але вони ізолюються зеленими насадженнями.

Рекреаційне навантаження приймається 20–50 чол./га. Дорожньостежкова мережа займає до 10 % території.

Уздовж межі парку прокладається кільцеподібний маршрут, який пов'язує всі входи. За допомогою інформаційних знаків він рівномірно розподіляє відвідувачів по всій території.

У комплекс основних робіт із організації ландшафту парку тихого відпочинку входять: проріджування загущених насаджень, додаткова посадка необхідних рослин, покращення асортименту рослин, створення просвітів для огляду паркових пейзажів, організація добре інсольованих і керованих галявин, створення зімкнутих крон над алеями і майданчиками відпочинку, затінювання в необхідних місцях дуже освітлених і перегрітих відкритих просторів, обводнення території та інше.

Дитячий парк *– озеленена територія з комфортними санітарно-гігієнічними умовами, призначена для ігор, розваг, фізкультурних занять, культурно-освітніх занять дітей різного віку в умовах природного оточення*. Під дитячі парки відводять ділянки серед житлових районів у межах установленого нормами радіуса, осторонь від основних магістралей. Площа їх повинна відповідати потребам району за наявності рослинності та можливості її використання.

Для дитячих парків істотним є питання масштабу (малоповерхові будинки, низькоросла зелень, нешироκі алеї), використання природного, вільного планування, відсутність монументальності. Покриття головних алей і майдан-

чиків застосовують полегшеного типу з використанням в'яжучих домішок. У місцях найбільшого відвідування застосовують брукування природнім каменем чи штучними бетонними плитами.

Спортивний парк (стадіон) *– комплекс спортивних і фізкультурних споруд різних типів і розмірів, розташованих серед зелених насаджень, що включає також місця для короткочасного відпочинку й окремі об'єкти культурно-освітнього та побутового обслуговування відвідувачів*. Під час вибору місця для спортивного парку звертають увагу на розміри ділянки, що відповідають потребам міста або району; можливість будівництва спортивних споруджень в умовах цього рельєфу і ґрунту; наявність зручних транспортних зв'язків; далекість ділянки від житлових районів. Якщо територія спортивного парку знаходиться в безпосередній близькості до житлових мікрорайонів, рекомендується створення дитячої зони.

Гідропарк *– комплекси масового відпочинку біля води чи на воді. Гідропарки створюються на островах, берегах озер, водосховищ, морів, океанів, на раніше заболочених територіях, в опрацьованих кар'єрах, в національних і туристичних зонах*. Характерною ознакою гідропарків є високий відсоток споруд для відпочинку, розваг і водного спорту.

Приблизний баланс території гідропарку:

– водні простори з пляжами……. до 50 %;
– деревинно-чагарникові насадження……15–25 %;
– луги та галявини……15–25 %;
– дорожня мережа та спортивно-ігрові майданчики…….. 4–6 %;
– обслуговуючі споруди……..... 2–3 %.

У гідропарках зазвичай організується система водойм із різним функціональним призначенням – купання, тихий відпочинок, рибна ловля. Під час організації комплексно вирішуються архітектурно-декоративні, інженерні, біологічні та гігієнічні завдання.

Для захисту морської фауни і флори від втручання в біологічну сферу морів створюються заповідні території, морські парки. Ці парки залежно від призначення поділяють на два типи: підводний та прибереговий. Ці типи парків можуть існувати окремо чи утворювати єдиний ансамбль із наземною та підводною частинами.

Лісопарк *– це ліс, який пристосований для різних видів відпочинку міського населення, короткочасних та тривалих прогулянок, занять фізкультурою, прогулянок на лижах тощо*.

Лісопарки можна поділити на дві групи:

– лісопарки, що розташовані в межах міської забудови, іноді виходять за місто. Недоліком таких лісопарків є те, що вони по мірі розвитку міста поступово стають міськими парками;

– лісопарки, що розташовані на деякій відстані від міста, але вони повинні мати гарне транспортне забезпечення.

Архітектурно-планувальна організація території лісопарку повинна забезпечувати:

– раціональне розташування споруд та майданчиків для відпочинку з урахуванням збереження існуючого природного ландшафту;

– створення оптимальних умов для прогулянок з огляду на декоративні якості ділянок території;

– створення ландшафтних композицій вздовж пішохідних доріг, на галявинах, берегах водойм, навколо споруд і майданчиків відпочинку;

– збереження окремих важко досяжних для відвідувачів ділянок існуючих боліт, перетворених у міні-заповідники для птиць, тварин, рідкісних рослин і для накопичення води на випадок засушливого літа.

Головним планувальним елементом лісопарків є мережа пішохідних доріг і смужок, яка має бути раціональною і логічною, не повинна перевищувати необхідної потреби, але й одночасно повністю забезпечувати пересування відвідувачів по території.

Існують такі прийоми планування мережі доріг:

– кільцева чи напівкільцева. Перевагою цього прийому є легкість пересування з однієї частини парку в іншу; зручно їздити на велосипедах, а взимку ходити на лижах;

– тупикова. Мережа тупикових доріг пов’язує магістраль, що проходить по мережам парку, з окремими ділянками, на перехрестях розташовуються зупинки транспорту, автостоянки. Перевага цього прийому полягає в тому, що він ізолює ділянки парку від транзиту відвідувачів. Недолік – важкість взаємозв’язку між ділянками;

– створення однієї чи декількох транзитних доріг, вздовж яких розташовані різні за функціональним призначенням території парку.

Під час благоустрою лісопарку на території розміщують обмежену кількість обслуговуючих споруд (пункти харчування, прокату інвентарю, туалетів, укриттів від дощу, лав, столів та інших легких споруд).

Надмірне відвідування ділянок лісопарку, які привертають увагу відвідувачів, призводить до витоптування і змін структури, фізичних особливостей ґрунту, погіршення трав’яного покриву і висихання дерев. З метою зниження

негативного впливу на ліс організовують прогулянкові маршрути з оформленням видовими точками, а також виділяють такі функціональні зони з приблизними рекреаційними навантаженнями:

– активний, масовий відпочинок…….. 6–20 чол./га;
– тихий прогулянковий відпочинок…… до 5 чол./га;
– резерв……... 1 чол./га.

Режим використання залежно від рекреаційного навантаження може бути вільним – до 5 чол./га; середньо регульованим – 6–20 чол./га; регульованим – більше 20 чол./га.

Види посадок зелених насаджень лісопарків – це куртинно-групове розташування дерев та чагарників, луги та галявини. Лугам та галявинам відводиться 20–25 % всієї території, вони привертають найбільшу увагу відвідувачів, мають велике навантаження і потребують постійного догляду.

Лісопарки і зони масового відпочинку організують на територіях з особливо сприятливими природними умовами (рослинність гарної якості, наявність водойм, пересічений рельєф), можливості організації транспортних зв'язків із містом.

Під зони масового відпочинку виділяються території з водоймою, придатні для занять водним спортом і купання; насадженнями гарної якості та великих розмірів; зручними транспортними зв'язками з містом.

***Зоопарк** – призначений для організації освітньо-виховної роботи, створення експозицій рідкісних, екзотичних та місцевих видів тварин, збереження їх генофонду, вивчення дикої фауни та розробки наукових основ її розведення у неволі*. За своїми розмірами зоопарки можуть бути різними. Наприклад, вольєр, розташований у самому центрі Берліну, де живуть чотири бурих ведмеді; великий «Сафарі-парк»(площею більше 100 га) з різноманітною колекцією тварин, що утримуються в природних умовах в м. Двур-Кралове (Чехія). У нашій країні площа зоопарків становить від 1–20 до 1 000 га, а транспортна доступність залежно від розташування – від 30 хв до 1,0–1,5 год.

При проектуванні зоологічних парків приймаються такі розрахункові показники:

– норма території на 1 відвідувача……... 80 м^2;
– допустима кількість одночасних відвідувачів…….100–110 чол./га;
– загальна рекреаційна ємкість парку площею:
– до 100 га…… 5–11 тис. чол.;
– більше 100 га…… 11–15 тис. чол.

Принцип організації території зоопарку може бути:

– систематичний – тварини однієї групи від виду до класу розташовуються в одній експозиції;

– зоогеографічний – розташування тварин за сторонами світу;

– екологічний (ландшафтний) – тварини розташовуються в умовах, близьких до їхнього природного середовища;

– змішаний – з використанням декількох систем;

– популярний – показ тварин, що викликають найбільшу зацікавленість відвідувачів;

– краєзнавчий – показ тварин, що мешкають у певні місцевості;

– зооботанічний – одночасний показ тварин і рослинного світу різних областей.

На території зоологічних садів (парків) – виділяються функціональні зони, співвідношення яких приймається у відсотках до загальної площі:

– експозиційна 50–80;

– науково-дослідницької роботи…….. 5–10;

– рекреаційна із спорудами обслуговування відвідувачів…….25–40;

– господарського призначення…….. 2–10.

Зоологічні сади і парки закладаються на ділянці з водоймою і різноманітним рельєфом, придатним для будівництва капітальних споруджень (за показниками рельєфу і ґрунту), приєднання мереж водопостачання, каналізації і теплопостачання до міських мереж. Розміри ділянки повинні забезпечити розміщення тварин відповідно до прийнятої системи експозиції.

На планування зоопарку значно впливають природні характеристики, можливість використання існуючого рельєфу і необхідність створення штучного ландшафту, розміри відведеної ділянки.

Зоопарк розташований в міській забудові, є складовим елементом паркової системи міста. Його територію повинні оточувати буферні зони, які запобігають впливу шкідливих міських факторів і дають можливість розширити площі експозиції.

Ботанічні сади *– призначені для збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах та ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої та світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної і освітньої роботи*.

За розмірами ботанічні сади поділяються на малі – до 30 га; середні – 30–100 га; великі – 100–300 га та надвеликі – більше 300 га.

Для забезпечення необхідного режиму охорони та ефективного використання території в межах ботанічних садів виділяються функціональні зони: експозиційна, наукова, заповідна, адміністративно-господарська.

Ботанічні сади і парки розміщають у місцях, що відповідають таким вимогам: наявність сприятливих ґрунтів, різноманітного рельєфу, водойм; достатня далекість території від промислових підприємств, що викидають у повітря шкідливі для рослинності гази; розміри ділянки, що забезпечують розташування колекцій рослин відповідно до наукової схеми експозиції. Архітектурно-ландшафтне середовище формується з урахуванням природних і містобудівних умов.

Дендропарки *– озеленені території наукового, культурного, рекреаційного використання, призначені для збереження та вивчення різноманітних видів дерев та чагарників у спеціально створених умовах*. Вони створюються відповідно до вимог, які встановлені для ботанічних садів.

Дендрарій *– самостійна територія в системі зелених насаджень міста чи колекційна ділянка ботанічного саду, парку чи розсадників, яка призначена для проведення наукових робіт із акліматизації та інтродукції різних видів дерев та чагарників*. Використовується для показу рослин з освітньої метою. Організується за географічним, систематичним, екологічним принципом.

Парк-виставка *– призначений для експозиції творів образотворчого, декоративно-прикладного, садово-паркового мистецтва, досягнень науки і техніки, для короткочасного відпочинку відвідувачів*. Для таких парків характерним є високий рівень благоустрою, активне використання малих архітектурних форм, декоративних водойм, створення зимових садів і оранжерей.

Розташовуються парки-виставки переважно у центральних районах міста, у центрах планувальних районів, на міських та позаміських територіях.

На архітектурно-планувальне рішення, склад споруд впливає періодичність проведення виставок, які можуть бути регулярними, нерегулярними і постійно діючими, а також природні та містобудівні умови.

Залежно від розміщення, характеру експозиції ландшафт парку може бути наближений до природного або бути насиченим архітектурними елементами та спорудами.

Розміри території визначаються змістом експозицій і об’ємом інформації. У середньому площа парку складає від 5–15 до 50 га; розрахунковий період перебування відвідувачів від 1 години до 3–4 годин.

Під час проектування парків-виставок приймаються такі розрахункові показники:

– норма території на 1 відвідувача……. 50–60 м^2;

– допустима кількість одночасних відвідувачів……...150–180 чол./га;

– загальна рекреаційна ємкість парку площею:

– 5–15 га…….0,9–2,7 тис. чол.;

– 15–50 га……...2,7–9,0 тис. чол.

На території парків-виставок виділяються функціональні зони, співвідношення яких приймається у відсотках загальної площі:

– експозиційна……..40–60;

– музейної і науково-методичної роботи……..10–20;

– рекреаційна із спорудами обслуговування відвідувачів……..15–30;

– адміністративно-господарського призначення…….. 2–10.

Меморіальні парки і комплекси *– територія, на якій розташовані монументальні архітектурні споруди – мавзолеї, пантеони, скульптурні групи, обеліски слави і пам'ятники, які присвячені видатним подіям з історії народу; садиби видатних діячів науки, культури, історії для тимчасового пізнавального відпочинку населення*. До нього включають великі партери з регулярними алейними посадками дерев; місця поховання, які оформлюють деревами з плакучими чи пірамідальними формами крони. Велике значення приділяється квітковому оформленню меморіальних парків.

За ідейно-тематичним планом меморіальні парки бувають:

– парки, які створені на честь видатних діячів народу, полководців, вчених, письменників, художників, композиторів тощо;

– парки, які присвячені знаменним історичним подіям (перемоги, визволення, возз'єднання, ювілейні тощо);

– парки змішаного типу – меморіали і споруди можуть належати до різних історичних подій.

Планування території меморіальних парків має відповідати їхньому змісту. Центральна меморіально-експозиційна зона зазвичай вирішується у регулярних формах планування; периферійні рекреаційні зони – у ландшафтному стилі. Біля основних експозиційних елементів розміщуються входи в парк. Основні маршрути відвідувачів передбачаються на зразок музейних; їхні напрямки повинні відповідати вимогам групових та одиночних відвідувань за замкнутою, кільцевою, лінійною та вільною схемами організації.

Кількість функціональних зон у меморіальних парках обмежується. На їхній території виключається розташування видовищних і розважальних споруд.

Етнографічний парк *– призначені для демонстрації унікальних зразків житлових, побутових і культурних споруд, предметів побуту, знаряддя праці, твори прикладного народного мистецтва минулого в характерних для них умовах природного оточення*.

Такі парки забезпечують охорону цінних об'єктів, виконують музейні функції, створюють умови для ознайомлення з народними традиціями, предметами побуту тощо.

Етнографічні парки розташовують як у межах міста, так і у приміській зоні та на міжселищних територіях. Залежно від відстані до парку термін відвідування становить від 1–2 годин до 2–3 діб.

Для забезпечення тривалого відпочинку відвідувачів у межах етнографічних парків або на суміжних територіях передбачаються мотелі, кемпінги, готелі з об'єктами побутового та культурного обслуговування. Транспортна доступність парку повинна складати від 1–1,5 до 3–4 години, а площа території – 15–100 га і більше.

Під час проектування таких парків приймаються такі розрахункові показники:

– норма території на 1 відвідувача……100–115 м^2;
– допустима кількість одночасних відвідувачів…….. 80 чол./га;
– загальна рекреаційна ємкість парку площею:
  – до 100 га……..0,4–0,8 тис. чол.;
  – більше 100 га…….0,8–1,2 тис. чол.

На території етнографічних парків виділяються функціональні зони, співвідношення яких приймається у відсотках загальної площі:

– експозиційна…….40–70;
– науково-методичної роботи…… 2–5;
– рекреаційна……10–20;
– адміністративно-господарського призначення…….. 3–10;
– об'єктів обслуговування……..10–20.

Планувальна структура території і архітектура етнографічного парку підпорядковується історико-культурному стилю парку, створюється в близьких до природних формах.

Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва *– призначені для збереження цінних зразків паркового будівництва з метою охорони та використання в естетичних, виховних, наукових та оздоровчих цілях*.

Парки-пам'ятки можуть бути складовою ансамблів палаців-музеїв і старовинних садиб, археологічних і містобудівних комплексів, належать до типу парків, відомих як історичні парки.

Історичні парки повинні охоронятися державою. Збережені та відреставровані будинки використовують для музеїв, виставок, концертів тощо. Відвідування історичного парку організується за екскурсійним режимом.

Під час проектування парків-пам'яток виконуються такі види робіт:

– консервація – збереження існуючої просторово-планувальної композиції, архітектури споруд і малих архітектурних форм;

– реставрація – відновлення первинної просторово-планувальної композиції, архітектури споруд і малих архітектурних форм;

– реконструкція – часткова реорганізація просторово-планувальної композиції і відновлення окремих споруд для використання за новим призначенням.

Територія парків може зонуватися відповідно до вимог для ботанічних садів.

Під час проектування парків-пам'яток приймаються такі розрахункові показники:

– норма території на 1 відвідувача…….. 75 м^2;

– допустима кількість одночасних відвідувачів……120 чол./га;

– загальна рекреаційна ємкість парку площею:

– 15–50 га…….1,8–6,0 тис. чол.;

– 50–100 га……...6–12 тис. чол.

Сади *– це озеленена територія від 2 га до 10 га в зоні забудови, призначена для транзитного руху і відпочинку населення, що мешкає в радіусі пішохідної доступності*. Сади відповідно до їхнього місця розташування і функціонального призначення поділяють на *міські*, *районні* та *спеціальні* (при кінотеатрах, лікарнях, школах, промислових підприємствах, історичних спорудах і монументах тощо).

За характером використання міські сади можна поділити на дві групи:

– сади, які призначені для прогулянок і тихого відпочинку. У цих садах розміщують невелику кількість споруд;

– сади, які призначені для різних видів відпочинку, у них розташовують кінотеатри, майданчики для ігор і відпочинку, організовують виставки.

Сад не має бути перевантаженим спорудами, більшість його території займають зелені насадження. У плануванні садів переважають пейзажні та вільні прийоми, вирішальне значення має функціональний і композиційний їхній вза-

ємозв’язок із міським оточенням та архітектурними спорудами, що розташовані в їхніх межах.

Залежно від місця розташування та функціонального призначення баланс території міського саду передбачає співвідношення планувальних елементів у відсотках до загальної площі:

– зелені насадження…….45–70 %;
– алеї та майданчики……30–40 %;
– споруди, декоративні елементи…….. 1–15 %.

Міські сквери *– невеликі озеленені ділянки розміром 0,5–2,0 га, що розташовані в міській забудові та призначені для короткочасного відпочинку, прогулянок, зустрічей, транзитного руху пішоходів, художньо-декоративного оформлення площ і вулиць*. Сквери організовують перед театрами, виставковими залами, музеями, на ділянках кварталів, які межують з вулицями. Роль скверів підвищується в тих місцях, де не має можливості створити парки (історичний центр, складний рельєф, суворі кліматичні умови). У цих випадках система скверів дає населенню можливість відпочинку з радіусом доступності до 1 км.

За функціональним призначенням сквери поділяють на меморіальні, декоративні, виставкові, транзитні, історико-архітектурні, ігрові тощо.

Планувальне рішення скверу залежить від його розташування в місті, місцевих і кліматичних умов, функціонального призначення, напрямків руху транспорту та відвідувачів.

За своїм планувальним рішенням сквери бувають:

– відкриті – партерного типу з переважанням газонів і квітників. Дерева і чагарники підбирають невеликі, їхні посадки займають незначну площу и не закривають перспективи. Такі сквери створюють навколо пам’ятників, перед адміністративними чи історичними будинками;

– закриті – внутрішня площа, ізолюється деревинними насадженнями з усіх боків, архітектура і розташування інших елементів вирішується самостійно, незалежно від навколишньої території. Посадки насаджень щільні по периметру. Такі сквери розташовують в житловій забудові з дитячими майданчиками, у вигляді «зелених кишень» між будинками;

– напівзакриті – за звичаєм замикаються з одного чи декількох боків високими посадками дерев з метою замикання вулиці і надання їй закінченого вигляду.

Розміри, форма і композиція скверу залежать від конфігурації відведеної території, прийнятого планування майдану, навколишнього середовища, можливих шляхів вирішення функціональних проблем.

На баланс території впливають умови конкретного призначення скверу, припустима чисельність відвідувань, інтенсивність пересування відвідувачів, рельєф, клімат тощо (табл. 3.7).

Іноді сквери не можуть бути використані для відпочинку і прогулянок, причиною чого можуть бути розміри території, безпека руху транспорту і пішоходів. Такі сквери улаштовуються на транспортних майданах, у транспортних розв'язок, їхні планування підпорядковано створенню безпечного руху транспорту і вони виконують декоративну функцію.

Інженерному благоустрою приділяється особлива увага, особливо брукуванню алей і майданчиків. Добре сполучаються природні камені, гравій, цегла, бетонні плитки з газонами, квітами, водоймами, басейнами, фонтанами.

Таблиця 3.7 – Рекомендований баланс території скверу

Елементи території	Розміри території, у відсотках до загальної площі	
	на шляху інтенсивного руху пішоходів	у вигляді «зеленої кишені» серед будинків
Газони з посадками дерев та чагарників	67–70	80–85
Майданчики і доріжки	23–31	10–15
Малі архітектурні форми	2	2–3
Квітники	1–2	1

Бульвар *– об'єкт озеленення, який створюється вздовж магістралей, набережних, житлових вулиць, у вигляді широкої смуги алейних посадок дерев та чагарників, що веде до громадських центрів, стадіонів, виставковим і торгівельним комплексам*. Бульвар призначений для пішохідного руху, короткочасного відпочинку і прогулянок.

Залежно від містобудівних умов, габаритів магістралі чи вулиці та типу бульвару його ширина може становити 10–80 м. Протяжність бульвару багаторазово перевищує його ширину.

У композиції бульварів використовують монументи, фонтани, квітники, малі архітектурні форми, споруди на бульварах практично не розміщують.

За планувальною організацією бульвари поділяють на:

– бульвари з однією віссю, симетричним розміщенням головної пішохідної алеї, розділеною на дві-три смуги;

– бульвари з віссю, яка зміщена в бік проїзної частини, асиметричним розміщенням головної алеї;

– бульвари без яких-небудь осей, з вільним плануванням (за ширини не менше за 50 м), використанням прийомів пейзажної організації простору і розкриттям найбільш цікавих композицій у бік майданів, значних будинків, водойм.

Бульвари шириною 20–40 м доцільно наближати до одного з тротуарів вулиці, це дозволяє збільшувати масив зелених насаджень, який виконує й санітарно-гігієнічну функцію – захист житлової території від шуму, газу і пилу.

За ширини бульвару 15–20 м улаштовується поздовжня алея шириною 4–7 м, на ній в нішах-«кишенях» установлюють лави для відпочинку. На бульварах шириною більше 25 м разом із головною алеєю доцільно прокладати додаткові доріжки шириною 1,5–2,5 м. На бульварах шириною більше 40 м організовують розвинуту мережу алей і доріжок, створюються ізольовані майданчики для відпочинку дорослих і дітей, які розташовують з протилежного боку від магістралі, розміщуються декоративні елементи, водні пристрої, квітники, кіоски, невеликі літні кафе та інші споруди супутнього обслуговування.

Архітектурно-планувальні рішення бульварів визначаються конкретним розташуванням території в плані міста, інтенсивністю потоків транспорту, орієнтацією вулиць, кліматичними умовами.

Для створення комфортних умов перебування на бульварах необхідно ураховувати відсоток затінених і освітлених сонцем ділянок, захист від впливу міського середовища. Для цього на нешироких бульварах площею до 1 га озеленені простори становлять 50–65 %, а на більш великих – до 75 % загальної площі. Відстань між деревами повинна забезпечувати вертикальне провітрювання території. На 1 га бульвару рекомендується розміщувати до 100–200 дерев і до 1 200 чагарників.

Входи на бульвар розташовують на малих та на довгих його боках, напроти торгівельних центрів, театрів, входів у метро, зупинок транспорту. Відстань між входами має бути до 150–200 м, а на вулицях з інтенсивним рухом до 500 м. Розміри входів і характер їхнього оформлення визначається величиною і значенням бульвару, а також характеристикою забудови прилеглих вулиць. За розташування входів на довгих боках бульвару потрібно ураховувати можливість виникнення поперечних транзитних потоків.

Бульвари на набережних не повинні заважати огляду водойми.

Насадження на вулицях *– рядові посадки дерев на спеціальних смугах, розділяють проїзну частину з тротуаром, смуги чагарників і живоплотів, групові посадки, газонні смуги, технічні смуги для розташування інженерних комунікацій, зелені острівки регульованого руху*. Насадження на вулицях призначаються для покращення санітарно-гігієнічних умов на вулицях і усередині будинків, для захисту пішоходів і будинків від шуму, пилу, надмірного сонячного опромінювання.

Міські насадження всіх категорій розміщають з максимальним використанням існуючої рослинності та водойми, так, щоб вийшла єдина система, у якій зелені масиви усередині міста були б зв'язані між собою і з зовнішнім зеленим поясом озелененими магістралями.

У *межах зеленої зони міста* розміщають пансіонати, мотелі, будинку відпочинку, кемпінги, пляжі, фізкультурно-спортивні спорудження і комплекси, рибальські бази, дитячі табори, дитячі дачі, лісові школи, лікувально-профілактичні установи, будинки-інтернати для старих і інвалідів. Існуючі в межах зеленої зони населені пункти не підлягають територіальному розвиткові.

Для міст, розташованих у безлісних районах, замість зеленої зони необхідно передбачати створення з навітряної сторони для вітрів переважного напрямку захисні смуги зелених насаджень шириною: для найбільших і великих міст – 500 м, для великих і середніх міст – 100 м, для малих міст, селищ і сільських населених місць – 50 м.

Планування приміської і зеленої зон проводиться з урахуванням сформованого планування міста та її перспектив із проведенням комплексу заходів, спрямованих на максимальне збереження існуючих насаджень.

Будь-який об'єкт міських зелених насаджень незалежно від покладених на нього специфічних функцій є складовою єдиної системи озеленення міста, створюваної з урахуванням адміністративного значення й величини території міста, його архітектурно-планувальної структури й рішення композиції забудови, а також з обліком місцевих природно-кліматичних особливостей.

Часто рослинність на ділянці одночасно використовується з різною метою. Залежно від місцевих умов одне із цільових призначень насаджень майже завжди основне, а інші – додаткові (табл. 3.8) [15, 22, 42, 55, 95].

Розподілення функцій різних категорій насаджень на основні та додаткові може вплинути на вибір місця для того або іншого об'єкта.

При розміщенні у місті мережі скверів вирішальну роль може зіграти наявність або відсутність у цьому районі інших категорій насаджень. Якщо вулиця примикає до парку, то сквер між будинками не потрібен.

Раціональним використанням природних умов відрізняються Москва (Росія), Київ (Україна), Санкт-Петербург (Росія), Рига (Латвія) та інші міста, де на берегах водойм організовується система парків, садів, скверів та прибережних бульварів. У містах, у яких масиви зелених насаджень загального використання розташовані у водойм, створюються великі можливості для максимального використання водних просторів в організації відпочинку населення, благоустрою території і розвитку архітектурно-художнього обліку міста загалом.

Таблиця 3.8 – Цільове використання різних категорій насаджень

Категорія насадження	Основне призначення	Додаткове призначення
Парк культури й відпочинку	Короткочасний відпочинок, фізкультура й спорт, проведення масово-політичних і культурно-просвітніх заходів	Захист житлових районів від несприятливих природних явищ і забруднення повітря промисловими підприємствами, поліпшення мікроклімату в прилеглих районах
Лісопарк	Короткочасний відпочинок, фізкультура й спорт	Захист міста від несприятливих природних явищ
Зона масового відпочинку	Тривалий і короткочасний відпочинок, фізкультура	Поліпшення складу повітря в місті, захист водойм від забруднень і випаровування
Зоологічний або ботанічний парк (сад)	Культурно-просвітня й науково-дослідна робота	Короткочасний відпочинок, захист прилеглих районів від несприятливих явищ природи й від забруднення повітря промисловими підприємствами, поліпшення мікроклімату в прилеглих районах міста
Заповідник	Культурно-просвітня й науково-дослідна робота	Туризм і тривалий відпочинок, захист міста від несприятливих природних явищ
Спортивний парк	Спорт, короткочасний відпочинок	Захист прилеглих районів від несприятливих природних явищ і від забруднення повітря промисловими підприємствами, поліпшення мікроклімату в прилеглих районах міста
Дитячий парк	Короткочасний відпочинок, фізкультура й спорт, проведення масових культурно-просвітніх заходів	Те саме
Сад (міський)	Короткочасний відпочинок	– ″ –
Сквери: – на головних площах міста	Частина архітектурного ансамблю площі й вулиці	Короткочасний відпочинок, організація транспортного руху, поліпшення мікроклімату на магістралі, частина архітектурного ансамблю магістралі
– на міських магістралях	Короткочасний відпочинок, частина архітектурного ансамблю вулиці	Поліпшення мікроклімату вулиці
– на житлових вулицях	Короткочасний відпочинок	Те саме

Великі міста відрізняються складною функціональною структурою озеленених територій. Характерні ознаки її елементів настільки різноманітні, що не дозволяють створити чіткої класифікації, що задовольняє усім можливим випадкам її організації.

Озеленені простори поділені на три великі групи: багатофункціональні парки, спеціалізовані парки й озеленені зв'язки.

Багатофункціональні парки *забезпечують найрізноманітніші види відпочинку.*

Спеціалізовані парки, що поширилися останніми роками, *зазвичай створюють умови не тільки для одного виду відпочинку, а відрізняються переважним використанням одної з рекреаційних функцій*. Спеціалізація може здійснюватись і за віковою ознакою (дитячі парки, молодіжні, для пенсіонерів тощо).

Паркваї («лінійні парки»), паркові дороги *– важливий елемент системи озеленених просторів міста, що забезпечує комфортні поїздки на автомобільному, кінному, велосипедному транспорті з метою прогулянок і відпочинку*.

Для оптимізації систем озеленення в містах виділено чотири групи спеціалізованих парків:

- для масових видів дозвілля з високим коефіцієнтом переваги в усіх вікових груп (парки для відпочинку на воді, для лижних прогулянок тощо);
- для видів дозвілля, заданих певними соціально-демографічними групами (ігрові парки для школярів, парки тихого відпочинку та прогулянок для пенсіонерів, спортивні парки для студентів);
- для унікальних видів відпочинку, розвитку і розваг (демонстраційні спортивні парки, зоопарки, тематичні парки атракціонів, ботанічні сади, парки фестивальні, етнографічні тощо);
- для видів дозвілля з низьким коефіцієнтом переваги, наприклад парки-клуби «за інтересами» – тенісистів, рибалок, юннатів тощо.

Основні багатофункціональні елементи системи зелених насаджень різних міст наведені на рисунку 3.39.

3.3.3 Норми озеленення населених міст

Норма озеленення *– площа озеленених територій загального користування, яка припадає на одного мешканця міста чи селища*, визначається залежно від чисельності населення, господарського профілю й природно-кліматичних умов населеного пункту (табл. 3.9) [16, 64].

У країнах Євросоюзу як норма озеленення міст прийнята цифра 25 м^2, а згідно з рекомендацією ООН в середньому на кожного городянина повинно припадати 50 м^2 зелених насаджень у межах міста і 300 м^2 у передмісті (зеленій зоні). До цієї норми далеко більшості українських міст (табл. 3.10, 3.11). У багатьох містах Європи, навпаки, норми озеленення витримують.



Рисунок 3.39 – Основні багатофункціональні елементи системи зелених насаджень різних міст

Таблиця 3.9 – Норми озеленення населених міст в межах міської забудови на перспективу, м^2 на 1 жителя

Види зелених насаджень	Природні зони України					
	Полісся	Прикарпаття і Закарпаття	Лісостеп	Центральна Українська лісостеп	Південна Українська лісостеп	Південний берег Криму
1	2	3	4	5	6	7
Всі внутрішньо міські насадження загального користування	17–20	17–20	17–21	12–22	17–22	17–23
В тому числі: – загальноміського значення; – житлових районів і мікрорайонів	 8–14 4–11	 8–14 4–11	 8–15 4–11	 9–16 4–11	 9–16 4–11	 9–17 4–11
На ділянках житлових будинків	7–14	7–14	7–14	7–14	7–14	7–14
На міських вулицях та майданах	5,0–6,0	5,0–7,6	5,3–6,0	8,0–9,1	8,0–9,1	8,0–9,1

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7
На ділянках: – дитячих ясел-садів – шкіл – спортивних комплексів – установ охорони здоров'я – культурно-просвітніх установ – ЗВО – технікумів – профтехучилищ	 1,34 2 3,1–4,75 1,32 0,7–0,9 0,37 0,9 0,55	 1,34 2 3,1–4,75 1,32 0,7–0,9 0,37 0,9 0,55	 1,34 2 3,1–4,75 1,46 0,7–0,9 0,37 0,9 0,55	 1,34 2 3,1–4,75 1,46 0,8–1,0 0,37 0,9 0,55	 1,34 2 3,1–4,75 1,58 0,8–1,0 0,37 0,9 0,55	 1,34 2 3,1–4,75 1,58 0,8–1,1 0,37 0,9 0,55
На промислових підприємствах	3,3–7,0	3,3–7,0	3,5–7,2	4,0–7,5	3,7–7,2	3,0–6,5
На складських територіях	0,4–1,0	0,4–1,0	0,4–1,0	0,4–1,0	0,4–1,0	0,4–1,0
У санітарно-захисних зонах	5,8–12,1	5,8–12,1	6,0–12,5	6,3–13,2	6,7–19,2	6,0–12,2
Насадження на смугах відведення вздовж швидкісних доріг, магістралей загальноміського та районного призначення, лісомеліоративні насадження	5,9–11,8	6,2–10,9	4,1–9,2	4,8–9,6	3,0–7,7	2,0–4,3

Таблиця 3.10 – Норми площі загальноміських чи сільських зелених насаджень для України, м^2 на жителя

Статус міста	Полісся, Прикарпаття, Закарпаття	Лісостеп	Степ
Значні міста	10	11	12
Середні міста	7	8	9
Малі міста та селища	8 (10)	9 (11)	10 (12)

Таблиця 3.11 – Норми площі зелених насаджень в житлових районах для України, м^2 на жителя

Статус міста	Полісся, Прикарпаття, Закарпаття	Лісостеп	Степ
Значні міста	6	6	7
Середні міста	6	6	7

Мінімальні площі планувальних одиниць значного міста наведено на рисунку 3.40.



Рисунок 3.40 – Мінімальні площі планувальних одиниць значного міста

Більшість сучасних міст відчувають дефіцит рослинності. Щорічно кількість нових споруд зростає, що, зі свого боку, серйозно впливає на мікроклімат і рівень забруднення повітря. Згідно з дослідженнями, температура міського повітря в середньому на 5–7 °С вище, а рівень вологості повітря значно нижче температури і вологості повітря в сільській місцевості. Нагрівання асфальту, дахів і стін бетонних будівель провокує нагрівання повітря. Величезна кількість кондиціонерів охолоджують повітря всередині будівель, нагріваючи водночас його зовні. Крім того, будівництво залишає все менше території для садів, парків, скверів. На сьогоднішній день проблема озеленення міської території вирішується різними методами.

Традиційні методи озеленення охоплюють створення парків, садів, скверів, зелених галявин і газонів. Вони сприяють збільшенню припливу кисню, очищенню міського повітря від домішок і забезпечення місць відпочинку для жителів. Однак не завжди видається можливим створити в міській межі парк або сквер. У такому випадку застосовуються нетрадиційні методи озеленення міських територій: вертикальне і дахове озеленення, будівництво екологічних паркувань, газонні решітки.

Метод дахового озеленення сприяє створенню комфортного мікроклімату в приміщеннях. Крім того, таке озеленення забезпечує захист будівлі від різких температурних перепадів, зменшує вміст шкідливих домішок і пилу в повітрі, підвищує його вологість. Використання дахового озеленення міських територій дозволяє також значно знизити витрати на кондиціонування та обігрів приміщень. Під час планування дахового озеленення необхідно враховувати крок крокв під металочерепицю для правильного розподілу навантаження насаджень на дах.

Вертикальне озеленення проводиться за допомогою витких насаджень. Такий метод дозволяє захистити фасади будівель від пилу, шуму, перегрівання. Екологічні паркування створюються як альтернатива звичайним паркуванням.

Для полегшення процесу благоустрою мегаполісів фахівці використовують один із сучасних матеріалів – газонні решітки. Вони використовуються як у

нетрадиційному, так і в традиційному методі озеленення міських територій. Газонна решітка становить безліч невеликих осередків, з яких росте трава. Стінки комірок захищають коріння трави від пошкоджень. Газонна решітка водопроникнена, а надлишки води виводяться в ґрунт.

Метод озеленення міських територій газонними ґратами використовується при позначенні пішохідних і велосипедних доріжок, майданчиків для кемпінгу, альтанок, лавок, паркувань тощо. Такі решітки захищають газони від пошкоджень. Крім того, газонні решітки часто використовуються на дахах і терасовому озелененні, забезпечуючи у такий спосіб не тільки естетичний зовнішній вигляд конструкції, але і захищаючи гідроізоляційний прошарок.

Забезпечуючи газонному покриттю високу міцність, решітки беруть на себе всі механічні навантаження, розподіляючи їх рівномірно по всій площі трав'яного покриття. Газонна решітка відрізняється стійкістю до ультрафіолетового випромінювання і різких температурних перепадів. Вона проста в збиранні та експлуатації.

Отже, збільшення площі зелених насаджень у місті сприяє:

– збільшенню площі парків, скверів, бульварів шляхом знесення споруд, що розташовані поряд;
– створенню нових парків на територіях промзон тощо;
– застосуванню додаткових методів озеленення території міста;
– знесенню малоцінною забудови на користь парків;
– заміні неякісних зелених насаджень здоровими;
– реконструкції існуючих парків, бульварів, скверів.

3.3.4 Приклади озеленення міст України

Норми, рекомендації, методичні розробки щодо проектування, розвитку зелених насаджень в містах істотно допомагають фахівцям, але в кожному випадку їм доводиться вирішувати конкретне завдання, виходячи із специфіки певного міста.

Система зелених насаджень міст України формувалася поступово. До неї входили як штучно створені природні елементи, так і природні.

Київ з давніх часів відомий численними садами, парками і лісами. Система зелених насаджень Києва зароджується в лісах і переходить у лісопарковий захисний пояс, а потім зеленими клинами входить у міську забудову, об'єднуючи районні парки, сади, сквери й бульвари (рис. 3.41) [51].

Площа Києва – 836 км^2, із них у межах міста забудовано 42,3 %. Іншу площу займають водоймища, а також зелені масиви й насадження загального користування. Площа зелених масивів й насаджень складає 214 км^2, що є одним із найкращих показників у світі. Населення Києва складає 2,626 млн. чоловік, тобто зелених насаджень на одну людину становить 8,15 м^2. Зелені насадження загального користування рівномірно розподілені по місту і значно покращують його мікрокліматичні умови. Зони масового відпочинку розташовані в приміській зоні зазвичай у водойм, вони займають більше 36 тис. га. Наразі в місті 66 парків, 232 сквери, 33 бульвари (рис. 3.42). Міське зелене будівництво ведеться за планом, який дозволить збільшити площу зелених насаджень загального використання до 40 м^2 на кожного жителя міста, для цього збільшилася площа розсадників і оранжерей.

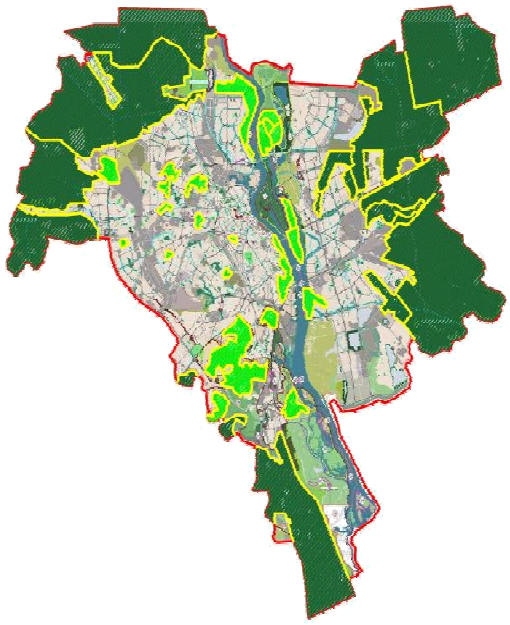


Рисунок 3.41 – Схема зелених територій м. Києва

Характерним прикладом організації системи озеленення найбільшого міста може бути зелена зона м. Харкова із міськими садово-парковими насадженнями (рис. 3.43) [28].

Площа зелених масивів парків і садів, бульварів і скверів, а також інших насаджень становить понад 5 200 га, з яких 2 500 га припадає на Лісопарк. До послуг жителів 31 парк, 5 садів, 150 скверів і бульварів, понад 500 озеленених куточків відпочинку. На кожного жителя міста припадає, у середньому, 15 м^2 зелених насаджень. Флора Харкова представлена широколистяними, сосновими та змішаними лісами, у яких часто зустрічаються дуб, каштан, липа, береза, верба, вільха, рідше – граб, сосна, ялина, модрина, тополя, клен. Для підліска найбільш характерні клен польовий, клен татарський, шипшина, терен, ліщина.

Площа Харкова становить більше 300 км^2, зелені насадження загального користування становлять 1 801 га. Існуюча забезпеченість насадженнями загального користування становить 11,2 м^2/чол. Загалом по місту зелені насадження розміщені нерівномірно. Найбільш висока забезпеченість у Новобаварському (26 м^2/чол.), Шевченківському (18 м^2/чол.), Київському (14 м^2/чол.) районах; найменша – у Московському (3,7 м^2/чол.), Немишлянському (3,6 м^2/чол.), Хо-

лодногірському, Основ'янському, Слобідському, Індустріальному (2 м^2/чол. та менше) районах (рис. 3.44).

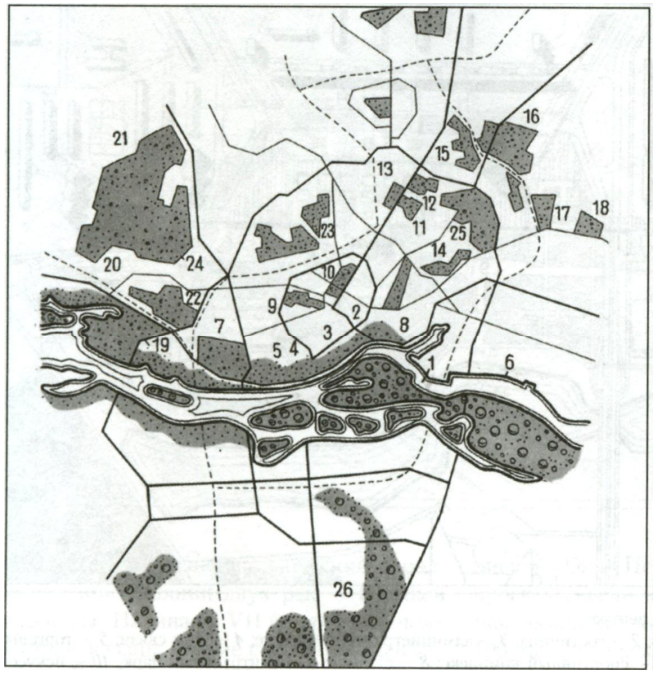


Рисунок 3.42 – Система озеленення м. Києва: 1 – ЦПКіВ; 2 – Хрещатий парк; 3 – Міський сад; 4 – Маріїнський парк; 5 – Парк Вічної Слави; 6 – Парк «Муромець»; 7 – Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України; 8 – Парк «Володимирська гірка»; 9 – НСК «Олімпійський»; 10 – Ботанічний сад імені О. В. Фоміна; 11 – Зоопарк; 12 – Пушкінський парк; 13 – Парк Київського політехнічного інституту; 14 – Сирецький парк; 15 – Нивки (парк); 16 – Сирецький гай; 17 – Парк «Кирилівський гай»; 18 – Юннатський дендропарк; 19 – Парк імені М. Островського; 20 – Голосіївський парк; 21 – ВДНГ (Експоцентр України); 22 – Парк дикої природи «Лиса гора»; 23 – Солом'янський ландшафтний парк; 24 – Парк «Відрадний»; 25 – Бабин Яр; 26 – Парк Партизанської Слави

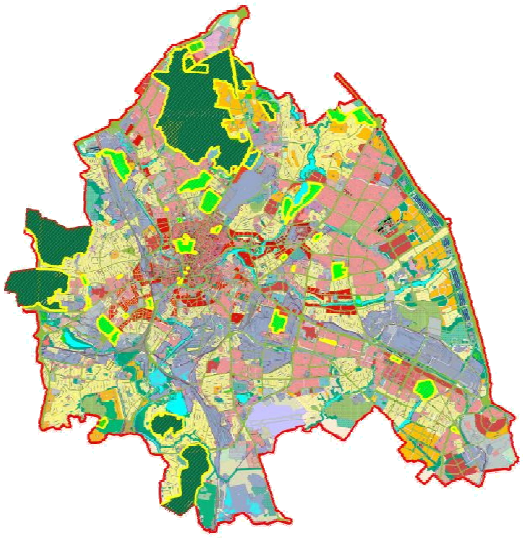


Рисунок 3.43 – Схема зелених територій м. Харкова

За функціональним використанням місць відпочинку загального користування генеральним планом передбачалося створення різноманітних поліфункціональних парків: загальноміського, районних, садів і парків житлових районів, спеціалізованих парків: дитячих, молодіжних, спортивних, меморіальних, зоопарку, ботанічного саду, гідропарків та лугопарків; уздовж Харківських річок з організацією набережних та пляжів.

Особливу увагу необхідно приділити організації парків на території Салтівського й Олексіївського житлових масивів, а також у Московському, Немишлянському, Слобідському, Новобаварському районах, де є передбачені генеральним планом міста території уздовж річок Харків, Немишля, Лопань, на колективних садах по проспекту Тракторобудівників, на кар'єрах колишніх цегельних заводів по пр. Гагаріна, вул. Академіка Павлова й інших майданчиках.

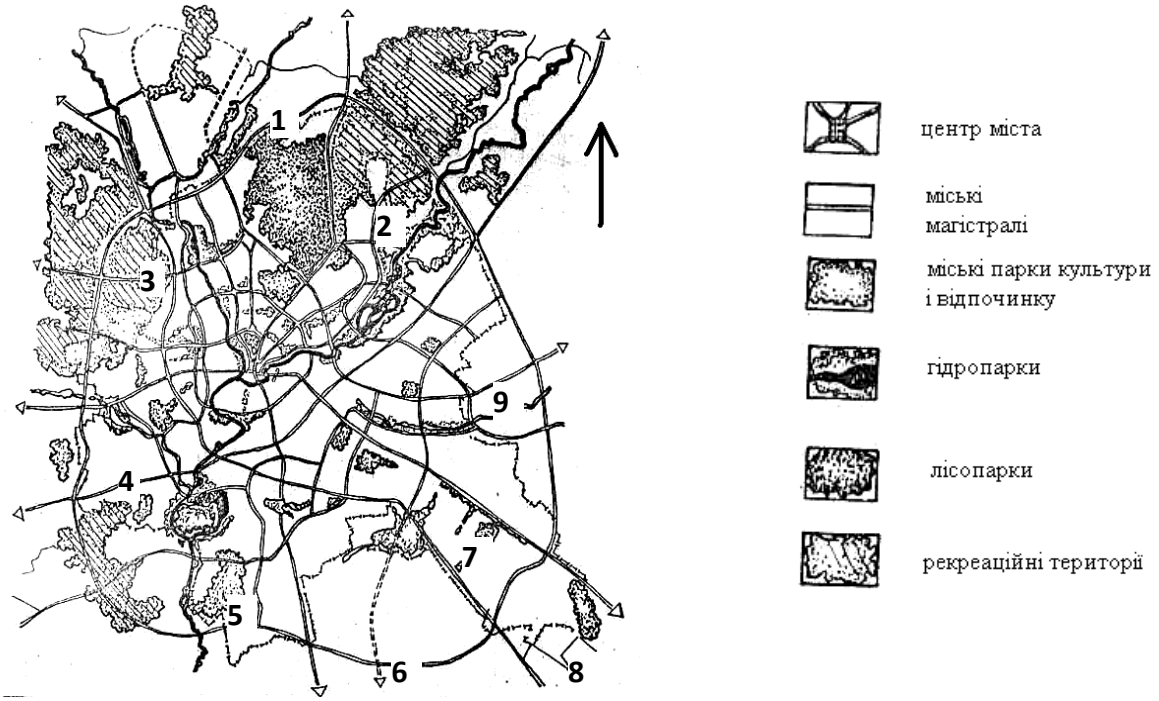


Рисунок 3.44 – Система озеленення м. Харкова:
1 – Шевченківський район; 2 – Київський район; 3 – Холодногірський район; 4 – Новобаварський район; 5 – Основ'янський район; 6 – Слобідський район; 7 – Немишлянський район; 8 – Індустріальний район; 9 – Московський район

Територіальний розвиток м. Харкова спричинив те, що багато ландшафтних об'єктів перетворилися в місця рекреації населення житлових районів і розпочався процес деградації природного середовища. Практично всі лісопарки міста, а їх усього чотири, перебувають у кризовому стані. Погіршується екологічний стан і багатьох центральних парків. У зв'язку з цим назріла необхідність глибоко продуманої реконструкції на основі нової планувальної структури, яка б давала змогу регламентувати потік рекреантів, поліпшити поліфункціональну структуру відпочинку та передбачити заходи для збереження і відновлення природного середовища.

Запитання для самоконтролю

1. *Проаналізувати періоди розвитку систем зелених насаджень.*
2. *Проаналізувати основні класифікаційні характеристики зелених насаджень.*
3. *Надати визначення нормі озеленення.*
4. *Охарактеризувати об'єкти системи зелених насаджень.*
5. *Проаналізувати системи зелених насаджень сучасних міст.*
6. *Проаналізувати цільове використання різних категорій зелених насаджень.*

3.4 Рослинний матеріал у міському зеленому будівництві

3.4.1 Характеристика хвойних і листяних деревинно-чагарникових рослин

У розпорядженні фахівців є багатий вибір листяних і хвойних порід дерев та чагарників, що пристосовуванні до різноманітних умов і розрізняються за висотою, формою, щільністю крони, характером облистіння, кольором листя в різні пори року та за іншими ознаками [24, 91].

Дерева розрізняють *за величиною*:

– 1-ї величини – високорослі (висотою 20 м і більше) – ялина звичайна, модрина сибірська, ялиця кавказька, сосна звичайна, береза бородавчаста, бук звичайний, дуб черешчатий, верба біла, клен гостролистий, липа крупнолиста, вільха чорна, тополя біла, тополя чорна, ясень звичайний;

– 2-ї – середньорослі (висотою 10–20 м) – ялина канадська, модрина японська, ялиця бальзамічна, сосна піцунжська, тис ягідний;

– 3-ї – низькорослі (висотою 5–10 м) – ялівець віргінський, ялівець високий, сосна Банкса, клен татарський, айва звичайна, горобина звичайна, черемха звичайна, яблуня ягідна.

Чагарники за величиною поділяють:

– високі (2–5 м): ялівець звичайний, акація жовта, бересклет європейський, глід звичайний, бузина чорна, бузина червона, калина звичайна, клен гіннала, ліщина, маслинка вузьколиста, бузок звичайний;

– середньої висоти (1–2 м): сосна гірська низькорosла, айва японська, барбарис звичайний, спірея острозубчатая, спірея верболистна, смородина золотиста;

– низькі (0,5–1 м): ялівець козацький, дейція витончена, мигдаль низький, спірея японська.

За швидкістю зростання дерева та чагарники бувають:

– ті, що дуже швидко ростуть – щорічний приріст до 2 м і більше – евкаліпти, тополя чорна, тополя пірамідальна, тополя берлінська, тополя канадська, тополя бальзамічна, осика, верба біла, верба вавилонська, береза бородавчаста, акація біла, гледичія, клен сріблястий.

Чагарники: карагана деревовидна (жовта акація), бузина чорна, бузина червона, бузок, дейція городчата, форзиція поникла та інші види того ж роду, спіреї – горобинолистяна, калинолиста, Вангутта;

– ті, що ростуть швидко – щорічний приріст до 1 м – горіх чорний, ясень звичайний, горіх грецький, ясень пенсільванський, катальпа чудова, дуб черво-

ний, в’яз шорсткий (ільм), в’яз дрібнолистий, модрина європейська, модрина сибірська, сосна звичайна, сосна Веймутова, ялина звичайна.

Чагарники: ліщина звичайна, жимолость татарська, маслинка вузьколиста, клен татарський, бересклет європейський, калина звичайна, дерен червоний, дерен сибірський, олеандр, маслинка колюча, смородина золотиста;

– ті, що ростуть помірно – щорічний приріст до 0,5–0,6 м – в’яз гладкий, в’яз листоватий, клен гостролистий, клен польовий, дуб черешчатий, дуб скельний, граб звичайний, липа дрібнолиста, липа сріблясta, ялиця кавказька, ялиця сибірська, туя західна, ялина колюча, ялівець віргінський;

Чагарники: клен гіннала, скумпія, бузок звичайний, гібіскус сірійський (мальва сирійська), трилистий лимон, лавровишня, бересклет японський, айва японська, сосна гірська низькорослa;

– ті, що ростуть повільно – щорічний приріст до 0,25–0,3 м – груша лісна, яблуня лісова, яблуня сибірська, магнолія великоквіткова, сосна кедрова, біота східна;

Чагарники: глід звичайний, гранат, кизил звичайний, бирючина звичайна, обліпиха, лавр благородний, магонія, ялівець звичайний, ялівець козацький;

– ті, що ростуть дуже повільно – щорічний приріст до 0,15 м – самшит вічнозелений, карликові форми листяних і хвойних порід, ялівець високий, тис ягідний.

Чагарники: самшит дрібнолистий, бересклет японський дрібнолистий, чагарникові форми тиса, усі карликові чагарникові форми листяних і хвойних деревних порід.

У більшості порід найбільш інтенсивний ріст спостерігається в порівняно молодому віці: у берези – 10–15 років; у осики – у 20–30 років; у модрини – 20–30 років; у сосни звичайної – 20–40 років; у дуба черешчатого – 20–30 років.

Тривалість життя деревних рослин має велике значення в зеленому будівництві не тільки з економічних, але й з естетичних міркувань, оскільки старі, потужно розвинені дерева становлять велику декоративну цінність, ніж молоді.

Деревні рослини мають неоднакову довговічність. Швидкоролі породи (тополі, верби, берези) зазвичай менш довговічні, ніж повільно зростаючі (дуб, липа, клен гостролистий). Проте з цього правила є виключення. Зокрема, платан, який є швидкорослим деревом, у той же час і дуже довговічний.

До динамічних і в той же час довговічних порід належать також ясен звичайний і секвоя вічнозелена.

За довговічністю дерева і чагарники можуть бути поділені на чотири групи: дуже довговічні (дерева – 500 і більше років, чагарники – 100 і більше ро-

ків), довговічні (дерева – 200–500 років, чагарники – 50–100 років), середньої довговічності (дерева –100–200 років, чагарники – 25–50 років), недовговічні (дерева – до 100 років, чагарники – до 25 років).

Особливо різко скорочується довговічність зелених насаджень у несприятливих умовах міста внаслідок забруднення повітря пилом, димом і шкідливими газами, бідність ґрунтів поживними речовинами і засмічення їх шкідливими домішками, а також погіршення водного і повітряного режиму ґрунту в результаті її ущільнення і пристрої непроникних для води і повітря асфальтових і бетонних покриттів тротуарів.

Для створення територій озеленення основним посадковим матеріалом є саджанці дерев і чагарників, які сформовані в деревинно-декоративних розсадниках.

Вибір конкретного дендрологічного складу до озеленення об'єкта залежить від ареалу природного розповсюдження порід, а також від зовнішніх умов навколишнього середовища й фізіологічних особливостей рослин, які в сукупності впливають на життєстійкість і якість створюваних садово-паркових композицій.

3.4.2 Композиційні елементи зелених насаджень

Види зелених насаджень – певна сукупність деревних і трав'янистих рослин, яка використовується як композиційний елемент під час створення площі озеленення [16, 24, 91].

Зелені насадження складаються з таких видів:

1) ***гаї*** *– невеликі лісові масиви, найчастіше однопорідні за складом і віком насадження на площі від 0,25 до 0,5 га*. Найбільш поширені березові, дубові, соснові, ялинові ліси. Вони можуть бути природного та штучного походження. У березових білокорих гаях багато світла, вони викликають почуття радості. Соснові гаї з їх бронзовими колонами стовбурів, ажурними кронами і смолистим запахом викликають відчуття урочистості, створюють святковий настрій. Дубові й ялинові ліси з їхнім напівсутінком і темними стовбурами викликають відчуття таємничості й очікування чогось чудесного. У паркові гаї висаджують по 10–200 дерев;

2) ***масив*** *– сукупність великої кількості дерев, які ростуть на значній площі*. Розрізняють зімкнуті (повнота більше за 0,5) і розімкнені лісові масиви. Лісові масиви можуть бути природного та штучного походження, чисті та змішані. Вони утворюють закриті та напіввідкриті ландшафти (тобто загальні види місцевості). Створюють враження величності природи.

Масиви насаджень лісового типу застосовують, щоб відтворити природний ландшафт, вони займають площу від 1 га до 4 га в парках і десятки гектарів у лісопарках, створюються штучної посадкою (паркові масиви) або формуються з природних лісових насаджень.

Бувають одно– й багатопорідні, із збереженням домінуючого значення однієї чи декількох порід. Масиви складають з дерев і чагарників різної величини і віку. До деревинного масиву під час озеленення включають більше за 50 дерев.

Правильний вибір головної та супутніх порід є основою стійкості та декоративності насадження.

Рядова посадка, особливо за створення невеликих паркових масивів, небажана, оскільки посилює враження штучності.

Контурам масиву надають неправильну, природну форму. Під час формування галявин використовують найбільш декоративні та красивоквітучі рослини;

3) ***деревинно-чагарникові групи.*** Дерева і чагарники достатньо добре поєднуються між собою з урахуванням їхньої відповідності певному фізіономічному вигляду. У такому разі поєднання різних видів доцільно вести за формою і архітектонікою крони, забарвленням тощо.

Деревинно-чагарникові групи складаються з 3–5 дерев або чагарників. Зазвичай їх створюють штучно, розміщуючи на галявинах, перехрестях доріг та узліссях лісових масивів, гаїв для внесення різноманітності в однотонність пейзажу. Групи мають бути красивими і добре виділятися на наявному тлі наче дорогоцінне каміння. На білому березовому узліссі гарні будуть зелені куртини з горобини гіркої з червоними кетягами ягід; на зелено-бронзовому узліссі соснового лісу – білостовбурна група з берези; на темній дубовій галявині – білолисті сріблясті клени або маслинка вузьколиста тощо.

Групи можуть бути за складом порід – чистими і змішаними; за фактурою – ажурні й щільні; за формою – колоноподібні, пірамідальні, плакучі, кулясті; за величиною – малі (3–5 дерев), середні (5–10 дерев), великі (15–30).

Розміри їх зазвичай не перевищують максимальної висоти дерев або чагарників.

Максимальна відстань між деревами під час створення груп приймається рівним діаметру крони (3–5 м).

У разі використання маломірних саджанців їх потрібно висаджувати в більшій кількості, ніж запроектовано за розміром групи, а відстань між ними зменшити до одного метра. У процесі зростання гірші рослини видаляють, поки

не залишиться потрібна кількість примірників. Водночас важливо не допустити повного зімкнення крон та відмирання нижніх гілок.

Витрата посадкового матеріалу цінних порід можна скоротити за допомогою тимчасової підсадки в групу чагарників. Це допомагає швидше отримати необхідний декоративний ефект.

Тіньовитривалі види рослин (ялина, ялиця, липа, клен гостролистий, в'яз, граб) висаджують щільними однопорідними групами. Крона у цих дерев густа, що доходить майже до самої землі, це надає їм монументальність.

У світлолюбних порід (сосна, модрина, береза, ясен, біла акація) нижні і затінені гілки в середній частині крони швидко відмирають. Групи виходять просвідчасті і для створення необхідної щільності іноді потрібно додати певну кількість тіньовитривалих дерев і чагарникове узлісся.

Дерева в групах розміщуються довільно.

Рідкісні та цінні декоративні породи необхідно розміщувати малими групами, щоб найбільш повно показати форму крони, малюнок гілок і характер облиствіння (рис. 3.45).

У групі, що складається з трьох примірників, дерева бажано висаджувати по вершинах рівностороннього трикутника, з чотирьох – по кутах різнобічного чотирикутника, з п'яти примірників — по кутах неправильного чотирикутника і одне дерево всередині, на деякому видаленні від центру тощо.



Рисунок 3.45 – Декоративні (ландшафтні) групи дерев і чагарників

Чагарникові групи під час формування садово-паркового пейзажу відіграють переважно допоміжну роль. Чагарники підсаджують до дерев як у вигляді підліска, для чого використовуються тільки тіньовитривалі породи, так і для формування узлісся. У результаті збільшується щільність деревної посадки, особливо в нижній частині, і досягається плавність переходу від деревної групи до газону.

Під час компонування чагарникових груп посадку починають з центру, де висаджують найбільші екземпляри, а по краях більш дрібні.

Відстань між великими кущами в групі має бути 2–2,5 м, між середніми – 1,5–2 м і між дрібними – 0,5–1 м; щоб прискорити змикання, рослини можна висаджувати і густіше, але в подальшому необхідно проводити проріджування.

Якщо чагарники мають світле забарвлення листя, білі, жовті або помаранчеві квітки, добре помітні на відстані, їх можна розташовувати в глибині галявини, подалі від доріжок.

Чагарники темних тонів (червоного, фіолетового, синього), а також червонолисті форми бажано висаджувати на передньому плані, поблизу доріжок і алей.

Необхідно враховувати також терміни цвітіння кожного виду і прагнути забезпечити найбільшу тривалість і навіть безперервність цвітіння певної композиції.

Декоративність та мальовничість молодих чагарникових груп можна посилити застосуванням квіткових багаторічників у вигляді узлісся.

Найбільшої декоративності та розмірів дерева досягають до 20–30 років, а чагарники – до 3–5, тому в окремих видах посадок чагарникові групи можуть виконувати і самостійну роль.

4) ***солітери (ординари)*** *– дерева та чагарники розташовані поодиноко,* їх висаджують для прикраси на невеликих галявинах, газонах, майданчиках, полі, у віддаленні від зеленого масиву. Відстань від солітера до глядача повинна бути не менше двох його висот. Форми дерева без помітного спотворення сприймаються з відстані, що дорівнює трьом його висотам. Великий солітер добре сприймається з відстані 300–400 м. Класичними солітерами вважаються дерева з красивою формою і кольором крони (дуб, береза, особливо її плакучі форми, липа, модрина, ялина звичайна форма блакитна, верба, клен гостролистий форма Шведлера тощо) красивоквітучі чагарники (троянда, бузок, жасмин, спірея, калина тощо).

Поодинокі посадки – деталь композиції, її різкий, контрастний штрих. І як деталь, посадки мають гармонійно поєднуватися з навколишнім пейзажем, або створювати яскравий, але виправданий контраст.

Відстань одиночної посадки від групи або масиву повинна бути достатньо великою, щоб у дорослому стані дерево не змикалося з ними. Для таких ширококронних дерев, як клен сріблястий, дуб черешчатий чи горіх маньчжурський, вона повинна становити 20–25 м, тобто не менше максимальної висоти, що досягається видом у місцевих умовах при вільному стоянні.

Найбільш добре посадки солітерів виглядають на фоні зелені газону, луки як композиційного центру. Тінь від солітера не повинна торкатися кромки фонових насаджень.

Місце посадки солітера на місцевості обирається також відповідно розмірам і формі крони рослини. Поблизу будинків, на партерах доцільні дерева з правильної конусоподібної або кулястої кроною; на галявинах, на тлі зеленого масиву дерева з розлогою кроною; на невеликих майданчиках з обмеженим оглядом – низькі рослини або чагарники; для посадки біля води – плакучі форми. На невеликих ділянках ефектні рідкісні екзоти і садові форми (кулястої або плакучою крони, розсіченолисті, ряболисті тощо), а також красиво квітучі чагарники.

Для малого саду і для великих просторів застосовують різні солітери. На великому просторі роль домінанти може відігравати манчжурський горіх або дуб черешчатий, а в малому саду буде достатньо гірської сосни, куща бузку, туї західної;

5) ***лінійні посадки*** *– витягнуті в ряд посадки дерев або чагарників*. У таких посадках бажано висаджувати одну породу дерев; усі дерева повинні мати приблизно однакову висоту; від планувальних елементів дерева висаджують на однаковій відстані. Лінійні посадки бувають одно- й багаторядні. Відстань між деревами залежить від призначення посадки – 2,5–5,0 м. Серед лінійних посадок розрізняють: алеї, живоплоти, бордюри, шпалери.

Алейними посадками *дерев і чагарників називають двобічну посадку дерев уздовж дороги, на вулиці або уздовж доріжок у парку*.

Алеї найчастіше створюють з якого-небудь одного виду деревної породи: берези, липи, клена, тополі, модрини. Алея служить прекрасною прикрасою дороги, підкреслює її прямолінійність, створює перспективу, оберігає пішоходів від сонячної спеки, негативного впливу проїзної частини.

Розділові смуги можуть утворюватися чистими газонами, газонами з посадками дерев, квітниками.

Порода дерев залежить від довжини, ширини алеї та її призначення. На довгій широкій алеї можуть рости могутні дерева з широкими кронами, на коротких і вузьких – доречніші дерева з вузькими кронами.

Для алеї, що веде до суворої архітектурної споруди, більше підійдуть строгі форми крон, зокрема пірамідальні, а для алеї, що веде до лугу або ставка,– розлогі аж до плакучих форм.

Тіньовитривалі породи з щільною кроною утворюють темні алеї; світлолюбні, що характеризуються просвітчастій кроною, – світлі. З більш світлолю-

бних порід можна застосовувати берези, в'яз, багато тополі тощо. Гарні хвойні алеї дають всі ялини і модрина.

Відстань алейних дерев від краю доріжки залежить від складу деревних порід, призначення алеї, її характеру і ширини доріжки. Коли необхідно створити дуже зімкнену алею – зелений тунель,– дерева можна висаджувати близько від доріжки, навіть на відстані 0,5 м. Але в більшості випадків алейні ряди сприймаються краще, якщо вони відсунуті від краю доріжки і відділені від неї рівною смужкою газону.

Відстані в ряду при посадці дерев в алеї коливаються від 2,5 м до 6 м. Мінімальна відстань між деревами в ряду для вузькокроних порід – 4 м, ширококронних – 6 м. Для ширококронних і тіньовитривалих порід, у яких крона опущена до самої землі, ширина алеї має бути 14–16 м. Дерева з більш вузькою кроною вимагають ширини 10–12 м. Якщо алея має ширину менше 10 м, її можна оформити низькорослими рослинами і деревами з пірамідальною кроною. Алеї шириною менше 6 м не допускаються, оскільки вони не забезпечують роз'їзду двох автомашин. Дерева з дуже розлогими кронами для алейних посадок мало придатні. Зовсім не придатні дерева, що дають кореневі нащадки. Використання декількох порід в алейних посадках не допускається, тому що знижується декоративність та стійкість дерев.

Для створення багаторядних захисних лінійних посадок застосовують посадку дерев у шаховому порядку.

Кенконс *– спосіб посадки дерев у шаховому порядку, що забезпечує видимість по діагональних напрямках між стовбурами*. Крони мають бути підстрижені по одній лінії, стовбури внизу відкриті;

6) ***живоплоти*** *– вільно зростаючі чи формовані чагарники (рідше дерева)*. Живоплоти класифікують за висотою – високі (вище 1,6 м), середні (0,6–1,5 м), низькі (до 0,5 м), бордюри (0,1–0,25 м); за кількістю рядів у них – одной багаторядні; за системою догляду за ними – стрижені, не стрижені, сформовані за допомогою спеціальних конструкцій (рис. 3.46). За складом рослин – хвойні, листяні, квітучі. Тип живоплоту підбирається залежно від його призначення.

Живопліт створюють замість штучних огорож. Найчастіше для цього використовують чагарники. Захисні огорожі створюють з колючих чагарників, а декоративні огорожі – з чагарників з красивими квітами або листям (бирючина, кизильник, жасмин, бузок). Живоплоти у паркових насадженнях підстригають.

З дерев, що добре реагують на стрижку, у парках створюють *зелені стіни*. Для зелених стін підбирають дерева з низьким штамбом. Кращими породами для живих огорож, що підстригаються, є глоди, кизильники, сніжник;



а) б)

Рисунок 3.46 – Стрижені й нестрижені живоплоти:
а) глід; б) кизильник

7) ***вертикальне озеленення*** *– застосовують для декорування вертикальних площин, будинків, споруд; для створення мікроклімату – захист від перегрівання приміщень, зниження міського шуму*. Вертикальне озеленення зручне тим, що здатне в порівняно короткий термін створювати щільне мальовниче зелене покриття вертикальних стін (альтанок, підпірних стінок та інших споруд). Для вертикального озеленення використовуються виткі багаторічні рослини з різноманітними формами квітів і плодів, фактури і забарвлення листя. Багато з них легко розмножуються. Ліани, застосовувані у вертикальному озелененні, умовно підрозділяються на: виткі – рослини з утечками, що обвиваються безпосередньо навколо опори; що чіпляються – рослини прикріплюються до опори за допомогою вусиків присосків, повітряних коренів, листкових черешків. Ліани придатні для створення пергол, альтанок, тінистих алей, вони чудово доповнюють і прикрашають підпірні стінки, огорожі. Вертикальне озеленення дозволяє збільшити площу зелених насаджень, приховати деякі ділянки саду і будівель.

Для цього використовують різні виткі рослини: виноград, хміль, гліцинію тощо;

8) ***квітникове оформлення території*** *– засіб прикрашання площ, бульварів, садів, парків, будинків та ін. територій міста*. У садово-парковому будівництві застосовують такі види квіткового оформлення (квітники): клумби, рабатки, бордюри, міксбордери, стрічки, солітери, групи, масиви, модульні квітники, кам’яні сади, розарії, ландшафтні квітники, квіти в ємкостях, сади безперервного цвітіння;

9) ***газони й луки*** – трав'яні покриття. ***Газон*** *– це площа, яка покрита злаковою трав'яною рослинністю, іноді з домішками широколистяних трав*. У садово-парковому будівництві створюються такі види газонів: декоративні, спортивні, спеціальні.

Група декоративних газонів має безліч видів і є найбільш популярною. Трав'яне покриття такого типу можна побачити біля будинків, дач, у парках та інших місцях відпочинку. Воно складається з спеціальних видів рослин, які завдяки дуже швидкому розростанню створюють густий килим з чудової зелені. *Спортивні газони* складаються з дуже витривалих до навантажень трав. Вони використовуються на полях, призначених для спортивних занять або змагань. Спеціальні трав'яні покриття призначені не тільки для благоустрою. Вони виконують певні функції, що визначає місця їхнього використання. *Спеціальні газони* створюються з певною метою. На укосах і схилах застосовуються трави, що мають дуже сильну кореневу систему. Завдяки цьому зміцнюється ґрунт. Спеціальні газони відрізняються здатністю поглинати шкідливі речовини у великих обсягах. Їх часто використовують біля АЗС, автомобільних доріг і залізниць, промислових підприємств. Вони чудово поглинають шум, що зумовило їхнє використання біля аеродромів та майданчиків для гелікоптерів.

Залежно від характеру застосування, способу влаштування і складу декоративні газони поділяються на *звичайні, партерні, лугові й мавританські*.

Партерний *– це газон дуже високої якості, що вимагає ретельного догляду*. Для його створення використовуються низькорослі трави, що мають тонкі та ніжні пагони листя: мітлиця тонка і паросткова, райграс багаторічний, костриця червона та інші види трав. Вони дуже добре розростаються і кущаться, завдяки чому галявина такого типу має високу густоту і бархатисту поверхню, переважаючи розростанню бур'янів. Можна зустріти різні види газонів на ділянці біля будинків, але партерний завжди знаходиться на самих видних місцях. Він чудово поєднує елементи ландшафтного дизайну і відмінно підкреслює архітектурні особливості будівель.

Звичайний газон зазвичай використовують для озеленення. Він трохи поступається партерному, але все одно має відмінну якість. Трави, які використовують для одержання такого типу газону, мають однаковий колір і відрізняються високою густотою. Для отримання суміші найчастіше беруть насіння таких трав: м'ятника лугового, лісового або сплюсненого, рейграса пасовищного, костриці овечої і червоної, єжи збірної. Для отримання густого однорідного дерну в місцях затінювання до складу додають насіння білої конюшини. Цей газон стійкий до витоптування, що дозволяє застосовувати його на територіях відпо-

чинку.

Луговий газон часто використовують для озеленення садів, парків чи зон відпочинку. Суміш складають із злакових трав з додаванням насіння деяких квітучих лучних рослин. Стрижку проводять близько двох разів на рік. Для створення яскравого лугового покриття в склад насіння додають суміш мавританського газону.

Мавританський газон називають квітучим, оскільки, крім злакових, у нього входять і квітучі трави. Щоб такий газон виглядав яскраво протягом довгого часу, підбирають рослини, які змінюють один одного в періоди цвітіння. До складу суміші входять люпин, волошки, ромашки, маки або інші квітучі трави. Варто зауважити, що така галявина не підходить для парадної частини території: клумби, альпійські гірки або інші елементи дизайну будуть непомітні на її тлі.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть основні композиційні елементи ландшафтної композиції. Надайте їм визначення?
2. За якими ознаками характеризуються хвойні й листяні деревинно-чагарникові рослини?
3. За якими принципами здійснюється підбір порід дерев і чагарників?
4. Надайте характеристику різним видам зелених насаджень.
5. Назвіть основні види квіткового оформлення?
6. Якими рослинами і як забезпечується декоративність квітників?

3.5 Формування та інвентаризація зелених насаджень

3.5.1 Основні роботи з озеленення територій

Роботи з озеленення здійснюють в тісному ув'язуванні з роботами з інженерної підготовки, забудови й впорядкування територій, що озеленюються, відповідно до проекту організації будівництва.

План організації провадження робіт з озеленення території передбачає: черговість і календарний графік виконання робіт; потребу в посадковому й будівельному матеріалі, календарний графік їх постачання; потребу в робочій силі і механізмах, графік забезпечення ними; потребу в транспорті й календарний графік їхнього забезпечення; потребу в інструментах і пристроях; перелік, розрахунок потужності, характеристику і розміщення на ділянці тимчасових споруд (прикопочні пункти, службові приміщення, улаштування з переробки ґрунту тощо) [22, 86, 91].

План організації провадження робіт щодо озеленення має бути узгоджений із загальним планом організації будівельних робіт і календарним графіком їхнього проведення, що є в організації, яка виступає в ролі генпідрядника.

Під час складання зведених графіків і циклограм усього комплексу робіт із будівництва житлових масивів варто враховувати, що влаштування газонів і підготовка посадкових місць не можуть здійснюватися в зимовий період, а масові посадки саджанців доцільно виконувати навесні чи восени, під час посадкових сезонів. Посадку дерев і чагарників можна робити також узимку і влітку. Однак така поза сезонна посадка вийде в кілька разів дорожче, ніж звичайна, тому може здійснюватися тільки в обмежених масштабах, переважно в тих місцях, де намічається посадка крупномірних дерев із грудкою та хвойних порід.

Важливо, щоб на ділянках, які намічені під озеленення, були закінчені до посадкового сезону всі види робіт з вертикального планування, з прокладання і засипання траншей підземних комунікацій, улаштування проїздів і тротуарів, а також зведення і засипання фундаментів будинків.

Для забезпечення своєчасного і якісного виконання робіт з озеленення їх необхідно розпочинати в період підготовки території до будівництва і вести потоковим методом з таким розрахунком, щоб вони були закінчені повністю на всій території одразу після закінчення будівельно-монтажних робіт, до здачі об’єкта в експлуатацію.

3.5.2 Інвентаризація та атестація створених зелених насаджень

Загальні відомості проведення інвентаризації

Інвентаризація *– це періодична перевірка наявності всіх конструктивних елементів об’єкта, що значаться на балансі підприємства міського зеленого господарства, їхнього якісного стану, схоронності й правильності змісту й охорони, зобов’язань і прав на одержання засобів, ведення господарства й реальності даних обліку*. Інвентаризація – це документальний статистичний й якісний облік всіх садово-паркових елементів, що перебувають на цьому об’єкті. Інвентаризації підлягають всі об’єкти громадського користування: парки, сади, бульвари, сквери, вулиці й проїзди. Інвентаризація проводиться також і на територіях відомчого користування, на яких є зелені насадження, – фабрики, заводи, підприємства, транспортні організації тощо.

Інвентаризацією конструктивних елементів на території об’єкта озеленення вирішуються такі завдання:

– періодичний облік стану насаджень і всіх конструктивних елементів (через кожні 3–5 років);

– оцінка насаджень і всіх конструктивних елементів об'єкта у зв'язку з його реконструкцією й відновленням.

Під час інвентаризації зазвичай виявляються які-небудь зміни в початковому ландшафтно-архітектурному задумі, пов'язані з утворенням порослі, переущільненням посадок рослин, витоптуванням газонів, ушкодженням майданчиків і дорожньої мережі, порушенням типу об'ємно-просторової структури. *Періодична інвентаризація* зелених насаджень і всіх конструктивних елементів об'єкта проводиться з метою планомірного ведення садово-паркового господарства на об'єктах, одержання достовірних обсягів робіт із догляду за зеленими насадженнями, по складу всіх конструктивних елементів. На підставі отриманих за інвентаризацією даних складаються відомості обсягів робіт по капітальному й поточному ремонту окремих елементів – дерев, чагарників, газонів, квітників, дорожно-стежкової мережі, паркових споруджень, малих форм і стаціонарного встаткування; по підтримуванню певного типу об'ємно-просторової структури насаджень й їхніх типів. Інвентаризацію проводять також з метою визначення локальних або масових профілактичних заходів щодо боротьби зі шкідниками й хворобами зелених насаджень [49, 100].

За допомогою робіт з інвентаризації уточнюються показники об'єкта відповідно до даних паспорта, а саме:

– загальна площа під зеленими насадженнями, зокрема під деревами, чагарниками, квітниками, газонами, під доріжками й майданчиками;

– площа під спортивними площинними спорудженнями, під будинками й спорудженнями, стаціонарним устаткуванням, ставками, басейнами тощо;

– типи садово-паркових насаджень, їхня видова сполука дерев і чагарників, їхня кількість, вік, діаметр на висоті 1,3 м (для дерев), їхній стан;

– стан і приналежність стаціонарних інженерно-архітектурних споруджень і садово-паркового встаткування – пам'ятники, скульптури, фонтани, каскади, альтанки, трельяжі тощо, – а також будинків і споруджень господарського призначення – адміністративні будинки, оранжереї, господарський двір тощо, – підземні або наземні інженерні мережі й комунікації, їхня кількість;

– зміни в типі об'ємно-просторової структури, щільності насаджень.

За даними інвентаризації розробляють інвентарний план і вносять корективи в паспорт садово-паркового об'єкта. Реєструються всі зміни елементів, що виникли за період. Дані по інвентаризації озеленених територій міста (селища) вносять до загального реєстру міських озеленених територій. Дані зводять в таблицю зведених даних про зелені насадження на територіях міського району, міста, усього населеного пункту.

Методика проведення інвентаризації садово-паркових об'єктів

Інвентаризацію роблять відповідно до інструкції про інвентаризацію зелених насаджень у містах, робочих, дачних і курортних селищах, складеної бюро технічної інвентаризації (БТІ) [49]. Кращим часом проведення цих робіт є весна або рання осінь. Вихідними даними для проведення інвентаризації об'єкта є існуючий генеральний план об'єкта території в М 1:500 (1:200) або виконавчі креслення (посадкові, розбивочні) на підставі геодезичного плану. Якщо проектна документація на об'єкт відсутня взагалі, то власник території зобов'язаний замовити повторний проект на базі отриманого геодезичного плану. На об'єкт замовляється геодезичний план за спеціальним договором. Геодезичний план у М 1:500 замовляється на підставі отриманого в районного архітектора ситуаційного плану в М 1:2000.

Організації, що проводять інвентаризацію за договорами, зберігають оригінали матеріалів щодо обліку зелених насаджень по кожному об'єкту, видаючи замовникам необхідну кількість їхніх копій. Для проведення польових робіт із геодезичних матеріалів планів горизонтальної зйомки знімають копію плану об'єкта – без нанесення координатної сітки, полігонометричних знаків, марок, реперів нівелювання, – яку звіряють із натурою, з уточненням границь (червоних ліній) і ситуації об'єкта, що враховує. Коректура ситуації заноситься в абрис. На інвентарному плані великого парку або лісопарку деревна й чагарникова рослинність наноситься в умовних позначках ландшафтної таксації: просіки, галявини, водойми, прогалини тощо. Копію геодезичного плану звіряють із натурою для визначення червоних ліній – меж об'єкта. З метою зручності проведення інвентаризації об'єкт зазвичай розділяють на умовні облікові ділянки, обмежені дорожньо-стежковою мережею або іншими постійними контурами внутрішньої ситуації. За обліковими ділянками на кресленні проставляють порядкові номери, номери обводять кружками. Фахівці, що ведуть інвентаризацію, ведуть робочий щоденник, де вказують назву, призначення й площу об'єкта, його відомчу приналежність і зовнішню ситуацію.

Усі дерева, чагарники, квітники наносять на план за обліковими ділянками групами і видами рослин [98]. Потім відповідно до цього плану в робочому щоденнику записують такі дані по кожному об'єкту й групі рослин:

1) на магістралях, вулицях, проїздах: тип садово-паркових насаджень (ТСПН) – алеї, ряди, групи, живоплоти; номер рослини в кожному типі насаджень, вид, вік, діаметр стовбура, форма крон, величина їхньої проекції;

2) у скверах, бульварах, садах – ті ж дані, що й на магістралях, вулицях, проїздах; з уточненням ТСПН;

3) у парках – масиви, гаї, куртини, групи, солітери, живоплоти, видів домінувальних рослин у кожному типі насаджень, повноту насаджень або кількість дерев на 1 га площі, середній вік, стан. За кожним об'єктом розраховується щільність (густота) дерев і чагарників на 1 га озелененій території, співвідношення дерев і чагарників. Газони й квітники враховують за площею, а багатолітники, крім того, за кількістю кущів на обліковій ділянці.

Дерева діаметром на висоті 1,3 м від поверхні не менш 12 см «маркують» у натурі, зафарбовують частину стовбура (смужка розміром 2 × 2 см); по пофарбованому місцю пишуть: вид рослини (однією буквою, наприклад, дуб – Д), дату спостережень і привласнюють інвентарний номер. Прив'язку рослин роблять інструментальним способом ординат за постійними або прокладеними у натурі базисами – лінії дороги, вимощення будинку тощо, – показують абрис із цифровими й графічними позначками. Базисну лінію прокладають так, щоб відстань між лінією й деревом не перевищувало 20 м. Потім цю лінію розбивають на рівні за довжиною відрізки (через 5–10 м) з установкою в крапках розподілу кілочків, які повинні слугувати початком відліку – крапка «0». Дерево прив'язують до базисної лінії при вимірі трьох відстаней: від двох кінців відрізка до дерева й третім відліком відстані може бути перпендикуляр (ордината), відновлюваний від лінії до інвентаризованого дерева. Відстань від лінії візира до дерева визначають наближеним до відстані від краю дерева – півдіаметру стовбура в поверхні землі – до базисної лінії. Як інструменти використовують дзеркальний екер, рулетку (20 м).

Чагарники й багатолітники в групах прив'язують по контуру їхніх границь. Групи нумеруються й описуються в прикладеній до плану відомості із вказівкою кількості рослин по видах. В індивідуальних випадках оцінні ознаки можуть бути піддані змінам і коректуванню. Усі зміни відзначаються в робочому журналі спостережень. Крім того, ведеться оцінка газонів, доріжок і майданчиків, малих архітектурних форм й устаткування, квітників. Існують й інші методи оцінки якості зелених насаджень. Під час проведення обстеження на об'єкті необхідно дати оцінку насаджень і всіх конструктивних елементів з ландшафтно-архітектурного погляду. Дуже важливо оцінити об'єкт як об'єкт ландшафтної архітектури, із властивими йому атрибутами – типом просторової структури й наявністю певних типів садово-паркових насаджень. На підставі графічного матеріалу з повною внутрішньою ситуацією й записів абрису й робочого щоденника складається інвентарний план об'єкта, на якому вказують:

– зовнішні межі з лінійними розмірами;
– зовнішню ситуацію за межами;

– межі й номери облікових ділянок і куртин;

– особливо коштовні унікальні або історичні види дерев, які нумеруються самостійними номерами червоною тушшю – по всьому об'єкту;

– типи садово-паркових насаджень (ГСПН) – живоплоти;

– квітники й газони, куртини, групи дерев, чагарників, багатолітників.

Об'єкти озеленення обстежують зазвичай один раз у 5 років із метою виявлення змін у внутрішній ситуації й відбиття їх у матеріалах інвентаризації: на інвентарному плані й у паспорті об'єкта. Стара ситуація на кресленні інвентарного плану закреслюється червоною тушшю. Усі зміни наносяться чорною тушшю. Застарілі записи в паспорті об'єкта закреслюють в одну лінію червоною тушшю, а нові вносять у нижні горизонтальні рядки паспорта. У міру необхідності паспорт об'єкта поповнюють новими вкладишами. Перевірка виконаних інвентаризаційних робіт проводиться як у натурі, так і камерально. Усі дефекти в роботі, які повинен усунути виконавець, реєструються на коректурному аркуші, що зберігається в матеріалах інвентаризації. БТІ становить зведені дані про об'єкти озеленення по місту або селищу. Зведені дані інвентаризації по об'єктах озеленення району, міста повинні відбивати:

– кількість об'єктів, їхню загальну площу; окремо – довжину вуличних посадок;

– виділені нові ділянки під зелені насадження, зокрема під дерева, чагарники, квітники, газони, під доріжки й майданчики, а також під спорудження, водойми й стаціонарне встаткування.

Показується також стан дерев і чагарників за різними віковими групами. Зведені дані дозволяють оцінити озеленення території району, округу, міста загалом, або селища, на цей період, а також дають основу для перспективного планування як експлуатаційних витрат на зміст насаджень, так і витрат на нове будівництво й ремонт об'єктів.

Періодичний облік стану насаджень і всіх конструктивних елементів

Система контролю стану зелених насаджень передбачає комплекс організаційних заходів, що забезпечують ефективний контроль, розроблення своєчасних заходів щодо захисту й відновленню зелених насаджень, прогноз стану зелених насаджень із обліком реальної екологічної обстановки й інших факторів, що визначають стан зелених насаджень і рівень благоустрою [100].

Контроль стану зелених насаджень здійснюють організації, підприємства й інші, у веденні яких перебувають ці території, з наступним експертним висновком за матеріалами обстеження кваліфікованими фахівцями, сигналізацією

про спостережувані негативні явища й процеси у вищі організації й міську службу захисту зелених насаджень.

Основні складові системи контролю стану зелених насаджень:

– оцінка (довгострокова, щорічна, оперативна) якісних і кількісних параметрів стану зелених насаджень й елементів благоустрою;

– моніторинг стану зелених насаджень і міських ґрунтів на постійних майданчиках і спостереженнях;

– виявлення, діагностика й ідентифікація причин погіршення стану зелених насаджень;

– прогноз розвитку ситуації (довгостроковий, щорічний, оперативний);

– розробка програми заходів і вибір технології й засобів, спрямованих на усунення наслідків впливу на зелені насадження негативних причин й усунення самих причин, а також заходів щодо підвищення рівня благоустрою.

Оцінка стану зелених насаджень здійснюється:

– довгострокова оцінка (повна інвентаризація) – один раз у 10 років;

– щорічна (планова) оцінка – два рази в рік;

– оперативна оцінка – за спеціальним наказом або у разі виникнення небезпеки ушкодження, ослаблення й усихання зелених насаджень.

Крім щорічного планового огляду, може проводитися оперативний огляд, зокрема, у результаті надзвичайних обставин – після злив, сильних вітрів, снігопадів тощо.

Конкретні строки всіх видів оглядів установлюються юридичними власниками територій (за винятком постійних майданчиків спостереження загальноміської системи моніторингу зелених насаджень).

Поява й поширення шкідників і хвороб фіксуються під час проведення загального й спеціального нагляду. Загальний нагляд повинен проводитися постійно в процесі повсякденної діяльності. Спеціальний нагляд здійснюється за поширенням найбільш шкідливих і потенційно небезпечних видів шкідників систематично: на початку й наприкінці вегетації.

Відповідальність за контроль і розробку своєчасних заходів щодо захисту та відновлення зелених насаджень покладається на юридичних власників територій.

Документом, що відображає результати інвентаризації об’єктів нового будівництва й реконструкції, є Паспорт планувального рішення й благоустрою території.

Атестація насаджень і всіх конструктивних елементів у зв'язку з його реконструкцією й відновленням

Стан дерев і насаджень *– це їхня якісна характеристика з комплексу показників, що відображає відповідність об'єкта певній нормі* [98, 100].

Категорія стану дерев становить атестаційну оцінку їхнього стану з комплексу візуальних ознак (густота й кольори крони, наявність і частка сухих ділянок у кроні, стан кори тощо) у балах. Виділяють шість основних категорій стану дерев:

1) *без ознак ослаблення*: дерева із щільною й зеленою кроною, нормальною для певної породи, віку й умов місця зростання рослин;

2) *ослаблені*: дерева із хвоєю й листям світліше звичайного, часто з рідкою або слабко ажурною кроною, їхній приріст зменшений не більше, ніж наполовину порівняно з нормальним, частка сухих гілок менше за 25 %. Можливі ознаки місцевого ушкодження шкідниками ділянок стовбура, кореневих лабетів; у листяних дерев частіше можлива поява водяних потоків на стовбурі та його ділянках;

3) *дуже ослаблені*: дерева з ясно-зеленою, слабко жовтою або сіруватою матовою хвоєю та із листям дрібнішим або світлішим звичайного, їхні крони ажурні, приріст зменшений більше, ніж наполовину порівняно з нормальним, частка сухих гілок від 25 % до 50 %. Можлива поява ознак ушкодження стовбура, кореневих лабетів, крони, наявність часткового або місцевого поселення стовбурних шкідників на стовбурі й кроні;

4) *дерева, що засихають*: дерева з ясно-зеленою, жовтуватою або сіруватою матовою хвоєю й листям дрібнішим або світлішим звичайного, крона зріджена, приріст зменшений більше, ніж наполовину порівняно з нормальним, частка сухих гілок від 50 % до 75 %. Часто спостерігаються ознаки ушкодження стовбура, кореневих лабетів, крони, спроби поселення або поселення стовбурних шкідників на стовбурі й кроні листяних дерев;

5) *сухостій поточного року*: дерева, що повністю втратили життєві функції цього року; вони мають сіру, жовту або буру хвою й листя, що частково обпала, частка сухих гілок у кроні від 75 % до 100 %, водночас дрібні сухі гілочки зазвичай повністю зберігаються; кора на стовбурі зберігається або обсипається лише на частині стовбура, що часто з'являється через пошкодження його птахами при видобутку стовбурних комах;

6) *сухостій минулих років*: дерева, що засохли в минулі роки, та іноді простояли на корені багато років; їхня крона зазвичай із частково або повністю опалою хвоєю чи листям, дрібні сухі гілочки в кроні зазвичай обпали; більша

частина кори обпала або легко відшаровується й опадає за невеликого зусилля з боку людини.

За необхідності, крім шести основних категорій дерев, ураховують додаткові: сухо вершинні, вітровальні, буреломні тощо.

До І класу (біологічно стійкі) зараховують насадження, стан яких відповідає певному віку й умовам зростання, пошкодження дерев шкідниками й хворобами незначні або відсутні. Лісозахисні заходи в цьому випадку, як правило, не потрібні.

До ІІ класу (порушена стійкість) зараховують насадження, у яких розмір усихання перевищує нормальний розмір для цього віку й умов зростання, водночас середній діаметр сухих гілок близький до середнього діаметра насадження або вище. Тут зазвичай потрібно призначення лісозахисних заходів.

До ІІІ класу (насадження, що втратили стійкість) зараховують насадження, у складі яких усихає значна частина дерев основного пологу, після видалення цих дерев утворюється рідина. У таких насадженнях, зазвичай призначаються суцільні санітарні вирубування з лісовідновленням.

Етапи інвентаризації

Інвентаризація зелених насаджень і конструктивних елементів об’єкта проводиться у два етапи [98]:

– *перший* – польовий;

– *другий* – камеральне оброблення отриманого матеріалу.

На першому етапі проводять роботи з вивчення існуючої документації, уточнення меж об’єкта в червоних лініях і ландшафтно-планувальних даних, типів просторової структури, вивчення наявності комунікацій і споруджень і проведенню зйомки насаджень із натури на план з відповідними записами в робочому журналі. На другому етапі узагальнюються отримані дані, аналізуються й приводяться в належний стан записи в журналах і відомостях, розробляється баланс території, оформляється план інвентаризації, складається відповідний акт про закінчення робіт для їхнього приймання–здачі. На підставі отриманих матеріалів приступають до уточнення (корегування) паспорта на об’єкт. Залежно від розміру об’єкта й наявності зелених насаджень інвентаризація може вестися різними засобами.

Для великих парків і лісопарків роботу ведуть бригадним способом – спеціальним таксаційним загоном із застосуванням методу ландшафтної таксації. Для міських об’єктів озеленення – скверів, бульварів, садів, територій житлової забудови, роботу ведуть індивідуальним способом, шляхом нанесення на плани кожної рослини, всіх типів зелених насаджень і конструктивних елемен-

тів. Роботи з інвентаризації масових міських об'єктів зазвичай виконує бюро технічної інвентаризації (БТІ) району, міста, але з обов'язковим залученням фахівців садово-паркового будівництва для ландшафтно-планувального, дендрологічного обстеження зелених насаджень, виявлення стану об'єкта загалом, порушень планувальної мережі, типів просторової структури, типів паркових насаджень.

Запитання для самоконтролю

1. *У якому порядку і ким здійснюються роботи з озеленення території?*
2. *Надати визначення інвентаризації?*
3. *Як і ким здійснюються роботи з інвентаризації озеленених територій?*
4. *Надайте характеристику заходам, за допомогою яких здійснюється інвентаризація зелених насаджень.*
5. *Проаналізуйте етапи інвентаризації та оформлення документації.*

3.6 Економіка зеленого будівництва

Садово-паркове будівництво – один із складних і дорогих складових благоустрою. Вартість створення об'єкта озеленення залежить від цілої низки факторів, наприклад таких, як особливості планувального рішення, ґрунтово-кліматичних умови місцевості, щільності здійснюваних посадок, віку посадкового матеріалу, рівня механізації.

Вартість будівництва об'єкта озеленення визначається кошторисом, що складається проектувальниками на стадії розробки технічного проекту. У кошторисі, складеному на підставі одиничних розцінок, ураховуються всі основні витрати на придбання матеріалів, їхнє перевезення, виробничий процес тощо.

Озеленювачі не повинні перевищувати витрат, передбачених у кошторисі; навпаки, під час виконання робіт із озеленення необхідно прагнути до зниження вартості будівництва. З курсу економіки відомо, що під собівартістю розуміється сума фактичних основних і накладних витрат. Різниця між кошторисною вартістю й собівартістю утвориться шляхом підвищення продуктивності праці, економії матеріалів, механізації робіт, що сприяє підвищенню рентабельності виробництва.

Зниження вартості будівництва об'єктів озеленення багато в чому залежить від правильної організації виробництва, раціонального ведення й дотримання послідовності робіт.

На збільшення або зниження вартості робіт впливає процес підготовки ґрунту на об'єкті озеленення. У проекті вертикального планування й під час виконання інженерних робіт необхідно передбачати збір і складування рослинно-

го шару ґрунту на спеціально відведених місцях. Після виконання циклу підготовчих, а потім наступних інженерно-будівельних робіт рослинну землю розподіляють по ділянках насаджень для улаштування газонів, посадок дерев і чагарників. Зневажливе відношення до існуючого на об'єкті ґрунту, знищення поверхневого ґрунтового покриву призводять до більших витрат, пов'язаним із завезенням рослинної землі з боку.

На об'єктах озеленення, обмежених забудовою, вулицями, проїздами, верхній рослинний шар ґрунту найчастіше відсутній взагалі, і для ведення агротехнічних робіт рослинну землю необхідно завозити в повному обсязі. На розробку й підвезення рослинної землі, необхідної для посадки рослин, улаштування газонів і квітників, витрачаються значні засоби. Грабарства на об'єктах озеленення становлять до 15 % загальної кошторисної вартості будівництва.

У зеленому будівництві поки низка продуктивність праці, оскільки ще здебільшого відсутня спеціальна техніка, наприклад для пересадження дерев.

Впровадження механізації, розроблення нових зразків спеціальної озеленювальної техніки буде сприяти зниженню вартості будівництва й змісту об'єктів озеленення. Однак не варто скидати з рахунку ручну працю кваліфікованих садових робітників. Вона, як і раніше, залишається важливою продуктивною силою в садово-парковому будівництві, особливо на невеликих за площею ділянках, де застосування машин не можливе.

Комплексна механізація, зростання матеріально-виробничої бази озеленення населених місць, високий рівень організації ведення робіт, культура виробництва й високий ступінь кваліфікації садових працівників – усе це застава економічності міського зеленого будівництва.

Запитання для самоконтролю

1. *Які фактори впливають на вартість створюваного об'єкта озеленення?*
2. *Як визначається вартість зеленого будівництва?*
3. *Завдяки яким заходам можна збільшити або зменшити вартість озеленення?*

РОЗДІЛ 4 БЛАГОУСТРІЙ МІСТ

4.1 Мета та завдання благоустрою міст

Благоустрій міст *є комплексним, багатоаспектним містобудівним завданням і має величезне значення для формування архітектурно-художніх, функціонально-планувальних, соціально-побутових, санітарно-гігієнічних і екологічних якостей міських територій в цілому та територій різного функціонального призначення зокрема*. Це комплекс заходів, покликаних створити сприятливі умови для життя і діяльності міського населення, нормальної і безперебійної роботи різних підприємств та установ, міського транспорту та ін. [3, 75, 76].

Основне завдання комплексного благоустрою міських територій – підвищення рівня умов життєдіяльності населення і збереження природи на міських територіях [3, 75, 76].

Поняття благоустрою міст включає загальний комплекс заходів щодо:

– *інженерного забезпечення міських територій* – інженерної підготовки, вертикального планування і водовідведення (заходи щодо використання непридатливих для забудови територій, спорудження відкритих і закритих водовідвідних пристроїв); інженерного обладнання (наявність, трасування, збереження існуючих інженерних комунікацій, організація санітарного очищення території, зокрема збір, вивезення та утилізацію відходів); штучного освітлення (забезпечення безпечного пішохідного та транспортного руху в темний час доби, декоративне освітлення міста);

– *соціально-побутового забезпечення міських територій* – удосконалення системи соціально-побутового обслуговування населення (наявність всіх необхідних елементів соцкультпобуту з урахуванням пішохідної доступності, рівень обслуговування житлових територій установами соцкультпобуту, мережею установ громадського харчування, торгівлі, медичного обслуговування, будівництво спортивних споруд тощо);

– *зовнішнього благоустрою міських територій* – озеленення території (створення зелених насаджень різного функціонального призначення, благоустрій берегів річок і водоймищ, спорудження малих водойм декоративного і спортивного призначення тощо); питання безпечної організації руху транспорту і пішоходів (улаштування проїзних, пішохідних доріг і алей, автостоянок, парковок різного призначення); будівництво і розташування малих архітектурних форм; оснащення території основними планувальними елементами благоустрою (улаштування господарських майданчиків; майданчиків відпочинку різного призначення); також приділяють увагу вибору

типу покриття для всіх планувальних елементів благоустрою [3, 99].

Питання благоустрою міських територій вирішуються на всіх стадіях містобудівельного й архітектурно-будівельного проектування і реалізуються в повній відповідності до розроблених проектів. Уже в процесі проектування генерального плану міста, приміської зони чи житлових районів, мікрорайонів, кварталів, загальноміських і районних центрів, установ культурно-побутового обслуговування, а також промислових і комунально-складських територій потрібно враховувати вимоги до інженерного благоустрою. Основні ідеї комплексного благоустрою визначаються проектами детального планування окремих міських територій, а конкретні рішення, обсяги, вартість – у проектах забудови окремих житлових комплексів чи окремих територій різноманітних за функціональним призначенням. Проте в період експлуатації будівель, споруд і комплексів, а особливо під час реконструкції і модернізації окремих будівель і споруд спостерігаються порушення діючих нормативів і стандартів, які зачіпають питання благоустрою, що тягне за собою погіршення якості середовища проживання населення. Крім того, наразі значна частина житлового фонду міста та благоустрій прибудинкових територій морально застаріли і не відповідають сучасним соціально-побутовим потребам населення, а також санітарно-гігієнічним та екологічним вимогам [18, 20, 21, 76–78].

Міські території, зокрема житлові, із низьким рівнем благоустрою не можуть вважатися достатньо комфортними. Тому перед експлуатаційними організаціями, які виконують не тільки функції підрядника, але і замовника, виникають проблеми, пов’язані з удосконаленням, а часто і створенням системи благоустрою міських територій.

Характер, склад, зміст і обсяг заходів щодо благоустрою міських територій багато в чому залежать від різних факторів [3, 99]:

– природно-кліматичні умови (макро- і мікроклімат);

– містобудівні умови: господарське значення міста; період будівництва існуючої забудови, стан існуючого житлового фонду; обсяг аварійного житлового фонду, наявність забудови, розташованої на незручних землях і на несприятливих в гігієнічному відношенні ділянках; надмірна щільність забудови; рівень благоустрою (наявність затоплюваних земель, ярів, невпорядкованих берегів річок; стан інженерної інфраструктури (забезпечення водопостачанням, каналізацією, тепло- та енергопостачанням); показники забезпеченості насадженнями загального користування, спеціального призначення; питома вага доріг з удосконаленими видами покриттів; мережа спортивних споруд міста та її стан, насиченість та рівень забезпеченості

території установами соціально-культурного обслуговування; санітарно-гігієнічна характеристика міста (ступінь забрудненості атмосфери, акваторій, ґрунту; наявність і необхідність збільшення санітарно-захисних зон; система видалення та переробки побутових відходів; рівень шуму на міських примагістральних територіях); транспортна забезпеченість міста (система магістралей і рівень її пропускної спроможності; рівень благоустрою міських вулиць; необхідність розв'язки міських магістралей у різних рівнях); стан забудови центру міста (наявність пам'яток історії, культури та архітектури, можливість створення охоронних зон, можливість територіального розширення центру).

Проект благоустрою є складовою як містобудівної, так і архітектурно-будівельній документації. Проектування благоустрою території здійснюється будь-якою проектною організацією, що має ліцензію на цей вид діяльності.

Питання змісту й експлуатації системи благоустрою, питання поточного і капітального ремонту елементів благоустрою вирішуються організаціями та підприємствами, які мають відповідну ліцензію. Організація роботи здійснюється з використанням різних схем [3, 99]:

– усі види робіт веде одна підрядна організація, що має технічні можливості та підготовлений персонал для необхідного переліку робіт та послуг;

– основну діяльність за утриманням і експлуатацією системи благоустрою здійснює одна підрядна організація, а частина робіт (окремі види робіт з догляду за зеленими насадженнями або ремонт дорожніх покриттів проїздів та ін.) веде за договором підряду або субпідряду – одна або кілька спеціалізованих організацій.

Варто зазначити, що інженерний благоустрій – це завершальний етап міського будівництва чи його окремих об'єктів. Роботи щодо благоустрою проводяться одночасно або після основних будівельних робіт. Винятком може бути лише прокладання підземних комунікацій, будівництво мережі вулиць і доріг. Містобудівник має засвоїти не тільки знання містобудівної теорії та практики, але і знання всіх інженерних вимог до конструкцій, будівельних матеріалів, які використовують у будівництві, правил інженерної підготовки, охорони праці, навколишнього середовища та ін. Тому вивченню курсу «Благоустрій міст» передує вивчення таких дисциплін, як «Планування міст і транспорт», «Урбаністика», «Архітектура будівель та споруд», «Будівельне матеріалознавство», «Будівельні конструкції» та інші.

4.2 Екологічний благоустрій міських територій

4.2.1 Сучасний стан навколишнього середовища населених місць

*Під **навколишнім середовищем** розуміють сукупність взаємодіючих між собою природних, змінених у процесі діяльності людини чи штучно створених людиною матеріальних елементів, які оточують людину у процесі життєдіяльності*. Оскільки людина постійно змінює природні компоненти середовища (повітря, ґрунти, воду, рослинність, тваринний світ), то головним об'єктом щодо охорони навколишнього середовища стає природна його складова – природне середовище [3, 75, 76, 107].

Проблема охорони навколишнього середовища на сьогодні є актуальною у зв'язку зі зростанням міст, чисельності міського населення, розвитком промисловості, збільшенням рівня автомобілізації та ін. У містах значно вища, ніж у сільській місцевості, температура повітря, шумовий фон, інтенсивність електромагнітного випромінювання, вібрації та рівень інших забруднень. Максимальний ступінь забруднення повітря в промислових містах пов'язаний з викидами окису вуглецю, двоокису азоту, фенолу, ксилолу, толуолу, ціаністого водню. Усе це негативно впливає на людину, тварин, рослинність, пам'ятки історії та архітектури. Стан навколишнього середовища в містах безумовно пов'язаний зі збільшенням кількості захворювань органів дихання, серцево-судинної системи, онкологічних захворювань, випадків уроджених аномалій та ін.

Усі фактори, що впливають на стан навколишнього середовища, поділяють на дві групи – природні й антропогенні [3, 27, 73, 107].

Природні фактори переважно не підпорядковані людині та впливають на навколишнє середовище незалежно від неї. Людство намагається змінювати деякі з них (створення водойм, осушення боліт тощо), але ігнорування законів екології призводить до несприятливих наслідків.

Антропогенні фактори цілком підпорядковані людині та залежать від неї. У містобудуванні існує багато теорій і рекомендацій, що відповідають нормам і правилам, які передбачають основні положення містобудівного характеру, але і це не виключає необхідність дбайливого ставлення до природи, до зміни екологічної ситуації на певній території у результаті втручання містобудівників.

Значення і ступінь впливу різних факторів на стан навколишнього середовища в місті наведено в таблиці 4.1 [3, 27, 73].

Таблиця 4.1 – Вплив природних та антропогенних факторів на навколишнє середовище

Фактор	Значення та вплив на навколишнє середовище
Природні фактори	
Клімат	Визначає ступінь комфортності погодних умов і окремих основних факторів клімату (тепловий комфорт, вітровий режим, опади та ін.)
Мікроклімат	Зумовлює ступінь мікрокліматичних умов (норми інсоляції, вологості, допустима швидкість вітру та ін.)
Рельєф	Ухили забезпечують різний рівень інсоляції, стоку поверхневих вод, накопичення вологості, масштаб ґрунтової ерозії.
Водойми	Накопичення та випаровування вологи сприяє утворенню теплової енергії, впливає на температурний режим, регулює вологість повітря та інтенсивність радіації
Заболоченість та затоплення	Забезпечують життєдіяльність окремих екосистем, сприяють накопиченню вологи та живлення річок у міжсезонний період
Рослинність	Накопичення необхідної для життєдіяльності біомаси, вплив на ступінь забруднення атмосфери, радіаційний, температурний режими, вологість повітря, швидкість вітру
Антропогенні фактори	
Щільність забудови	Визначає раціональність використання міської території, впливає на мікрокліматичні показники, наявність рослинного покриву, вітровий режим території
Система транспорту	Визначає шумовий режим у місті, його спектральний склад, ступінь забруднення атмосфери и забруднення ґрунту та рослин токсичними отруйними речовинами
Характер промисловості	Залежно від класу шкідливості промисловість впливає на забруднення атмосфери отруйними газами, визначає кількість пилу в повітрі й на поверхні ґрунту
Рівень благоустрою території	Впливає на мікроклімат міської території, ступінь її озеленення, комфортні умови життєдіяльності населення

Визначаючи сучасний стан навколишнього середовища, необхідно назвати такі положення:

– багато ресурсів не відновлюються, а їхнє споживання перевищує видобуток;

– сучасний рівень споживання відновлюваних ресурсів (рослинний, тваринний світ, ґрунт, кисень, вода) призводить до того, що вони починають втрачати свої компенсаційні можливості природного самовідновлення в необхідних масштабах;

– збільшення кількості відходів промисловості, яка постійно розвивається, призводить до антропогенного забруднення води, повітря, ґрунту токсичними відходами;

– незнання основ екології, а іноді і хижацьке винищування спричинили зникнення більше 200 видів тварин і птахів. Існує загроза зникнення ще близько 500 видів представників тваринного світу;

– інтенсивний розвиток міст зумовлює зменшення площі земель, придатних для сільського господарства;

– науково необґрунтоване зрошування земель призводить до засолення ґрунтів і утворення заболочених територій;

– інтенсивне використання пасовищ і вирубування лісів зумовлює ерозію ґрунтів. У результаті цього відбувається так зване опустелювання [3, 73, 107].

Охорону навколишнього середовища забезпечують розвинутою системою заходів – загальнодержавних, юридичних, біологічних, гігієнічних, технологічних та інженерних. Найголовнішу роль у збереженні навколишнього середовища та оздоровленні умов життєдіяльності населення відіграють загальнодержавні заходи, які визначають оптимальне розміщення виробничих сил, стримують розширення меж великих міст, а також вирішують питання щодо охорони атмосфери, водойм, ґрунтів, рослинності. Усі ці заходи одночасно можуть входити і до сфери міського благоустрою, оскільки упорядженим містом вважається місто, де чисте повітря, незабруднені водойми, багато зелених насаджень, відсутні так звані «міські» хвороби [3, 26, 73, 90, 107].

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища є антропогенні фактори – енергетика, відходи виробництва, транспорт (особливо вихлопні гази автомобілів), комунально-побутові відходи, сільське господарство, будівельні роботи, стічні води (господарські, промислові, зливові), комплексний вплив урбанізованого середовища (надмірні навантаження на території), рекреаційні навантаження (витоптування, хаотичні проїзди транспорту, створення пожежонебезпечної ситуації, людський фактор (фізичне знищення зелених насаджень), а також природні фактори – лісові пожежі, виверження вулканів, пилові бурі, водна ерозія та ін. (рис. 4.1) [3, 73, 107].

Рівень забруднення навколишнього середовища залежить від масштабу міста, його господарського профілю, чисельності автомобілів та ін. Ступінь забруднення атмосферного повітря залежить від напрямку і швидкості вітру, температури і вологості повітря, інтенсивності та суми річних опадів, особливостей рельєфу місцевості та характеру рослинності [3, 26, 73, 107]. У світі використовують тільки 30 % ґрунтового покриву – орні землі. Інші малопридатні території – вічна мерзлота, балки, пустелі, скелясті утворення, гори. Для ґрунтів характерним явищем є водна ерозія, дефляція, фізичний вплив у результаті відкритої розробки корисних копалин, будівельних робіт, забруднення побутовим сміттям, промисловими твердими відходами, пестицидами, гербіцидами, солями важких металів та ін. Стан водного басейну залежить від чисельності населення міста, площі забудови, розвитку водоємних підприємств, обсягу водос-

поживання [90]. Робити висновки про стан рослинності можна за станом трав'яного покриву, щільності, кольору, приросту чи наявності рослин, наявності властивих для певного кліматичного району представників фауни (найпростіші комахи, птахи).



Рисунок 4.1 – Основні джерела забруднення навколишнього середовища

Заходи щодо покращення навколишнього середовища поділяються на дві основні групи: *пасивні* та *активні*. До пасивних заходів належать ті, які забезпечують відносну чистоту повітря, ґрунтів, водойм у межах певної місцевості, але не виключають викиди шкідливих речовин загалом. Наприклад, урахування особливостей місцевих умов при розташуванні джерел забруднення, улаштування санітарно-захисних зон, підвищення висоти труб на підприємствах теплоенергетики, підвищення озеленення території; створення в містах зон, вільних від автомобілів і зміна режиму автостоянок. До активних заходів належать способи, які не допускають викиди забруднювальних речовин чи істотно зменшують їхню концентрацію в промислових викидах. Наприклад, очищення виробничих викидів від пилу, аерозолів, шкідливих газів; попереднє очищення палива від домішок сірки та інших токсичних речовин, заміна бензину на інші види палива, використання електродвигунів; удосконалення технологічних циклів, впровадження в промисловість нових безвідхідних та маловідходних технологічних процесів, будівництво очисних споруд [3, 26, 73, 90, 107].

Покращення стану ґрунтів можливе проведенням правильної обробки ґрунту засобами агротехніки; створення вітрозахисних і яроукріплюючих лісосмуг; обов'язкове повернення землі (посадка дерев з грудкою); зменшення ущільнення поверхневого шару (розробка сільськогосподарських знарядь, що мінімально ущільнювали б ґрунт); забудова на непридатних для сільського господарства землях; збереження верхнього шару (гумусу) при будівництві; застосу-

вання хімічно нешкідливих добрив і гербіцидів; відновлення порушених територій (відпрацьовані кар'єри, териконі, шлакосховища) [3, 73, 107].

Головними водоохоронними заходами в промисловості є: заборона скидання промислових відходів у водойму; зниження водоємності виробництва аж до переходу на «суху» технологію; локальне очищення промислових стічних вод; зміна технології виробництва, що дозволяє одержати такі стічні води, які можна очистити без зайвих зусиль і витрат; застосування замкнутого циклу водопостачання, за якого для підживлення з джерела беруть 2–3 % води від загального водоспоживання – багаторазове використання води на промислових підприємствах дозволить відмовитися від забору з водойм. Необхідно реалізовувати на практиці гідротехнічне будівництво інженерно-біологічних заходів – регулювання стоку рік з урахуванням природних гідрологічних, екологічних і геоботанічних якостей рік (створення донних порогів, охорона рослинності на берегах та ін.).

До заходів щодо охорони рослинності зараховують: створення умов максимально наближених до природних (правильний вибір місця розташування зелених насаджень; обґрунтування набору асортименту рослин відповідно до місцевих геоботанічних умов); проведення спеціальних робіт з догляду за рослинами; регламентування відвідування садів та парків, збереження лісів від пожеж і шкідників).

Екологічна безпека міста разом з функціонуванням засобів захисту навколишнього природного середовища забезпечується правовими, організаційними, економічними та соціальними актами [18, 20, 21, 75–78].

4.2.2 Містобудівні заходи щодо покращення навколишнього середовища

Усі містобудівні рішення (економічні питання, рішення планувальної структури, системи транспорту, культурно-побутового обслуговування, озеленення та ін.) приймають з урахуванням природно-кліматичних особливостей регіону, міста, окремої конкретної території, з урахуванням глибокого вивчення даних і прогнозування наслідків використання території з визначеною господарською метою [30].

У межах міських територій, зокрема житлових, вирішуються завдання екологічного благоустрою, які передбачають: забезпечення оптимальних мікрокліматичних умов; охорону атмосферного повітря від забруднення; захист житлових територій від міського шуму; санітарне очищення територій.

Створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов життєдіяльності населення називається ***санацією території***. Заходи щодо санації існуючої за-

будови у великих містах визначає архітектурно-планувальне рішення [63].

Першочергове завдання проектування міських територій, зокрема житлових, з урахуванням умов покращення навколишнього середовища – це ретельний аналіз ландшафтної ситуації і розробка на підставі цього природоохоронних заходів. Одночасно з аналізом ландшафтної ситуації необхідно проводити оцінювання стану середовища, водночас необхідно провести урахування джерел забруднення; аналіз природних умов, які сприяють накопичуванню і розігнанню забруднень; розробку математичних моделей забруднення; районування території за ступенем забруднення середовища; розробку планувальних рішень і технологічних заходів щодо охорони середовища. Відсутність вільної землі позначається на відсутності зелених насаджень. З розвитком транспорту санітарно-гігієнічні умови старих районів погіршуються через загазованість і появу понаднормативного шумового фону [3, 15].

Усі міські функціональні зони можна розподілити за ступенем забруднення повітря, наявності водойм і зелених насаджень.

Щільність, висота і композиція забудови, зі свого боку, впливають на інсоляцію території, швидкість вітру, умови аерації території.

Суттєвим є й ступінь впливу зелених насаджень на мікрокліматичні умови озелененої території: з їхньою допомогою можна значно знизити пряму сонячну радіацію, температуру повітря і поверхні, знизити швидкість вітру і в деяких випадках підвищити вологість повітря. Зниження температури повітря можна здійснювати не тільки шляхом посадки дерев і чагарників, а також за допомогою фарбування будинків у світлі кольори, скорочення площі асфальтових поверхонь, використання як покриття матеріалів із кращими санітарно-гігієнічними показниками.

На підставі інженерної оцінки стану середовища приймаються містобудівні заходи щодо покращення її якості [27]. На цьому етапі вирішуються такі питання: розміщення зелених насаджень, з урахуванням їхніх захисних якостей; визначають номенклатуру майданчиків різного призначення; передбачають вибір типів дорожнього покриття тощо.

Екологічна ефективність прийнятих рішень забезпечується:

– елементами благоустрою у вигляді спеціальних споруд уздовж транспортних магістралей, протидіючих шкідливим впливам з боку магістральних зон (створення протишумових, газових, пилових бар'єрів уздовж транспортних магістралей);

– елементами благоустрою в житлових кварталах у вигляді спеціальних споруд, які створюють екологічний захист від локальних впливів; снігових,

шумових, газових, пилових, а також забезпечуючих оптимальний мікроклімат й інсоляцію території, зокрема, дитячих установ, дитячих ігрових майданчиків;

– збереження природних ландшафтів поблизу існуючих водойм, насаджень, рельєфу з максимальним укріпленням контактних ділянок озеленення;

– виносом за межі дворового простору всіх інженерно-технічних споруд (автостоянок, трансформаторних підстанцій, майданчиків для сміттєзбиральників) [3, 15, 27, 73].

4.2.3 Боротьба із шумом у міському будівництві

До факторів забруднення навколишнього середовища міста належить підвищений рівень шуму, про негативний вплив якого на здоров'я людини знають з давніх-давен.

Наразі будь-яка держава виділяє багато коштів на боротьбу з шумом, вже багато років запроваджуються різноманітні заходи щодо зниження шуму. Разом із тим різноманітність методів роботи у кожної держави залежить від культурних традицій і спадщини країни, розвитку її економіки та інфраструктури, форми правління, політичної обстановки в цілому та по регіонах. Щоб розібратися в тому, що ж таке шум, потрібно нагадати, що таке звук.

Звук *– це коливання повітряного середовища, зміни тиску, що може відчувати людина. Кількість коливань тиску за одну секунду називається* ***частотою звуку*** і вимірюється в герцах (Гц). Людина здатна чути тільки деякі звуки, діапазон чутності частот яких від 20 Гц до 20 000 Гц [73, 87].

Шумом *називають звуки, що порушують наш спокій, викликають почуття роздратування*. Звуки природного походження (спів пташок, шурхіт дощу, плескіт хвиль) практично не викликають у людини неприємних відчуттів, а навпаки, заспокоюють і розслаблюють, а звуки техногенного походження часто дратують і можуть шкодити здоров'ю людини. Приблизно 30 % міського населення страждає від шуму. Це заважає нормальному сну, відпочинку, знижує працездатність, впливаючи на центральну нервову систему, шум викликає зміни серцевої діяльності, втому організму загалом, підвищує кров'яний тиск, іноді призводить до послаблення слуху. У разі дії шуму високих рівнів (більше 140 дБ) можливий розрив барабанних перетинок, контузія, а за ще більш високих (більше 160 дБ) – і смерть. Щоб захистити людей від глухоти, у більшості європейських країн прийнята «Зелена книга Європейського Союзу щодо перспективної політики в галузі шуму». У цій книзі сказано, що близько 170 мільйонів європейських громадян живуть у районах, де населення зазнає шумові

атаки в денний час доби. Залишається сподіватися тільки на те, що незабаром і Україна приєднається до вирішення цієї, з кожним роком все наростаючою, проблеми [3, 73, 87].

За одиницю рівня шуму приймають децибел (дБ). *Децибел* – це число, що виражає в логарифмічній мірі відношення двох величин і вживається при великому діапазоні зміни цих величин. Шум має свій діапазон чутності, який співпадає з діапазоном чутності людини, тому для нього існує своя шкала виміру. Шкала починається з нуля децибел (поріг чутності дорівнює 20 Гц) і доходить до больового порогу в 130 дБ.

Між звуком і шумом немає фізичної різниці. Для них існують такі самі закони утворення і поширення. У безповітряному просторі звук не існує і не передається. Для утворення і поширення звуку необхідне матеріальне середовище. У відкритому просторі звук поширюється вільно у всіх напрямках, а звукові хвилі називаються вільними.

Найбільш важливі фактори, що впливають на поширення шуму: тип джерела, відстань від джерела, атмосферне поглинання, швидкість і направлення вітру, температура і температурні відхилення, перешкоди у вигляді бар'єрів (екранів) і будівель, поглинання ґрунтом, відображення, рівень вологості, атмосферні опади.

Серед лідерів шкідливих джерел шуму помітно виділяються автотраси, автобани, залізничне господарство, аеропорти, торгові центри і промислові райони.

Основними джерелами шуму в місті є транспортні засоби, промислові підприємства, побутові прилади, власне, мешканці. Частина перерахованих джерел міського шуму діє безпосередньо на сельбищній території, а частина на її межі. Тому в загальному вигляді джерела шуму поділяють за розташуванням відносно функціональних зон міста на джерела шуму сельбищної та позасельбищної територій.

На сельбищній території міста найбільш потужні та часто зустрічаються такі джерела шуму: транспортні потоки, рейковий транспорт; деякі промислові і комунально-складські підприємства; залізничні вітки й автостради; стоянки, гаражі, автозаправні станції та станції техобслуговування; танцювальні, концертні майданчики; спортивні, господарські майданчики; трансформаторні підстанції; майданчики для ігор дітей; торговельні майданчики та ін. Крім того, існують джерела шуму й усередині будинків [3, 31, 73, 87].

Усі джерела шуму розділяють на два типи: *точкове і лінійне*. Якщо розміри джерела шуму малі порівняно з відстанню до слухача, то джерело називаєть-

ся *точковим*. Такими джерелами можна вважати автомобіль, літак, трансформатор, вентиляційну установку, дитячий ігровий майданчик. Разом із тим звукова енергія поширюється сферично, отже рівень звукового тиску залишається однаковим у всіх точках, що знаходяться на рівній відстані від джерела, а у разі збільшення відстані вдвічі зменшується на 6 дБ.

Якщо джерело шуму в одному напрямку вузьке, а в іншому його довжина порівнянна з відстанню до слухача, то воно називається *лінійним*. Це може бути окреме джерело, наприклад, довга труба, у які й тече вируюча рідина, або джерело, що складається з безлічі точкових джерел, що виробляють шум одночасно, наприклад, поїзд, що рухається, потік транспортних засобів на дорозі з інтенсивністю руху 5 000–6 000 автомобілів на годину. Рівень звуку в цьому випадку поширюється циліндрично, так що рівень звукового тиску залишається однаковим у всіх точках, що знаходяться на рівній відстані від лінії джерела, і у разі збільшення відстані вдвічі зменшується на 3 дБ [3, 31, 73, 87].

За часом впливу джерела шуму поділяють на *постійні (безперервні), непостійні (нестійкі, переривчасті) та імпульсні*. Якщо обладнання або джерело шуму працює безперервно в одному режимі, водночас рівень шуму в часі коливається не більше ніж на 5 дБ, то такий шум вважається *постійним (безперервні)*. Якщо обладнання працює у циклічному режимі, рівні шуму швидко змінюються або джерело тимчасово не працює (шум переривається паузами), то такий шум називається *непостійні (нестійкі, переривчасті)*. До непостійних джерел звуку належать усі види транспорту. Шуми від ударів або вибухів, наприклад, що виникають при забиванні паль, ударах преса або рушничних пострілів, називаються *імпульсними шумами*. Це короткі та різкі шуми, а відрізняє їх ефект раптовості, який має більш сильну подразнювальну дію на людину, ніж можна було б очікувати [3, 31, 73, 87].

Непостійний шум, рівень якого в часі змінюється більш ніж на 5 дБ, оцінюють в еквівалентних одиницях ($L_{екв.}$), що вимірюється в *децибелах акустичних* (дБА). Величина *децибела акустичного* – це рівень звукового тиску, що вимірюється в децибелах (дБ) за допомогою спеціального приладу – шумоміра, що містить спеціальний коригувальний фільтр «А», який враховує особливість сприйняття шуму слуховим апаратом людини і знижує чутливість пристрою на низьких і дуже високих частотах для того, щоб отримувати реальні оцінки гучності, неприємної дії або прийнятності звуку. Значення дБА зазвичай на 10 одиниць перевершує еквівалентне значення нормованого індексу шуму для певного звуку. Ця одиниця вимірювання застосовується в містобудуванні.

Величину $L_{екв.}$ визначають або розраховують на підставі вимірів рівня

звуку в дБА протягом найбільш гучної півгодини, залежно від категорії вулиці або дороги і кількості смуг руху на проїзній частині вулиці з урахуванням обох напрямків за формулою:

$$L_{екв} = L_{розр} \pm \sum П, \tag{4.1}$$

де $L_{розр}$ – розрахунковий рівень шуму; $\Sigma П$ – сума виправлень.

Розрахунковий рівень шуму залежить від швидкості руху транспортного потоку і відсотка вантажного та громадського транспорту в потоці. Виправлення приймаються з урахуванням різних факторів, які можуть впливати на рівень шуму (інтенсивність руху, поздовжній ухил проїзної частини, наявність в потоці транспорту автомобілів із дизельним двигуном, рейкового транспорту, тип дорожнього покриття) та ін. [3, 73, 87].

Основне джерело шуму в місті – це наземний автомобільний та рейковий транспорт. Транспортний шум – це головна складова шумового режиму в місті, що спричинює 80–90 % рівня вуличного шуму. Його вплив виходить за межі вулиць і розповсюджується на територіях житлових районів, проникаючи в місця перебування людини. На багатьох вулицях великих міст шум від міського транспорту перевищує допустимий рівень на 25–35 дБА. Найрадикальнішим заходом зниження транспортного шуму є удосконалення транспортних засобів (двигунів, викидних систем, амортизаторів, шин), поліпшення якості доріг, обмеження руху вантажних автомобілів у житлових районах [3, 31, 73, 87].

Шумовий режим в умовах міської забудови має відповідати чинним. Допустимим можна вважати рівень шуму, що не завдає людині прямо чи опосередковано шкоди і неприємного впливу, не знижує її працездатності, не впливає на самопочуття і настрій. Зниження продуктивності праці та захворювання від шкідливого впливу шуму в багатьох країнах стали державною проблемою. Норми рекомендують враховувати характер шуму, тривалість його впливу, місце розташування об’єкта, час доби, застосовуючи виправлення до допустимих рівнів звукового тиску і рівнів звуку. За нормами допустимих рівнів звуку в житлових, громадських та службових приміщеннях, на територіях різного призначення допустимі рівні шуму й еквівалентні рівні шуму (в дБ) приймають для нічного часу, а вдень всі санітарні норми вище на 10 дБ [3, 25, 40, 73, 87, 88].

Різні країни згідно з діючими санітарними нормами обмежують рівні шуму відповідно до часу доби (табл. 4.2).

Відповідно до санітарних норм гранично допустимий рівень шуму складає для житлових територій, що прилягають до магістральних вулиць загально-

міського значення, швидкісних, вантажних і залізниць, становить 55 дБА. У зоні акустичного комфорту рівень шуму має бути нижче 45 дБА [3, 25, 40, 73, 88].

У містобудівній практиці виникає необхідність натурного вимірювання шуму в місті для порівняння його з санітарними нормами.

Таблиця 4.2 – Обмеження рівнів шуму автомобільного транспорту

Країна	Індекс	Денне обмеження	Обмеження на часи відпочинку	Нічне обмеження
Австралія	L_{10} 18 годин	60		55
Австрія	L_{Aeq}	50–55		40–45
Канада	L_{Aeq}	5		50
Данія	L_{Aeq} 24 години	55		
Франція	L_{Aeq}	60–65		55–57
Німеччина	L_r	50–55		40–45
Нідерланди	L_{Aeq}	50		40
Іспанія	L_{Aeq}	60		50
Швеція	L_{Aeq} 24 години	55		
Швейцарія	L_r	55		45
Великобританія	L_{Aeq}	55		42

Існують три методи вимірювання шуму: *інспекторський* – за якого вимірюють рівень гучності; *інженерний* – вимірює звуковий тиск у визначеній смузі частот і враховується акустична обстановка; *спеціальний* – визначають звукове поле, тиск у певній смузі частот, акустичну обстановку і порівнюють з дослідженнями в лабораторних умовах.

Прилад для вимірювання рівня гучності звуків і шуму – *шумомір*. Залежно від методу вимірювань, способу реєстрації вимірювань та інших вимог, шумоміри можуть мати різні конструкції і модифікації (рис. 4.2, 4.3). За використанням їх поділяють на дві основні групи: побутові (діапазони вимірювання – 30–130 дБ, 31,5 Гц–8кГц, фільтрі А і С) і промислові (інтегрувальні та ін.). Найбільш поширені моделі: SL, октава, svan. Для вимірювань інфразвукових та ультразвукових шумів застосовуються широкодіапазонні шумоміри. Для більш складних вимірювань до шумоміру підключають: дозиметр шуму, статистичний аналізатор розподілу, вимірювальний мікрофон (рис. 4.4, 4.5) [3, 25, 40, 73, 87,

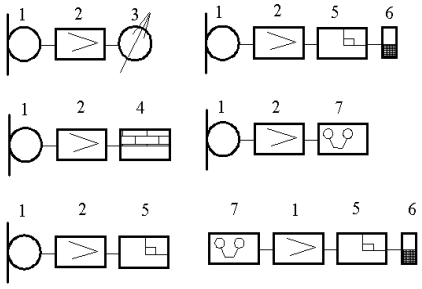


Рисунок 4.2 – Блок-схеми шумомірів: 1 – вимірювальний мікрофон; 2 – шумомір, вимірювальний посилювач, спектрометр; 3 – стрілковий індикатор; 4 – дозиметр шуму; 5 – самописець рівня; 6 – статичний аналізатор розподілу; 7 – вимірювальний магнітофон

88].



а)



б)



в)



г)

Рисунок 4.3 – Приклади шумомірів:
а) ВШ-2000 шумомір цифровий призначений для вимірювання і частотного аналізу досліджуваного акустичного сигналу; визначає середній квадратичний рівень звуку та звукового тиску L, еквівалентний рівень $L_{екв}$, рівень звукової експозиції, рівень звуку й звукового тиску в октавних смугах 1/1окт. Динамічний діапазон не менше 60 дБ. Діапазон вимірювань - 25-136 дБ (з мікрофоном типу 4190 чи аналогічними). Частотний діапазон – 10-20 000 Гц. Частотні характеристики - А, С і Лин;
б) шумомір–аналізатор спектра «Октава–121»; в) шумомір–аналізатор спектра «Октава–110А»; г) аналізатор шуму «Delta OHM HD2110L»



а)



б)



в)



г)

Рисунок 4.4 – Аналізатори спектру:
а) віброметр, шумомір, реєстратор даних. Автономний прилад для вимірювання рівня вібрації і рівня шуму. Вмонтована флеш-пам'ять 2 Гб – ZET 110; б) аналізатор спектру звукового діапазону – A17-U8; в) портативний аналізатор спектру звукового діапазону – A17-U2; г) аналізатор спектру в діапазоні до 2 МГц – A23

Існують правила вимірювання рівня шуму транспортних потоків, затверджені міжнародною організацією стандартів [2, 25]:

1) вимірювання потрібно робити в годину «пік» на перегонах не ближче 100–150 м від перехресть і зупинок громадського транспорту;

2) на ділянках вимірів не має бути сторонніх джерел шуму (рівень їхнього шуму не потрібно реєструвати при вимірах);

3) швидкість вітру не повинна перевищувати 3 м/с. Тривалість вимірювання встановлюють залежно від інтенсивності руху: більше 1 000 автом./год – 10 хв; 500–1 000 автом./год – 20 хв; менше 500 автом./год – 30 хв;

4) шумоміри встановлюють на тринозі так, щоб мікрофон був спрямований убік транспортного потоку і знаходився на висоті 1,2–1,5 м від рівня проїзної частини та 7,5 м від осі першої смуги руху, не

ближче 2 м від будинку, огорожі, екрану (рис. 3.5);

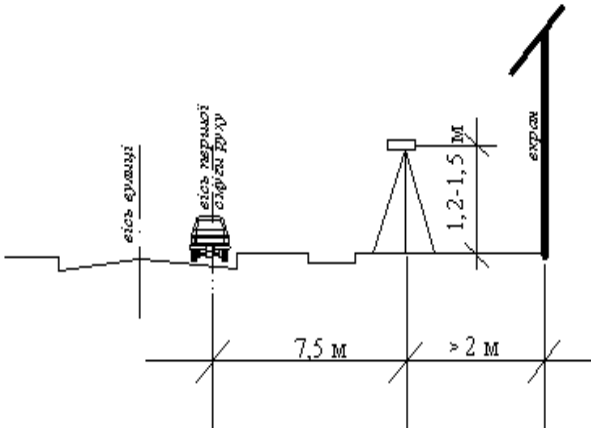


Рисунок 4.5 – Встановлення шумоміру на поперечному профілі вулиці

5) вимірювання проводять при включеній корекції «А» і тимчасової характеристики в положенні «швидко»;

6) відлік беруть відповідно до максимального показника стрілки індикатора через кожні 1–2 с;

7) вимірювання здійснюють шумоміром 1 чи 2 класів відповідно до вимог СНіП.

Одночасно з виміром рівня шуму фіксують деякі показники умов руху, що впливають на рівень звуку: інтенсивність руху за обома напрямками; швидкість руху потоку, км/год; склад потоку, тобто кількість легкових і вантажних автомобілів, автобусів, тролейбусів та інших транспортних засобів; поздовжній ухил і поперечний профіль вулиці; наявність рейкового транспорту.

Швидкість руху фіксують на ділянці виміру завдовжки 20 м (рис. 4.6).

Усі отримані дані заносять до протоколу вимірів і спеціальні форми.

На всіх стадіях проектування містобудівники повинні передбачити вплив майбутніх джерел шуму на шумовий режим міської забудови і розробити конкретні рекомендації в цій галузі.

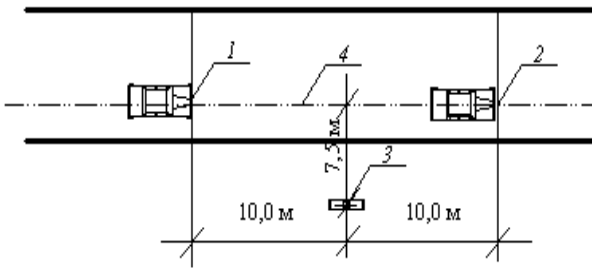


Рисунок 4.6 – Схема вимірювання швидкості руху транспорту: 1–2 – точки вимірювання швидкості; 3 – мікрофон шумоміру; 4 – вісь першої смуги руху транспорту

Для максимального використання можливих шумозахисних заходів на всіх стадіях проектування необхідна карта (схема) основних джерел міського шуму, яка буде інструментом та основою для оцінки і регулювання шумового режиму на сельбищній території міста, а також основою для розробки організаційно-адміністративних, архітектурно-планувальних та будівельно-акустичних заходів щодо зниження транспортного шуму і захисту міських територій від нього. На карті шуму вказують рівні шуму на всіх основних магістралях міста, на територіях житлових районів, зон відпочинку населення, промислових та інших підприємств, а також навколо окремих джерел шуму [3, 25, 39, 73].

Карту шуму складають на поточний період, розрахунковий термін і перспективу, вона фіксує теперішній або майбутній стан шумового режиму в місті та містить рекомендації щодо способів досягнення нормативного рівня на будь-якій стадії проектування. Її необхідно включати до складу проектної документації під час розроблення техніко-економічних обґрунтувань розвитку міста, генерального плану міста, проектів детального планування районів і схем санітарно-гігієнічного оцінювання існуючого та прогнозованого стану навколишнього середовища. Карта є частиною загального екологічного моніторингу і використовується владою для проектування, застосування і здійснення заходів направлених на досягнення нормативних рівнів шуму та застосування санкцій до тих, хто порушує ці норми.

Основою генерального плану і карти шуму міста складає система міських вулиць та доріг.

Розроблення карти (схеми) розташування джерел шуму міста необхідно починати зі збору даних, які дозволяють характеризувати джерела шуму в місті. До них належать:

– умови руху на магістральних вулицях міста – інтенсивність, швидкість руху, кількість одиниць вантажного та громадського транспорту в потоці, наявність потужних дизельних автомобілів, трамваїв;

– дані про магістральні вулиці – поперечні та поздовжні профілі, довжину перегонів, типи транспортних вузлів із перетином на різних рівнях, типи перехресть і майданів, типи дорожнього покриття, конструкцію трамвайного шляху;

– дані про наявність великих стоянок відкритого типу, трансформаторних підстанцій;

– характеристику промисловості;

– характеристику зовнішнього транспорту – інтенсивність, швидкість руху, конструкція рейкових шляхів, наявність мостів, шляхопроводів, клас та розташування аеропорту, авто- та залізничних вокзалів та ін.;

– дані про будівельне зонування, щільність житлового фонду в районах і на окремих магістралях, за типами будинків;

– дані про розташування території та об’єктів, які потребують особливо комфортних умов (лікарень, НДІ, парків та ін.).

Під час розроблення карти шуму існуючого міста основні дані про рівень джерел шуму отримують шляхом натурних вимірювань, з урахуванням багатьох змінних факторів – прийоми забудови вулиць, їхній благоустрій, технічний стан дорожнього покриття та транспортних одиниць. Це означає, що розра-

хунковий метод недоцільний для визначення еквівалентних рівнів звуку в умовах існуючого міста.

Масштаб карти залежить від розміру міста: для значних і великих міст – 1:10 000, 1:25 000, для малих міст і селищ – 1:5 000. На карту шуму вуличнодорожньої мережі міста схематично наносять план вулиць і доріг міста з шумовою характеристикою транспортних потоків (рис. 4.7–4.9), території та об'єкти, які потребують особливих умов акустичного комфорту (лікарні, вузи, парки та ін.).

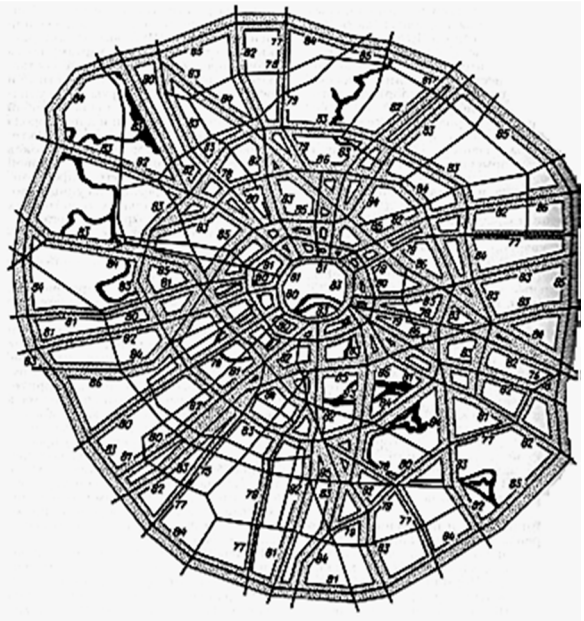


Рисунок 4.7 – Карта шуму вуличнодорожньої мережі міста (м. Москва)

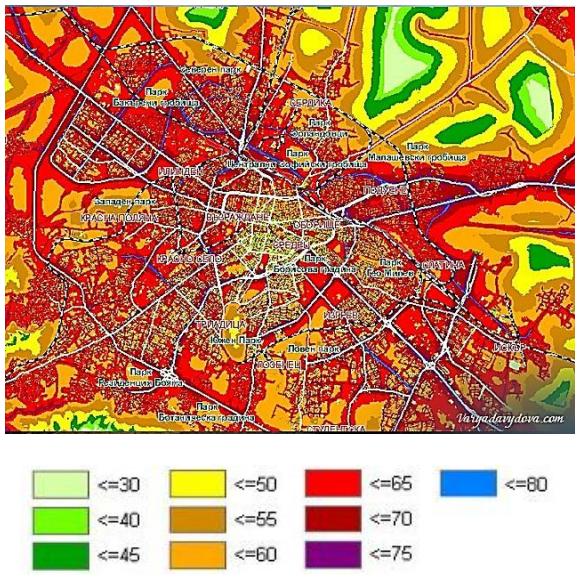


Рисунок 4.8 – Карта шуму м. Софія (Болгарія) по кварталах у денний час доби

Остаточне уявлення про шумовий режим території без урахування інженерного благоустрою одержують на підставі карт шуму для житлових районів, мікрорайонів, груп, що прилягають до магістральних вулиць загальноміського значення, виходячи із шумової характеристики перспективних транспортних потоків. Розрахункові рівні шуму для їхньої побудови беруть зі схеми джерел шуму міста. Схему джерел шуму на території житлового кварталу виконують в масштабі 1:2 000–1:1 000. На цій стадії приймають принципові рішення поперечних профілів вулиць і доріг, розташовують екрани, будинки житлового та нежитлового призначення, озеленення.



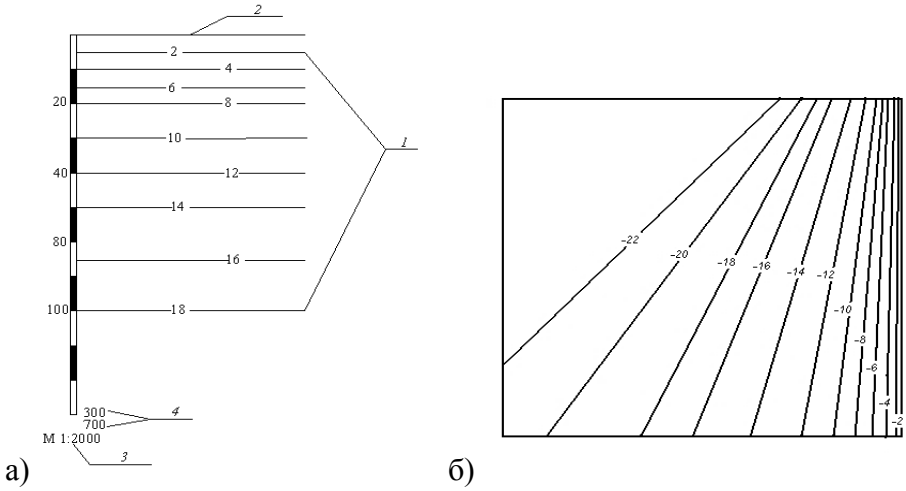
Рисунок 4.9 – Карта шуму м. Полтава

Для існуючого міста карти шуму мікрорайонів, кварталів дозволяють робити висновки про реальний шумовий режим у житловій забудові, зонах акустичного дискомфорту, необхідність застосування заходів для зниження шуму та їхньої ефективності, про правильність розміщення майданчиків відпочинку на території кварталів, стоянок автотранспорту та ін.

Існує декілька способів побудови карт шуму: за допомогою шумографу, графоаналітичний зокрема з використанням геоінформаційних програмних комплексів [3, 73, 87].

Побудова карти шуму полягає в тому, що на план забудови наносять ізолінії (ізобели) рівних рівнів шуму, що відображають існуючий або очікуваний проектований шумовий режим примагістральної території.

Одним із простих методів побудови карти шуму є застосування шумографів, розроблених Є. П. Самойлюком, Л. Г. Сафоновою і Д. С. Масленніковим. Шумограф складається з двох частин, виконаних на плівці [87]. На шумографі (рис. 4.10) зазначені масштаб креслення (*3*) й інтенсивність руху (*4*) на вулиці. У кожному наборі шумографу для різних масштабів креслень (1:500, 1:1 000, 1:2 000) є чотири змінні частини для різної інтенсивності руху на магістральних вулицях (у межах 300–700, 1 000–2 000, 3 000–4 000 і більше 6 000 автомобілів у годину «пік»). За допомогою першої частини на план наносять ізобели, що



а) б)

Рисунок 4.10 – Шумограф:
а) зниження рівня шуму від джерела в повітрі; б) зниження рівня шуму за екраном;
1 – зниження рівня шуму через 2 дБА; 2 – межа проїзної частини вулиці (бордюр);
3 – масштаб; 4 – інтенсивність руху на вулиці

проходять по відкритій території мікрорайону, а друга частина використовується для проведення ізобел у трикутнику тіні, яка утворюється за екраном (будинок, споруда).

Шумограф дозволяє достатньо швидко отримати карту шуму, що характеризує акустичне середовище на житловій території.

Для побудови карти шуму графоаналітичним способом, застосовуючи метод Є. П. Самойлюка, необхідно визначити еквівалентний рівень шуму на вулицях, що обмежують групу житлових будинків. Це дозволяє визначити рівень шуму в будь-якій точці мікрорайону з точністю до 2 дБА, що цілком достатньо для визначення комфортних і дискомфортних зон у мікрорайоні, кварталі та розробки шумозахисних заходів. Приклад фрагменту карти шуму групи житлових будинків наведений на рисунку 4.11.

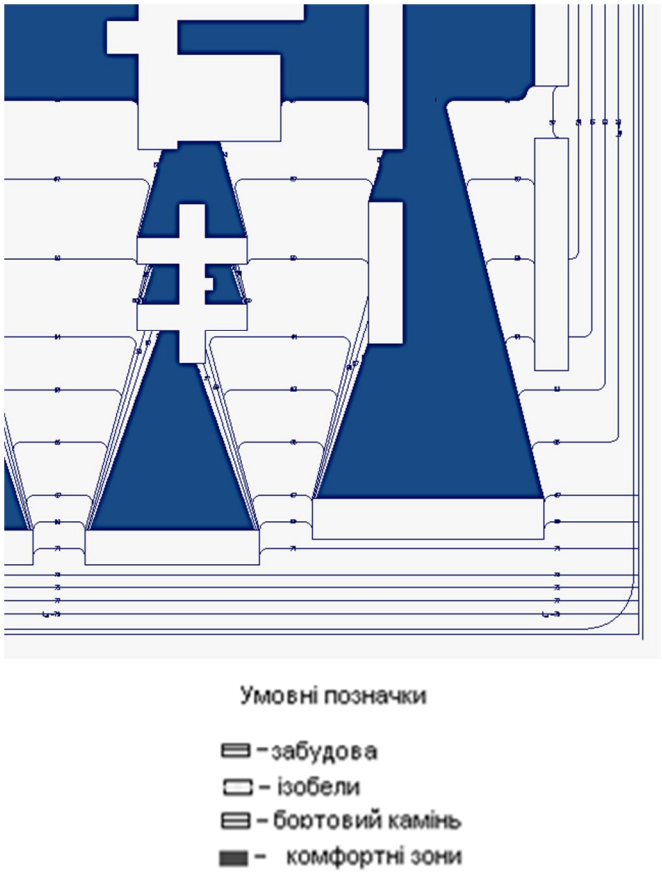


Рисунок 4.11 – Приклад побудови карти шуму

Боротьба з шумом у місті має велике значення і ведеться за такими напрямками:

– у джерелі шуму: конструктивні й адміністративні заходи: створення та застосування малошумних агрегатів, автомобілів, регламентація часу їхньої роботи і місць розташування на території;

– на шляху розповсюдження шуму в міському середовищі від джерела шуму до об’єкта шумозахисту: містобудівні заходи, пов’язані із застосуванням у проектних рішеннях елементів міського середовища, які сприяють зниженню рівня шуму;

– на об’єкті шумозахисту: конструктивно-будівельні методи, які забезпечують підвищення звукоізолювальних якостей огороджувальних конструкцій будинків та споруд.

Кожен із цих напрямків має свої обмеження, які потрібно брати до уваги під час розробки планів щодо зниження зовнішнього рівня шуму так само, як і

врахування техніко-економічних характеристик та витрат часу на розробку та впровадження заходів щодо шумозахисту.

Відомо, що земна поверхня (з травою чи без) знижує рівень шуму на 4 дБА на кожні 100 м. Під час проектування необхідно враховувати рельєф території – чим більший ухил доріг, тим вищий рівень шуму, кожні 2 % ухилу підвищують рівень шуму на 1–1,5 дБА. Тому позитивний результат дають заходи щодо пом'якшення ухилу доріг. Значно зменшується рівень шуму на територіях, які розташовані на насипу чи у виїмці відносно джерела шуму (рис. 4.12) [3, 15]. Велике значення також має тип покриття доріг, наприклад, при асфальтобетонному покритті шум на 6 дБА менше, ніж на бруківці.

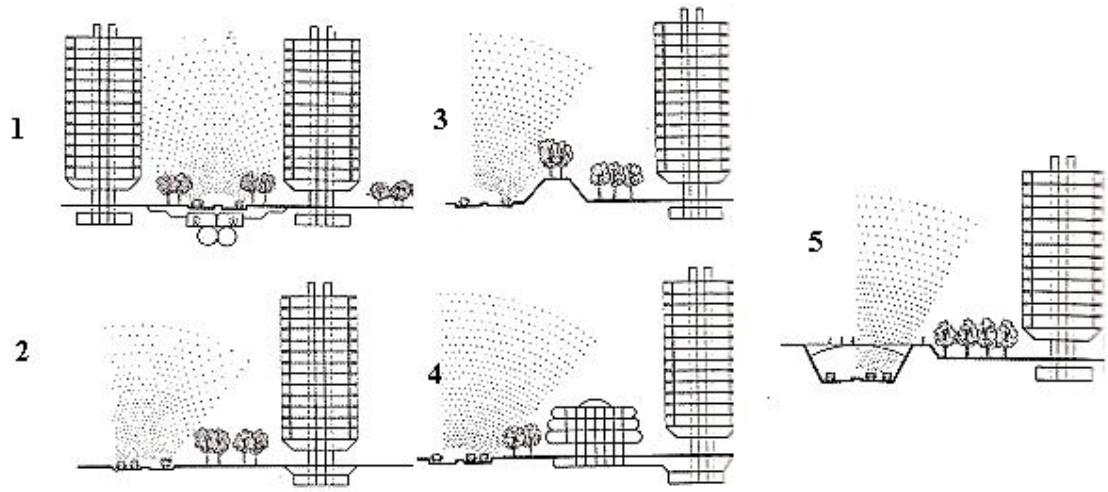


Рисунок 4.12 – Шумозахисні споруди:
1 – замкнена рядова забудова уздовж вулиці; 2 – захисна смуга зелених насаджень; 3 – захисні вали й озеленення; 4 – розташування перед забудовою громадських споруд; 5 – транспортні магістралі, розташовані у виїмці

Основними містобудівними заходами, що сприяють зниженню рівня шуму, є:

– збільшення відстані між джерелом шуму й об'єктом, який захищається;

– застосування акустично непрозорих екранів – укосів, стін будинків, екранів;

– застосування спеціальних шумозахисних смуг озеленення;

– різні прийоми планування, раціональне розміщення гучних об'єктів і об'єктів мікрорайону, які захищаються, та ін.;

– застосування раціональних прийомів забудови магістральних вулиць;

– максимальне озеленення території мікрорайону і розділових смуг магістральних вулиць;

– використання рельєфу місцевості та ін.

Розглядаючи містобудівні заходи щодо зниження рівня шуму, необхідно

врахувати комфортні умови за допомогою комплексу робіт із планування, забудови і благоустрою. Усі рішення шумозахисту повинні перевірятися розрахунком ефективності зниження рівня шуму [3, 15, 87].

Шумозахисні споруди можна класифікувати за такими критеріями [3, 15, 25, 39, 88]:

– *етапом проектування дороги:* споруди на проектованій дорозі; споруди на ділянці дороги, що реконструюється, із збільшенням ширини смуги відведення; споруди на існуючій ділянці дороги в межах існуючої смуги відведення;

– *типом споруди:* шумозахисні вали; шумозахисні екрани; смуги зелених насаджень; шумозахисні виїмки; підпірні стінки (з боку зовнішнього укосу виїмки); споруди, що частково або повністю закривають проїжджу частину (галереї, тунелі мілкого закладення); екранувальні будівлі і споруди; комбіновані споруди, що представляють всілякі комбінації вказаних вище рішень, наприклад, комбінація шумозахисний вал – екран або виїмка – шумозахисний вал, вал – екран;

– *акустичними якостями:* відображення звукової енергії; поглинання звукової енергії;

– *висотою споруди:* екрани малої висоти – до 2 м; екрани середньої висоти – 2–6 м; високі екрани – більше 6 м;

– *матеріалом:* грунт, земляні вали; збірний і монолітний бетон; блоки із штучного та природнього каменю; габіони; цегла; пластмаса (полікарбонат, акрил та ін.) деревина; фанера; метал (сталевий або алюмінієвий лист); екрани із абсорбуючих матеріалів, наприклад, абсорбуючі комбіновані панелі з плівки поліестері на металевому листі;

– *розташуванням споруд у поперечному профілі:* на земляному полотні дороги в безпосередній близькості від проїжджої частини; поза земляного полотна дороги, але в безпосередній близькості від земляного полотна дороги, наприклад, у зовнішнього укосу виїмки; поза земляного полотна дороги, розташовані біля захищуваного об’єкта чи території; підпірні стінки, що побудовані при улаштуванні виїмок з крутими укосами;

– *характером забудови територій, що захищаються:* екрани, що захищають вільні від забудови території (співвідношення відстані до забудови l до висоти споруди h більше 20); екрани на ділянках односторонньої житлової забудови; екрани на ділянках двосторонньої житлової забудови;

– *обрисом у плані:* прямолінійні, криволінійні, ступінчасті;

– *поздовжнім профілем верху споруди:* паралельні проектній лінії

проїзної частини; криволінійні, що плавно змінюються; ступінчасті;

– *конструкцією верньої частини екрану:* вертікальний екран (традиційне рішення); колінoподібна верхня частина екрану; «Т»-подібна верхня частина екрану; «Y»-подібна верхня частина екрану; стрілоподібна верхня частина екрану; циліндроподібна верхня частина екрану; еліпсоподібна верхня частина екрану; криволінійний екран; пилоподібна верхня частина екрану;

– *екрани розташовані на штучних спорудах* (естакади та ін.).

Для оцінки містобудівних заходів, що сприяють зниженню рівня міського шуму, рекомендують таку методичну схему, за якою необхідно:

– встановити розрахунковий рівень джерела шуму ($L_{розр.}$);

– визначити за допомогою розрахунку очікуваний рівень шуму на досліджуваному об'єкті (у приміщенні, на ділянці житлової території та ін.);

– порівняти величини очікуваного і допустимого рівнів звуку для розглянутого об'єкта. Якщо очікуваний рівень звуку $L < L_{доп.}$, санітарні умови шумового режиму дотримані; у випадку $L > L_{доп.}$, необхідно знайти рішення, що відповідають першій умові ($L < L_{доп.}$) [3, 25, 39, 87, 88].

Варто також пам'ятати, що від джерела шуму до житлової забудови звук долає певну відстань, зустрічаючи на своєму шляху різні екрануючі перешкоди, зелені насадження чи розповсюджується без перешкод над асфальтом, газоном та ін. Також відомо, що взимку, коли вулиці вкриті снігом, також стає тихіше.

Позитивні результати щодо зниження рівня шуму дають планувальні заходи.

У приміських зонах під час влаштування лісопарків, будинків відпочинку, пансіонатів, дитячих таборів, необхідно враховувати розташування автодоріг 1 та 2 категорії, залізничних шляхів. Усі заклади відпочинку потрібно розташовувати на відстані не ближче 500 м до автодоріг, промислових підприємств та 1 км до залізничних доріг. Заклади відпочинку необхідно об'єднувати за видами відпочинку, наприклад, будинки відпочинку, дитячі табори – одна група; пансіонати клініки – друга група і т.д. Між цими групами має бути відстань не менше 300–500 м.

Промислові підприємства, райони чи промислові зони, які є джерелами шуму підвищеного рівня (більше 75 дБА), потрібно відмежовувати від житлових територій захисними зонами і розташовувати їх з урахуванням переважаючих напрямків вітру.

Промислові підприємства, еквівалентний рівень шуму яких не перевищує 60 дБА розташовують у промислово-сельбищних районах [3, 15, 25, 39, 88].

Під час реконструкції існуючих промислових районів з метою боротьби з

шумом і вібрацією необхідно впроваджувати сучасні технологічні процеси, впорядковувати функціональне зонування, планування району, транспортний зв'язок, покращувати зовнішній благоустрій і озеленення. Деякі підприємства і об'єкти потребують винесення за межі житлової території або повної ліквідації.

Аеропорти варто розміщувати за межами міста, поза зонами відпочинку. Мінімальна відстань від злітної смуги до межі сельбищної території приймають залежно від класу аеродрому від 1 км до 30 км.

Розробляючи генеральний план міста, необхідно максимально збільшувати між-магістральні території та проводити їхнє зонування з урахуванням шумового режиму магістралей.

Магістральні вулиці та міські дороги зокрема швидкісні з вантажним рухом, необхідно прокладати на достатній відстані від житлової забудови, застосовуючи прийоми озеленення та екранування транспортного потоку за допомогою форм рельєфу. Уздовж магістральних вулиць, де переважає рух громадського та легкового транспорту, можна розташовувати зони торговельних, комунально-побутових і громадських будинків, шумовий режим яких допускає наявність поряд транспортних потоків. Іншу територію в зоні пішохідної досяжності до зупинок громадського транспорту відводять під житлову забудову, за межами цієї зони – сади мікрорайонів, ділянки шкіл, дитячих установ та ін.

Планування, забудову і благоустрій житлових мікрорайонів, кварталів, які межують з магістральними вулицями, необхідно здійснювати відповідно до основних вимог раціонального зонування території.

Для вирішення проблеми обмеження шумового впливу на територію житлових кварталів за допомогою планувальних елементів важливо знати вплив різних прийомів композиції їхньої забудови на зашумованість території. На рисунку 4.13 показано принципові схеми забудови мікрорайонів і характер зміни зашумованості території залежно від ступеня шумового впливу з боку вулиць і магістралей. Аналізуючи ці схеми, можна зробити висновок, що периметральна фронтальна або частково замкнута забудова, яка частіше зустрічається в містобудівній практиці, найбільш ефективна для захисту території мікрорайону від шуму [3, 15, 25, 31, 39, 73, 88].

Найбільш сприятливі в акустичному сенсі рішення, за яких житлові групи цілком ізолюють від проникнення транспортного шуму усередину забудови, приймаючи ламані, криволінійні, Г- і П-подібні обриси в плані. Прикладом такої забудови можуть бути мікрорайони Салтівського житлового масиву, забудова проспекту Гагаріна та ін. житлові райони в м. Харкові (рис. 4.14.)

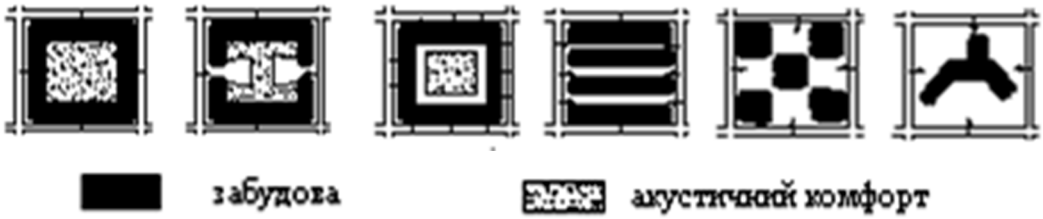


Рисунок 4.13 – Принципові схеми забудови мікрорайонів



Рисунок 4.14 – Планувальне рішення житлової забудови, сприятливої в акустичному сенсі (м. Харків)

У містобудівній практиці часто використовують прийоми, коли в розривах між будинками уздовж магістралі облаштовують одно-, двоповерхові вставки з блоками первинного обслуговування або декоративні споруди захисного типу.

Варто також зазначити, що на шумовий режим житлових кварталів впливає система проїздів, тип поворотних майданчиків, розміщення гаражів для індивідуального транспорту, автостоянок. Наприклад, дослідники встановили, що на кільцевому поворотному майданчику рівень звуку на 2–3 дБА нижче, ніж на трипелюстковому або прямокутному.

При заданому планувальному рішенні на території житлової групи зниження рівня шуму можна досягти шляхом застосування шумозахисного екранування, озеленення і раціонального розміщення гучних і захисних об’єктів.

Червону лінію забудови традиційно приймають на відстані 15–20 м від проїзної частини вулиці. Магістральна вулиця є джерелом підвищеного рівня шуму, зміщування лінії забудови не економічно, тому що знижується щільність житлового фонду території, а більшість житлових будинків мають слабку звукоізолювальну здатність огороджувальних конструкцій.

Багато вчених і фахівці-містобудівники займаються розробкою шумозахисних і шумозахищених будинків (рис. 4.15, 4.16) [3, 15, 25, 31, 39, 70, 73, 88].

Шумозахищеним прийнято вважати такий будинок, у якому акустичний комфорт у всіх приміщеннях досягається шляхом збільшення звукоізолювальної здатності конструкцій, що огороджують, насамперед віконних і дверних

блоків, до необхідної величини.

Шумозахисним варто вважати будинок, у якому планувальне рішення дозволяє досягти акустичного комфорту лише в спальних і житлових кімнатах. У такому будинку убік джерела шуму винесені переважно кімнати денного перебування, сходово-ліфтові вузли та інші підсобні приміщення. Ці будинки є екраном для інших.

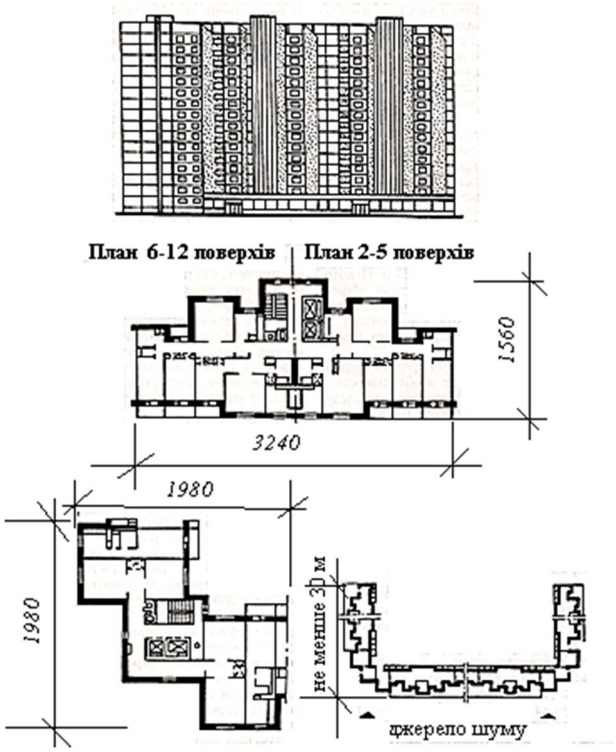


Рисунок 4.15 – Шумозахисний дванадцятиповерховий будинок

У великих містах переважає багатоповерхова забудова, верхні поверхи опиняються вище «звукового екрана», тому рівень шуму там дуже високий – 60–65 дБА і вище.

Необхідно зазначити, що найбільш уразливим місцем для проникнення шуму в житлові кімнати є вікна і балконні двері. Як показує практика і результати досліджень, величина звукоізоляції залежить від конструкції, товщини скла, якості виконання робіт й інших факторів. Застосування вікон із подвійними склопакетами найбільш прийнятні для шумозахисту житлових приміщень.



Рисунок 4.16 – Шумозахисні будинки

Ефективним захистом від шуму є дуже щільні деревинно-чагарникові насадження, що мають листяний і хвойний покрив.

Зелені насадження у вигляді декоративних посадок, які найчастіше зустрічаються на вулицях міста, не мають шумозахисних властивостей. До шумозахисних насаджень варто висувати такі вимоги: насадження повинні мати щільне змикання крон, для цього відстань нормативних посадок зменшують на

30–50 %; дерева і чагарники мають бути пишнокронними, швидкозросталими і мати низький штамб, висота дерев має бути не менше 5–8 м; структура насаджень має бути складною, тобто багатоярусною з розташуванням чагарників під пологом насаджень або на його опушці; при улаштуванні шумозахисних насаджень з декількох смуг другу і наступні смуги, за відповідних природно-кліматичних умов, рекомендується створювати з хвойних порід, які ефективні для захисту від шуму протягом усього року.

Шумозахисні смуги зелених насаджень можуть складатися з однієї або декількох окремих смуг не нижче ніж 7 м, забезпечуючи відстані між стовбурами дорослих дерев з широкою кроною 8–10 м, з середньою кроною – 5–6 м, з вузькою кроною – 3–4 м. Смуги розділяють між собою просвітами, що не перевищують висоту дерева. Простір під кроною потрібно заповнювати рядами чагарнику. Найбільш ефективною є посадка дерев і чагарників у шаховому порядку. Приклади конструкції шумозахисних смуг наведено на рисунку 4.17 [3, 15, 25, 31, 39, 70, 71, 73, 88].

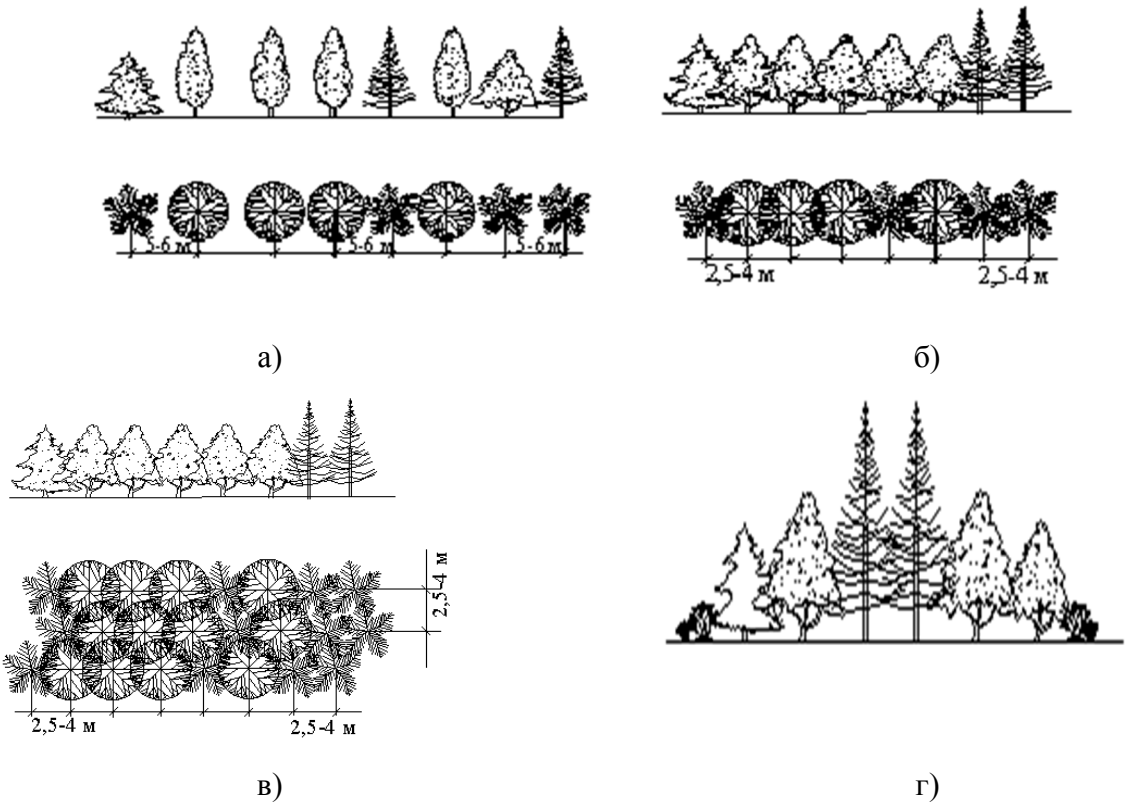


Рисунок 4.17 – Вуличні посадки зелених насаджень:
а) звичайна рядова посадка; б) шумозахисна посадка дерев; в) лінійна «шахова» шумозахисна посадка дерев; г) складна багатоярусна смуга дерев з лінійними посадками чагарників на галявині

Ефективність зниження рівня шуму шумозахисною смугою зелених насаджень визначається на підставі розрахункових схем (рис. 4.18 і 4.19) за формулами, запропонованими Ф. Майстером і В. Рурбергом.

Розрахунок ефективності зниження рівня шуму однією смугою шумозахисних насаджень проводиться за формулою [3, 31, 73, 87]:

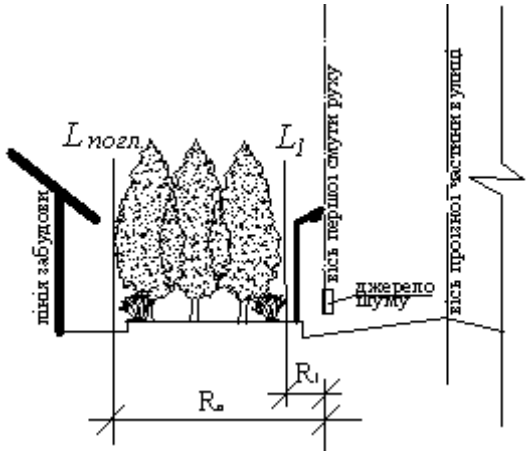


Рисунок 4.18 – Розрахункова схема для визначення ефективності зниження рівня шуму однією смугою зелених насаджень

$$L_{еф} = K_з \pm 10 lg \frac{R_n}{R_1}, \qquad (4.2)$$

де K_3 – коефіцієнт фізичної можливості насаджень знижувати рівень шуму (для смуг шахової посадки з підліском і чагарником приймається 1,5; для лісопарків середньої щільності з чагарником – 1,3); R_1 – відстань від джерела шуму до початку шумозахисної смуги; R_n – відстань від джерела шуму до кінця шумозахисної смуги.

Рівень шуму за шумозахисною смугою розраховують за такою формулою [3, 31, 73, 87]:

$$L_{погл} = L_1 - L_{еф}, \qquad (4.3)$$

де L_1– рівень шуму на початку шумозахисної смуги зелених насаджень.

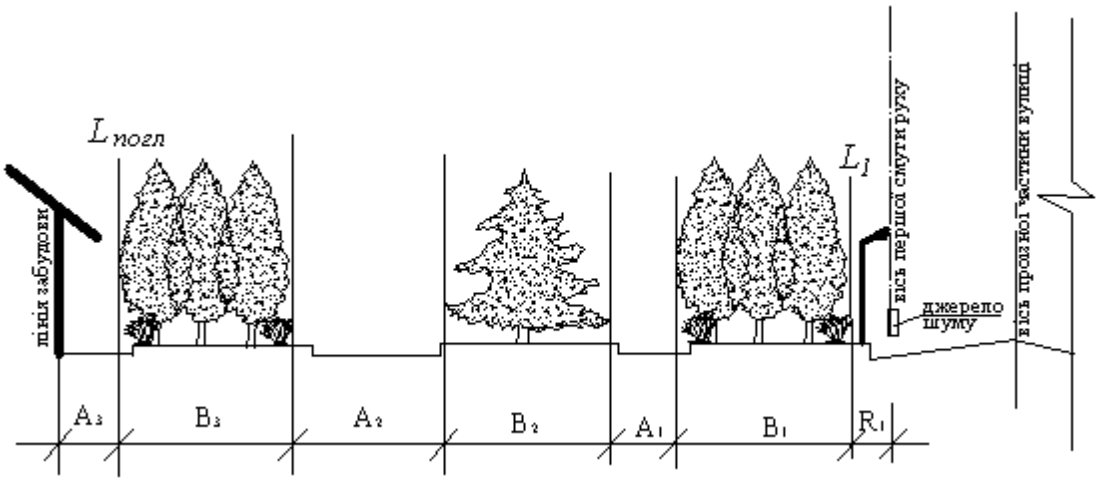


Рисунок 4.19 – Розрахункова схема для визначення ефективності зниження рівня шуму за допомогою зелених насаджень, що складаються з декількох смуг

Розрахунок ефективності зниження рівня шуму шумозахисними насадженнями, що складаються з декількох смуг, проводять за формулою:

$$L_{еф} = 10 lg \left(\frac{R_1 + \sum_1^i B_i + \sum_1^i A_i}{R_1} \right) + 1{,}5z + \beta \sum_1^i B_i, \qquad (4.4)$$

де R_1– відстань від джерела шуму до початку шумозахисної смуги, м; A_i – ширина просвітів між смугами зелених насаджень, м; B_i – ширина смуг зелених насаджень, м; z – кількість смуг шумозахисних насаджень; β – коефіцієнт питомого поглинання звукової енергії. Величину β приймають за таблицею 3.3.

Рівень шуму за шумозахисною смугою розраховують за формулою (4.3).

Дані таблиці 4.3 свідчать про ефективність поглинання зеленими насадженнями високочастотних звуків, що найбільш шкідливі для людини.

Таблиця 4.3 – Питоме поглинання звуку зеленими насадженнями

Категорія зелених насаджень	Питоме поглинання звуку, дБ, на 1 м погонної довжини за частоти, Гц					Середня величина зниження рівня шуму, дБА
	200–400	400–800	800–1 600	1 600–3 200	3 200–6 400	
Сосна (крона)	0,08–0,11	0,13–0,15	0,14–0,15	0,16	0,19–0,20	0,15
Молодий сосновий ліс	0,10–0,11	0,10	0,10–0,15	0,10	0,14–0,20	0,15
Ялиця (крона)	0,10-0,12	0,14–0,17	0,18	0,14–0,17	0,23–0,30	0,18
Густий листяний ліс	0,05	0,05–0,07	0,08–0,10	0,11–0,15	0,17–0,20	0,12–0,17
Щільний живопліт	0,13–0,15	0,17–0,25	0,18–0,35	0,20–0,40	0,30–1,50	0,25–0,35

Ефективним засобом захисту житлових будинків і сельбищних територій від джерел шуму є шумозахисні споруди, що екранують, у вигляді стінок, виїмок, земляних кавальєрів, споруд і будинків нежитлового призначення, а також поєднання деяких з них (рис. 4.20).

До умов, що впливають на вибір типу екранів, належать: характер забудови, її щільність і поверховість; особливості рельєфу; необхідність спорудження об’єктів культурно-побутового обслуговування, гаражів, складів та інших будинків нежитлового призначення; можливість використання місцевих матеріалів; необхідність улаштування проїздів і проходів; фактори загазованості, аерації й інсоляції житлової забудови; можливість використання екранів з іншою метою сьогодні і в перспективі [3, 25, 31, 39, 70, 73, 87, 88].

Конструктивні рішення екранів, їхній архітектурно-художній вигляд залежать від багатьох факторів і мають свої переваги та недоліки.

Конструкцію шумозахисного екрану визначають такі фактори: висота й протяжність споруди; наявність місцевих будівельних матеріалів; кліматичні параметри; безпека руху; забезпечення необхідної відстані видимості; естетичні

якості; можливість відведення землі під спорудження; обслуговування прилеглої забудови; можливість комбінації шумозахисних споруд із гаражами та іншими об’єктами.



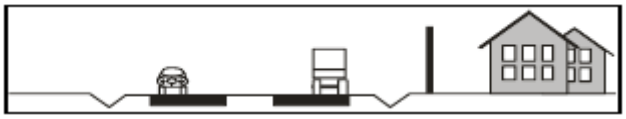
Рисунок 4.20 – Шумозахисні екрани

Основними вимогами до шумозахисних екранів, крім естетичних, є його здатність поглинання або відбиття звукової енергії, економічність і логічне розміщення в планувальній структурі певної території. Матеріали для будівництва екранів мають бути довговічними, стійкими до впливу атмосферних факторів і вихлопних газів, а самі споруди повинні розраховуватися на снігові, вітрові та сейсмічні навантаження.

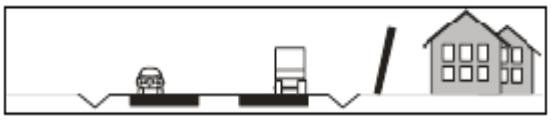
На рисунку 4.21 наведені схеми екранів, що найчастіше застосовуються при шумозахисті території.

Для зниження рівня шуму за допомогою екрана певної висоти і довжини розраховують згідно з нормативними документами після побудови відповідних розрахункових схем. Але цей метод дозволяє визначити ефективність захисту від шуму однієї розрахункової точки і є доволі трудомістким для розрахунку екранів великої довжини [25, 31, 39, 70, 87, 88].

Шумозахисний екран на смузі відведення автомобільної дороги



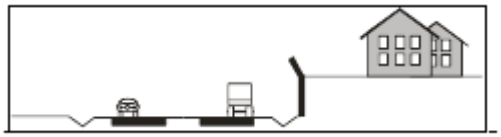
Похилий шумозахисний екран на смузі відведення автомобільної дороги з боку території, що захищається



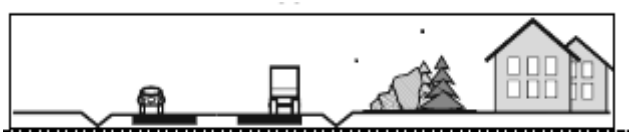
Поєднання шумозахисного екрану на смузі відведення і екрану, що розташовано на розділовій смузі, за малої ширини розділової смуги екран поєднується з огородженням



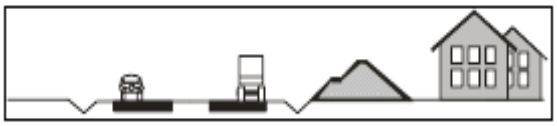
Підпірна стінка з боку забудови



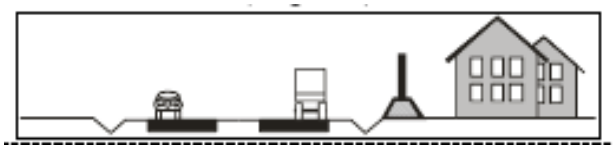
Зелені насадження в межах буферної зони



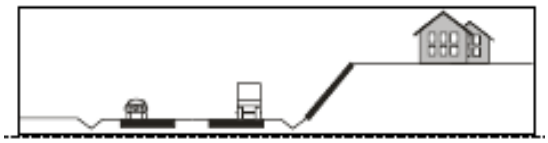
Захисні ґрунтові вали



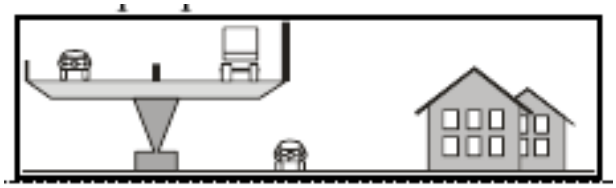
Поєднання на смузі відведення автомобільної дороги шумозахисного екрану і шумозахисного земляного валу (берми)



Улаштування виїмки в межах населених пунктів



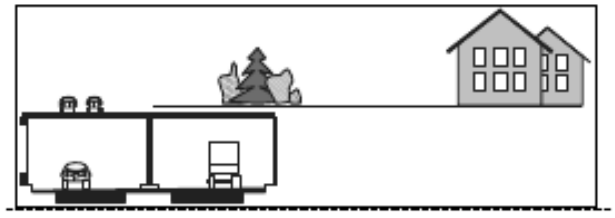
Улаштування естакади на розділовій смузі з шумозахисними екранами з прозорого пластику



Галереї з штучним освітленням



Відкрита галерея в протилежний бік від забудови



Тунель з повною ізоляцією від транспортного шуму та використання простору над тунелем для місцевого руху

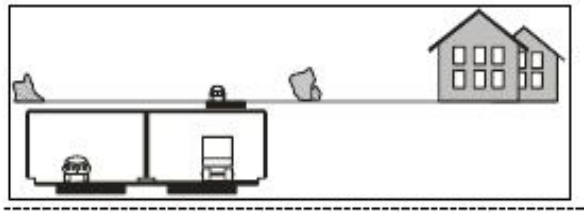


Рисунок 4.21 – Схеми екранів, які найчастіше застосовуються для шумозахисту територій

4.2.4 Боротьба із загазованістю міських територій

Основними джерелами забруднення повітря житлових територій міста є промислові підприємства, опалювальні котельні, автомобільний транспорт. Стан повітряного басейну житлових територій в значній мірі визначається функціонально-планувальною організацією міста, що розробляється на стадії генерального плану.

В умовах щільної і погано провітрюваної багатоповерхової забудови історичних центрів значних міст концентрація шкідливих речовин більш висока. Ті, хто працює чи проживає поблизу дороги і користується наземним транспортом, велику частину доби находяться в атмосфері, отруєній відпрацьованими газами. Оцінка забруднення вихлопними газами автотранспорту приземного шару повітря житлових територій – важливий санітарно-гігієнічний фактор стану навколишнього середовища загалом. Санітарно-гігієничні умови житлових територій рівня загазованості можна оцінити за показником концентрації окису вуглецю СО.

Санітарними нормами встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в атмосфері. Для СО гранично допустимою концентрацією є 3 мг/м^3 [26].

Очікуваний рівень забруднення повітря оцінюють на підставі карт загазованості. Карти загазованості дозволяють робити висновки про перевагу певного планувального рішення, а також дають можливість досягти поліпшення якості атмосферного повітря застосуванням спеціальних захисних заходів. Графічна побудова карти загазованості полягає в тому, що на план наносяться лінії концентрації СО, які відображають наявний або очікуваний рівень забруднення приземного шару повітря автомобільним трансмпортом. На карті загазованості знаходять зону дискомфорту за рівнями концентрації СО, де рівні забруднення перевищують ГДК і навпаки, зону комфорту, на якій рівень концентрації не перевищує цих значень. Для захисту населення від впливу вихлопних газів автомобільного транспорту, що пересувається по прилеглих до житлових територій магістралях, можуть бути запропоновані адміністративно-організаційні заходи (заборона або обмеження руху вантажного транспорту, створення зон, вільних від автомобілів, зміна режиму автостоянок), заходи інженерно-транспортного (організація безперервного руху), містобудівного характеру (улаштування пило- і газозахисних зелених смуг уздовж магістралей, застосування екранів). Зниження концентрації зеленими насадженнями залежить від геометричних розмірів і ажурності (щільності) смуг дерев і чагарників. Захисна смуга повинна складатися з швидкорослих порід дерев із

низьким штамбом і густозімкнутими кронами, нижній ярус яких має бути заповнений чагарником. Шкідливі гази в процесі транспірації поглинаються рослинами, а тверді частинки аерозолів осідають на листках, стовбурах і гілках рослин. Газозахисна роль зелених насаджень залежить від ступеня димостійкості самих порід. Непроглядні смуги деревно-чагарникових насаджень, стійких до впливу вихлопних газів автомобілів і пилу, істотно (до 10 %) знижують рівень загазованості примагістральних територій [15, 70, 71]. Під час формування багаторядних деревно-чагарникових посадок з боку дороги потрібно висаджувати рослини, стійкі до дії вихлопних газів. У середині смуги перевагу потрібно віддавати деревним рослинам вічнозеленим з густою кроною переважно хвойним. Ефективність зниження рівнів загазованості захисними смугами зелених насаджень, де коефіцієнт ажурності приймається 0,8–0,9, висота смуги не менше 5–6 м, забудовою та елементами рельєфу наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 4.4 – Зниження рівня загазованості зеленими насадженнями

Тип або конструкція смуги зелених насаджень	Зниження рівня концентрації CO, %
Однорядна з двох'ярусним живоплотом на передньому плані та з шаховою посадкою дерев усередині смуги (шириною 10–14 м)	40–45
Те саме; (шириною 14–20 м)	50–55
Дворядна з розривами між рядами 3–5 м (шириною 20–30 м)	55–60
Зонування забудови (найближча до магістралі зона – будівлі торгового, комунально-побутового призначення, друга зона – малоповерхова житлова забудова, третя – забудова підвищеної поверховості, четверта – дитячі, лікувальні установи)	До 90
Периметральна 9-поверхова забудова	40–60
Те саме з арками з боку магістралі	35–50
Вільна забудова за відсутності захисного озеленення з боку транспортного потоку (80 м від магістралі)	15–40
Розташування проїзної частини у виїмці	
Розташування проїзної частини на насипу	15–40

Масове паркування та зберігання автомобілів на прибудинкових територіях погіршують стан приземного шару (до 2 м) атмосфери, що згубно позначається на здоров'ї дітей і літніх людей, які значну частину часу проводять поблизу житлових будинків. Основними містобудівними заходами в цьому випадку можуть бути заходи адміністративного характеру, що забороняють парковку, і пропозиція із будівництва підземних, багатоярусних гаражів, що дозволяють вирішити проблему зберігання автомобілів [15, 70].

4.2.5 Значення інсоляційного режиму міських територій для їхнього благоустрої

Сонячне світло – основне джерело енергії на нашій планеті та життєво важливий елемент середовища, у якому живе, працює і відпочиває людина. Освітлюючи територію, фасади й інтер'єри будинків, промені сонця значною мірою визначають якість навколишнього середовища, дуже впливають на мікроклімат, на освітлення і гігієну територій та приміщень, на виразність архітектурних композицій і форм.

Інсоляція *(від лат. insolo – «виставляю на сонце») – освітлення сонячними променями. Під інсоляцією розуміють сукупність світлової, ультрафіолетової та теплової дії сонця.*

Променистa сонячна енергія, що потрапляє на Землю, має декілька видів: пряма сонячна радіація, розсіяна радіація і відбита радіація. Основний вид – пряма сонячна радіація. Унаслідок розсіювання і поглинання променистої енергії Сонця на шляху від зовнішньої межі атмосфери до земної поверхні утворюється розсіяна (дифузна) радіація. Ця радіація, на відміну від прямої сонячної, що падає у вигляді рівнобіжного пучка променів, спрямована з усіх точок небосхилу. У результаті віддзеркалення сонячних променів від земної поверхні виникає відбита радіація. Частину прямої дифузної сонячної радіації поглинає земна поверхня, що нагрівається, і стає джерелом теплового випромінювання. Атмосфера, що нагрівається завдяки теплообміну з земною поверхнею, також є джерелом теплового випромінювання – виникає протиопромінення атмосфери [3, 5, 47, 73, 89].

Інсоляційний режим міської території – одне з найважливіших вимог до гігієнічності міської забудови і території та залежить від таких факторів:

– сумарної радіації, що складається з прямої сонячної радіації, яка надходить безпосередньо від диска Сонця; розсіяної, яка надходить від усього небосхилу; короткохвильовим випромінюванням, що віддзеркалене поверхнями;

– теплового, довгохвильового випромінювання нагрітих поверхонь.

Оцінка радіаційного режиму містить у собі:

– фонові характеристики обстежуваної території, зокрема як інтенсивність потоків прямої радіації, яка надходить, і дифузійної радіації на горизонтальну і перпендикулярну поверхні;

– аналіз трансформації радіаційних потоків усередині міської території (надходження сонячної радіації на похилі поверхні різної орієнтації, взаємне опромінення елементів забудови та ін.).

Вплив інсоляції може бути позитивним чи негативним залежно від інтенсивності, тривалості впливу сонця. Одне з завдань фахівців-містобудівників полягає в тому, щоб за допомогою архітектурно-планувальних і будівельних засобів повністю використовувати позитивні функції сонця й усувати його негативний вплив на людину [3, 5, 47, 73, 89].

Головні переваги інсоляції:

– освітлення приміщень і територій прямими сонячними променями чи денним світлом;

– обігрів території та приміщень;

– бактерицидна дія, яка залежить від тривалості освітлення прямими сонячними променями;

– психологічний вплив.

Недоліками інсоляції є сліпуча, руйнівна (фото деструктивна) дія і перегрів. Дуже важливим фактором фізичного впливу інсоляції на людину є сліпуча дія, тобто порушення функції зору завдяки висвітленню предметів, що знаходяться в полі зору, прямими сонячними променями. Урахування цього фактора відіграє дуже важливу роль під час проектування шкіл, інститутів та інших навчальних чи проектних закладів.

Інсоляція міських територій припускає обов'язкове або принаймні короткочасне сонячне освітлення протягом усього року. Кількісний фактор, що став умовою інсоляції територій, будинків і приміщень, називається тривалістю інсоляції – це час від початку опромінення прямими сонячними променями до його припинення.

Розрахунки інсоляції та сонцезахисних пристроїв виконують за так називаним розрахунковим часом доби і року, який встановлюють залежно від географічного району будівництва [3, 5, 47, 73].

За розрахунковий час приймають:

– середній період спекотних місяців року (за середньомісячної температури повітря більше 22 °С) – за необхідності усунення перегріву приміщень;

– робочий час доби і року залежно від призначення приміщення – для усунення сліпучої дії інсоляції.

Інсоляція поділяється на можливу (тобто ту, яка могла би бути, якби небо було постійно безхмарним) і реальну, яка набагато менша, ніж можлива через хмарність. Під час розрахунків і нормування інсоляції увагу приділяють її максимально можливій тривалості, але з урахуванням скорочення часу інсоляції, яка насправді спостерігається у навколишньому середовищі. Для визначення

реальної інсоляції і ефективності сонцезахисних пристроїв необхідно враховувати різницю між сонячним часом (за яким побудовані інсоляційні графіки і сонячні карти) та декретним часом, прийнятим у країні. Порядок визначення різниці між сонячним і декретним часом такий:

– визначають різницю між довготою певного пункту і середнього меридіану часового поясу, позначеного на карті часових поясів;

– визначають поясний час певного пункту; для цього отриману різницю додають або віднімають від розрахункового сонячного часу, якщо довгота цього пункту менша чи більша, ніж довгота середнього меридіану часового поясу;

– визначають декретний час, додаючи до поясного часу одну годину.

Усі методи інсоляційних розрахунків поділяються на 2 основні групи: геометричні й енергетичні.

Геометричні розрахунки пов'язані безпосередньо з терміном «інсоляція». Їх можна поділити на підгрупи: методи, що визначають положення Сонця, і методи, що вирішують певні завдання стосовно інсоляції об'єктів. Методи другої підгрупи випливають з методів першої, тому що жоден із них не може бути реалізований без точного визначення координат Сонця.

Геометричні розрахунки роблять графічним і аналітичним способами. З їхньою допомогою можна визначити тривалість інсоляції чи затінення ділянки, окремої точки чи приміщення, характер пересування сонячних променів і площу інсоляції приміщень. Графічні методи розрахунків другої підгрупи бувають 2 типів: дослідження шляхом побудови на кресленнях, дослідження на графіках.

Енергетичні розрахунки пов'язані з терміном «сонячна радіація». З їхньою допомогою визначають обсяг теплової і світлової енергії, яку сонячні промені вносять до приміщення.

Місцезнаходження сонця на небі і напрямок його променів визначають координатами: висотою стояння сонця h_0 і азимутом A_0, які залежать від географічної широти місцевості, пори року і години дня (рис. 4.22). Висота стояння сонця – це кут вертикальної поверхні, який утворюється променем сонця і горизонтом. Азимут – кут горизонтальної поверхні, утворений горизонтальною проекцією сонячного променя і напрямком меридіану. Азимути відраховують від точки півдня і позначають східними і західними відповідно до місцезнаходження сонця в першій і другій половині дня.

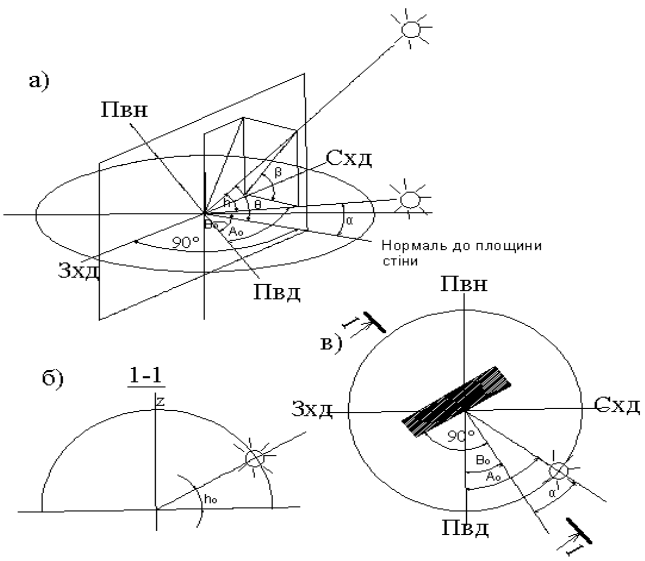


Рисунок 4.22 – Схема для визначення координат сонця і проекції сонячного променя на вертикальну та горизонтальну поверхні: а) проекції сонячного променя на поверхню фасаду і горизонтальну поверхню; б) схема для визначення висоти стояння сонця; в) схема для визначення азимуту

Інсоляцію вивчають і нормують за чотирма характерними днями у році: сонцестояння (літнє – 21–22 березня, зимове – 21–22 грудня) і рівнодення (весняне – 20–21 березня й осіннє – 23 вересня). Рівень «чистої» інсоляції в конкретній точці (на відкритій місцевості) залежить від широти місцевості, пори року, дня побудови карти інсоляції [3, 5, 47, 73, 89].

Під час проектування житлових кварталів і будинків у містах фахівці повинні вирішувати такі практичні завдання для задоволення санітарно-гігієнічних вимог щодо інсоляції забудови і приміщень:

– визначення дійсної тривалості інсоляції території забудови і приміщень;

– визначення затінення приміщень лоджіями, балконами, пілонами та іншими деталями будинку, які виступають;

– будувати зони інсоляції та контури тіней для визначення допустимих відстаней між будинками, місць розташування майданчиків різного призначення, місць для посадки різних видів озеленення, асортименту дерев та чагарників.

Для оцінки інсоляції території складають карти інсоляції, на яких позначають тривалість інсоляції окремих елементів забудови. Карту інсоляції виконують на стадії проектування, на основі аналізу матеріалів обстеження з метою прийняття планувальних рішень з урахуванням умов комфортності середовища, що зумовлені розміщенням будинків, майданчиків відпочинку, дитячих ігрових майданчиків і композицією зелених насаджень. Існує декілька способів їхньої побудови, зокрема побудова за допомогою ***інсолом*** *– плавних умовних ліній, що характеризують рівень освітленості точок земної поверхні (прямими сонячними променями) з однаковими значеннями* за допомогою інсоляційної лінійки

[23].

Ці завдання вирішують за допомогою інсоляційного планшету Дунаєва (рис. 4.23) [3, 5, 23, 47, 73].

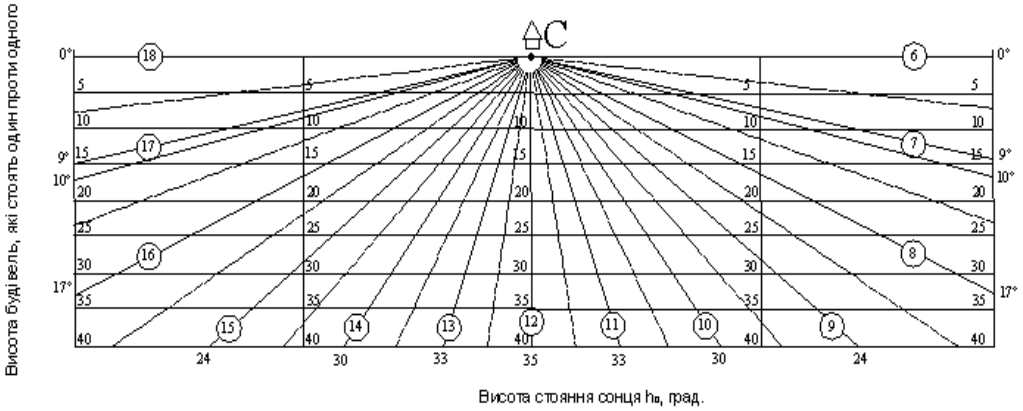


Рисунок 4.23 – Інсоляційний планшет (інсоляційна лінійка) Дунаєва для розрахунку тривалості інсоляції та побудови контуру тіней

Під час визначення рівня освітленості у фіксованих точках приймаються до уваги перешкоди у вигляді будинків і не враховують обмеження різними природними перешкодами: рельєфом, лісом тощо.

Інсоляційний графік на планшеті складається з двох систем ліній:

– годинних радіальних ліній, які представляють горизонтальні проекції сонячного променя, спрямованого до розрахункової точки у різні пори року;

– горизонталей, показуючи їх підвищення над центральною (розрахунковою) точкою інсоляційного графіка.

На кожній радіальній лінії на інсоляційному графіку в колі позначені години дня за сонячним часом; під цифрами, які позначають години дня, наведені висоти сонця над обрієм в градусах.

Інсоляційний графік будують для широт 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 65° пн. ш. для днів осінньо-весняного рівнодення, що позначені в правому та лівому кутах інсоляційного графіка.

Приклад графіка на рисунку 4.23 побудовано для місцевості, яка розташована на широті 55°; його можна застосовувати для креслень проекту в масштабі 1:1 000 з урахуванням висоти будинків до 40 м. Для цієї широти рівень інсоляції точки на відкритій місцевості в дні осінньо-весняного рівнодення складає 10 годин (з 8.00 до 18.00 годин). Це умовне значення, тому що сонце з’являється раніше, а заходить пізніше, але до зазначеного часу і після того рівень інсоляції на місцевості не можливо визначити точно через закритість горизонту, малий кут нахилу сонячних променів тощо.

Інсоляційний графік застосовують з достатньою для практики точністю в

межах ±2,5°, наприклад, інсоляційний графік для 55° пн. ш. застосовують у межах 52,5–57,5° пн. ш. Результати підрахунків за таким графіком гарантують, що в інші дні регламентованого періоду за більш високого сонця інсоляція тривати-ме довше [3, 5, 47, 73].

У містобудівній практиці не враховують інсоляцію, за якої кут падіння променя на землю менше:

– 10–12° при опроміненні земельної ділянки; у цьому випадку сонячні промені проникнули через товсту оболонку атмосфери і втратили багато сил; до того ж різні предмети залишають на землі дуже довгі тіні;

– 12° при дотичному падінні на фасад; у цьому випадку через велику товщину стін і наявність плетінь сонячні промені потрапляють до приміщення дуже рідко чи не потрапляють зовсім.

Норми інсоляції в Україні діють з 60-х років минулого сторіччя і мають сучасне обґрунтування, оскільки принципово не змінювалися. Норми і правила забезпечення інсоляції на житловій території насамперед стосуються місць, які безпосередньо використовує населення: дитячих ігрових майданчиків, пішохідних доріжок і алей, майданчиків відпочинку, господарських майданчиків тощо. Їх враховують на стадії розробки проектів забудови, але в процесі експлуатації завдяки додатковій посадці або вирубки дерев, переносу майданчиків, коректування трас пішохідних шляхів вони порушуються. Відповідно до нормативних вимог розміщення й орієнтація житлових і цивільних будинків мають забезпечувати безперервну тривалість інсоляції приміщень і територій у середньому не менше 3 годин на добу.

Умови інсоляції території враховують під час планування міст, мікрорайонів, кварталів, водночас дуже важливо правильно обирати орієнтацію вулиць і будинків щодо сторін горизонту, взаємне розташування, поверховість, конфігурацію будинків. Це дозволяє значно зменшити ширину розривів між будинками, збільшити щільність населення житлового кварталу. Умови інсоляції під час реконструкції території та будинків вивчають при загальному обстеженні забудови.

Деякі нормативні документи висувають вимоги, щоб ділянки житлової забудови отримували прямі сонячні промені під час зимового сонцестояння не менше 6 годин на добу. Таку тривалість інсоляції використовують для розрахунків у зоні помірного клімату, а в холодних, спекотних чи тропічних зонах вона інша і коливається від 2 до 3 годин. Нормативи не висувають вимог до внутрішньої інсоляції приміщень. Вважається, що якщо забезпечена інсоляція фасаду, а вікна мають належні розміри, щоб забезпечити денне освітлення, то інсоляція

задовільна [3, 5, 47, 73, 89].

Тривалість інсоляції території відіграє важливу роль у підборі зелених насаджень і асортименту деревинно-чагарникових порід для озеленення території міста. Водночас мінімальним часом прямої інсоляції вважається 1–2 години, для квітників і красивоквітучих чагарників – 3–4 години [3].

На карті інсоляції позначені дискомфортні зони, які знаходяться в особливо несприятливих умовах і зону комфорту з рівнем освітленості більше 3 годин на добу. Зміна умов інсоляції в цих зонах, формування планувальної структури житлових груп викликають значні труднощі, оскільки орієнтація і взаємне розташування існуючих будинків фіксована і зміна цих параметрів забудови потребує значного зносу. Однак забезпечити нормативні умови інсоляції необхідно, тому що пряме опромінення сонячними променями є важливим засобом самоочищення середовища.

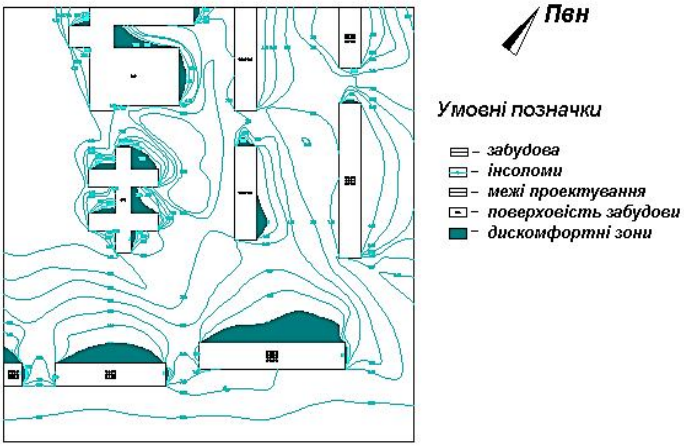


Рисунок 4.24 – Приклад побудови карти інсоляції

Умовами комфортності та дискомфортності надалі визначаються місця для розміщення майданчиків різного призначення і композиція зелених насаджень. Приклад карти інсоляції житлової території наведено на рисунку 4.24.

4.2.6 Комфортність міського середовища

Відсутність забруднень на території міста пов’язують з важливим для населення показником якості міського середовища, тобто її комфортністю. Комфортність міського середовища – це суб’єктивне почуття та об’єктивний стан цілковитого здоров’я за певних умов оточуючого людину міського середовища, разом із природними та соціально-економічними показниками. До цих показників належать комфортність візуального, звукового середовища, наявність запахів, які здатні підтримати здоров’я. Важливим показником комфортності перебування у місті є стан мікроклімату на певній території. Мікроклімат міської території передусім характеризується режимом погоди, притаманним для повної пори року, на обмеженій території в приосадкуватому шарі повітря. Висоту приосадкуватого шару повітря необхідно приймати на відкритій місцевості 6–8

м, на території забудови – рівній подвійній висоті забудови [3, 73].

На стан мікроклімату території впливає відсоткове співвідношення забудованої території, територій малої рекреації (дворовий простір), територій проїздів, стоянок, гаражів, сусідство з незручними об'єктами чи об'єктами міської інфраструктури, які постійно турбують населення (вокзали, ринки, кладовища), «стерильність» житлової зони (наявність чи відсутність на її території ділянок з іншим функціональним призначенням), щільність населення (як денного, так і нічного, особливо для ділянок соціального житла), рівні гранично допустимої концентрації шкідливих речовин в атмосфері, вигляд із вікна тощо.

Мікрокліматичні умови на території міста залежать від впливу таких містобудівних факторів, як функціональне використання території, щільність, висота і прийоми забудови, наявність зелених насаджень та їхній породний склад.

Розглядаючи функціональні зони, їх поділяють за ступенем забруднення повітря пилом і газами, наявності водойм і зелених насаджень.

Щільність, висота і композиція забудови, зі свого боку, впливають на інсоляцію території, швидкість вітру й умови аерації.

Ступінь впливу зелених насаджень на мікрокліматичні умови озелененої території значна: з їхньою допомогою можна значно знизити пряму сонячну радіацію, температуру повітря і поверхні, швидкість вітру й у деяких випадках підвищити вологість повітря.

Варто пам'ятати, що крім перерахованих факторів, важливу роль відіграє рельєф території, тому що за всіх рівних умов орієнтація схилів впливає на інтенсивність сонячної радіації і як наслідок – нагрів повітря, ґрунту й інших поверхонь.

Влітку на вулицях і площах міста, на територіях житлових кварталів, скверів і парків формується свій мікроклімат, що може значно відрізнятися від загального кліматичного фону міста. Мікроклімат міських територій є одним з основних фізико-гігієнічних факторів зовнішнього середовища, що визначають умови праці, побуту і відпочинку людини, і повинен відповідати високим санітарним вимогам.

Планувальні засоби, прийоми благоустрою надають можливість регулювання мікроклімату, але для цього необхідна методика оцінки умов мікроклімату, що враховує не тільки метеорологічні фактори, але й планувальні. Результати оцінки мають відповідати тепловідчуттям людини.

Головна геофізична обсерваторія імені А. І. Воєйкова склала рівняння теплового балансу людини, яка знаходиться на відкритій місцевості. Оцінка умов мікроклімату заснована на тому, що середня температура шкіри людини

об’єктивно виражає реакцію організму на вплив мікрокліматичних факторів і є показником теплового стану людини. Комфортним відчуттям відповідає середня температура шкіри людини в межах 32,2–33,2 °С. За температури шкіри 28 °С людині холодно; 28,1–29,9 °С – дуже прохолодно; 30,0–32,1 °С – прохолодно; 33,3–34,3 °С – тепло; 34,4–35,5 °С – спекотно.

Рівняння теплового балансу людини має низку переваг:

– в оцінці відсутній елемент суб’єктивності;

– рівняння містить повний комплекс метеорологічних факторів;

– рівняння враховує діяльність людини і теплозахисну роль одягу.

Аналогічність результатів оцінки з тепловідчуттями за додатних температур повітря дозволяє використовувати рівняння у містах, де мікроклімат особливо яскраво виражений у теплу пору року. Водночас необхідно враховувати важливу роль функціональної поверхні міста, що не є необмеженою поверхнею, а становить безліч замкнутих (напівзамкнених) просторів.

Крім того, у забудові площа діяльної поверхні збільшується завдяки стінам будинків і споруд, що одночасно закривають частину небосхилу, а також змінюється співвідношення теплих і холодних поверхонь у порівнянні з відкритою місцевістю.

Закритість горизонту – величина, на яку зменшується площа видимого небосхилу і, відповідно, збільшується видима площа діяльної поверхні в місті. Закритість горизонту визначається планувальними факторами: щільністю і композицією забудови, а також залежить від розташування точки спостереження.

Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$\left[Q\frac{ctgh}{\pi}+\frac{q}{2}+\frac{Q+q}{2}(1+N)a_o\right](1-a)-\frac{I_o}{2}(1-N)+\theta_s=\theta+\frac{2S_\sigma\cdot\theta^3(\theta_o-\theta)(1+N)}{\rho C_p D+4S_\sigma\theta^3}+$$
$$+\left[kM-\rho LD(e_s-e)a\frac{D'}{D'+D}\right]\cdot\frac{\left(\rho C_p D'+\rho C_p D+4S_\sigma\theta^3\right)}{\left(\rho C_p D+4S_\sigma\theta^3\right)\cdot\rho C_p D'}, \qquad (4.6)$$

де θ_s – середня температура шкіри людини, відлічувана від абсолютного нуля, град; θ, θ_o – температура відповідно повітря і діяльної поверхні, відлічувана від абсолютного нуля, град; Q, q – інтенсивність відповідно прямої та розсіяної сонячної радіації, що падає на горизонтальну поверхню за висоти Сонця h, кал/см^2·хв; I_o – ефективне випромінювання тіла, температура якого дорівнює температурі повітря, змінюється в межах 0,10–0,18 кал/см^2·хв; a_o – альбедо одягу людини (приблизно 0,3) і середнє альбедо діяльної поверхні (0,15–0,25); σ – постійна Стефана – Больцмана $8{,}14\cdot10^{11}$; D – коефіцієнт зовнішньої дифузії, що залежить від швидкості вітру V (м/с), $D = 60\sqrt{V}$, (см/хв); e_s – питома вологість повітря, насиченого

водяною парою за середньої температури шкіри (приблизно 0,033 г/г); e – питома вологість повітря, г/г; S – коефіцієнт, що характеризує відмінність властивостей випромінюючої поверхні від властивостей абсолютно чорного тіла (приблизно 0,9); L – прихована теплота випарів (приблизно 590 кал/г); $к \cdot M$ – теплопродукція людини: $к = 1$ – людина в спокої, $к = 1,5$ – зайнята дуже легкою роботою, $к = 2$ – легкою роботою, $к = 3$ – роботою середньої важкості; $M = 80 \cdot 10^3$ кал/см^2·хв; D' – показник теплопровідності одягу, $D' = \frac{31,8}{числооd.КЛО} см/хв;$ влітку в помірних широтах теплоізоляція одягу прийнята за 1 КЛО; одяг перехідних сезонів – 2 КЛО; зимова – 3–4 КЛО; a – характеризує умови випарів з поверхні шкіри ($0,1 \le a \le 0,3$); N – закритість горизонту забудовою, визначається планувальними чинниками; ρ, C_p – відповідно щільність і питома теплоємність повітря ($\rho \cdot C_p = 0,0003$ кал/см^3·град).

Для попередніх розрахунків рівняння перетвориться:

$$\theta_s = \theta + \frac{A + B(I + N)}{C + E} + \frac{F(C + E + G)}{(C + E)G}, \tag{4.7}$$

де θ – температура повітря, °С;

$$A = \left[Q\frac{ctgh}{\pi} + \frac{q}{2} + \frac{Q + q}{2}(1 + N)a_o \right](1 - a) - \frac{I_o}{2}(1 - N). \tag{4.8}$$

Значення A за $a_o = 0,2$; $N = 0,4$; $a = 0,3$ і $I_o = 0,12$ наведені в таблиці 4.5; $B = 2S_\sigma \cdot \theta^3 \cdot (\theta_o - \theta)$ – у таблиці 4.6; $E = 4S_\sigma \cdot \theta^3$; $C = \rho C_p D$ – у таблиці 4.6; $G = \rho C_p D'$ (табл. 4.7);

$$F = \left[kM - \rho LD(e_s - e)a\frac{D'}{D' + D} \right]. \tag{4.9}$$

Значення F за $e_s - e = 0,024$ та $a = 0,2$ наведені в таблиці 4.7.

Значення закритості горизонту N можна визначити за таблицею 4.8. Для спрощення запису табличні значення величин A, B, C, E й G помножені на 10^3 [3, 73].

Таблиця 4.5 – Значення А залежно від кута падіння сонячних променів

h^0	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
A	209	228	245	255	268	278	288	298	301	305	308	310	312

Таблиця 4.6 – Значення *B* і *E* залежно від температури повітря і різниці температур діяльної поверхні повітря

θ, °С	*E*	*B* за (θ_o - θ)									
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	7	21	28	34	41	48	55	62	69	76	82
16	7	21	28	35	42	49	56	64	71	78	84
18	7	22	29	36	43	51	58	65	72	80	86
20	7	22	30	37	44	52	59	67	74	81	88
22	8	23	30	38	45	53	61	68	76	83	90
24	8	23	31	39	47	54	62	69	77	85	94
26	8	24	32	39	48	55	63	70	79	87	96
28	8	24	33	40	49	57	65	72	81	89	98
30	8	25	33	41	50	58	66	73	83	91	100
32	8	25	34	42	51	59	67	75	84	93	102
34	9	26	35	42	52	60	69	76	86	94	104
36	9	26	35	43	53	62	70	79	88	96	106

Таблиця 4.7 – Значення *C*, *F* і *G* залежно від швидкості вітру, м/с, роду занять людини (для одягу 0,5 КЛО і 1 КЛО)

V, м/с	*C*	Одяг 0,5 КЛО					Одяг 1 КЛО				
		G	*F* при				*G*	*F* при			
			1 М	1,5 М	2 М	3 М		1 М	1,5 М	2 М	3 М
0,2	8	20	16	56	96	176	10	30	70	110	190
0,4	11	21	6	34	74	154	10	17	57	97	177
0,6	14	22	-20	20	60	140	11	9	49	89	169
0,8	16	23	-29	11	51	131	11	2	42	82	162
1,0	18	24	-39	1	41	121	12	-2	38	48	158
1,2	20	25	-48	-8	32	112	13	-10	30	70	150
1,5	22	26	-58	-18	22	102	13	-17	23	63	143
2,0	25	28	-76	-36	4	84	14	-25	15	55	135
2,5	28	30	-89	-49	-9	72	15	-32	8	48	128
3,0	31	31	-102	-62	-22	58	16	-40	8	40	120
3,5	34	33	-114	-74	-34	46	17	-49	-9	31	111
4,0	36	34	-125	-85	-45	35	17	-55	-15	25	105

Таблиця 4.8 – Усереднені значення закритості горизонту *N* залежно від відстані до стін l м для 5–9-поверхової забудови

$l_м$	1	3	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60
N	0,75	0,72	0,65	0,6	0,56	0,5	0,43	0,4	0,37	0,35	0,32	0,30

Під час проектування комплексного інженерного благоустрою парків, скверів, територій мікрорайонів та інших великих об’єктів потрібно визначати комфортність міського середовища для значної кількості точок території, які підлягають благоустрою.

Запитання для самоконтролю

1. Які основні причини погіршення умов навколишнього середовища?
2. Чому не можна розглядати вплив на навколишнє середовище природних і антропогенних чинників без їхнього взаємозв'язку?
3. Як впливає на навколишнє середовище рівень благоустрою території?
4. Надайте визначення звуку і шуму. Які закони поширення шуму?
5. Як класифікуються джерела шуму?
6. Охарактеризуйте методи вимірювання шуму.
7. Які є містобудівні шумозахисні заходи?
8. Запроектуйте і розрахуйте ефективність шумозахисної зеленої смуги.
9. Що таке клімат, мікроклімат?
10. Надайте визначення комфортності міського середовища.
11. Які чинники впливають на комфортність міського середовища?
12. Який ступінь впливу зелених насаджень на мікрокліматичні умови території?
13. Надайте визначення інсоляції міських територій.
14. Яке значення інсоляційного режиму міських територій для інженерного благоустрою?

4.3 Прийоми використання геопластики рельєфу для благоустрою міської території

Вирішення багатьох завдань благоустрою міських територій, охорони навколишнього середовища, створення комфортних умов життєдіяльності населення залежить від природного стану рельєфу та можливості його пристосування до вимог будівництва. Тому вертикальне планування території – є одним із складових інженерного благоустрою території. Водночас вирішуються окремі завдання вертикального планування, що пов'язані із:

– збереженням і поліпшенням рельєфу освоєної території для найбільш цікавого благоустрою;

– розміщенням надлишкових мас ґрунту на забудованій території (для створення штучних гірок, піднятих над поверхнею майданчиків, шумозахисних кавальєрів тощо);

– найповнішим збереженням рослинного (родючого) шару землі, для використання мінімальних обсягів рекультивації ґрунтів після забудови;

– збереженням існуючих цінних зелених насаджень і окремих дерев;

– максимальним збереженням існуючих підземних комунікацій;

– забезпеченням комфортних умов руху пішоходів.

4.3.1 Зміна пластики рельєфу

Характер архітектурно-ландшафтного проектування житлових територій залежить від рельєфу місцевості та його використання при об'ємно-планувальному рішенні забудови.

Геопластика – один із найперспективніших напрямків у ландшафтній архітектурі – *становить різновид вертикального планування, що значною мірою переслідує художні, архітектурно-декоративні цілі.* Геопластика рельєфу є активним компонентом у створенні ландшафтних композицій на території житлових груп [3].

Пластику рельєфу змінюють у тому випадку, коли забудована територія має пласку поверхню або хаотичну горбисту. Для житлових районів це має як естетичне, так і економічне значення. У випадках наявності складного рельєфу, якщо немає можливості збереження навіть частини території в природних позначках, доцільно проектувати вертикальне планування всієї території без відокремлення елементів забудови, проїздів, майданчиків тощо. Разом із тим висотний стан території визначається створенням декількох площин, які утворюють принципову основу організації рельєфу. Ці площини відводять поверхневі води за межі певної території, що призводить до повного знищення ґрунтового шару.

Плаский рельєф – найскладніший для створення різноманітних планувальних вирішень. Якщо територія має пласку поверхню, частину поверхневого шару зрізують, а іншу частину засипають, що призводить до знищення родючих ґрунтів, а це, зі свого боку, збільшує витрати на озеленення території. Якщо територія має хоча б незначні нерівності, то їх потрібно підкреслювати, наприклад, за допомогою зелених насаджень. Підбір деревинних порід різної висоти, форми і різного кольору допоможе зробити невелику опуклість рельєфу більш помітною.

Утворення штучного рельєфу у вигляді насипних пагорбів, терас, валів дає можливість додати одноманітній пласкій території більше своєрідності, уникнути монотонності забудови, а також зекономити кошти, тому що землю, яку виймають з котлованів будинків, трас підземних комунікацій, корит проїздів, залишають на ділянці, а не вивозять на значні відстані до місць звалищ. Штучним пагорбам надають плавні живописні обриси, які близькі до природних, щоб вони виглядали як елементи ландшафту (рис. 4.25, 4.26) [3, 73].

Природні чи штучні підвищення та западини після проведення нескладних земляних робіт можна використовувати для створення різних елементів благоустрою (майданчиків для відпочинку, декоративних водойм тощо).

4.3.2 Використання існуючих форм рельєфу

Рельєф територій може бути змішаним і мати відносно рівну поверхню з невеликими пагорбами, укосами, яругами. Такий рельєф потрібно зберігати, він насичує територію світлотінями, різними барвами, створює різні панорами.

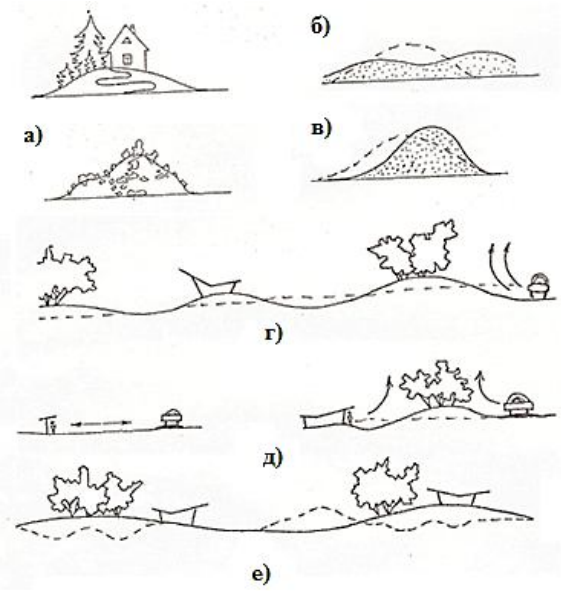


Рисунок 4.25 – Приклади зміни пластики рельєфу:
а) посилення завдяки спорудам та посадкам; б) пом'якшення рельєфу; в) посилення враження крутості; г) захист від зовнішнього шуму; д) переміщення ґрунтів з урахуванням доцільності та економічності;
е) згладжування рельєфу для усунення несприятливого впливу хаотичної горбистої місцевості

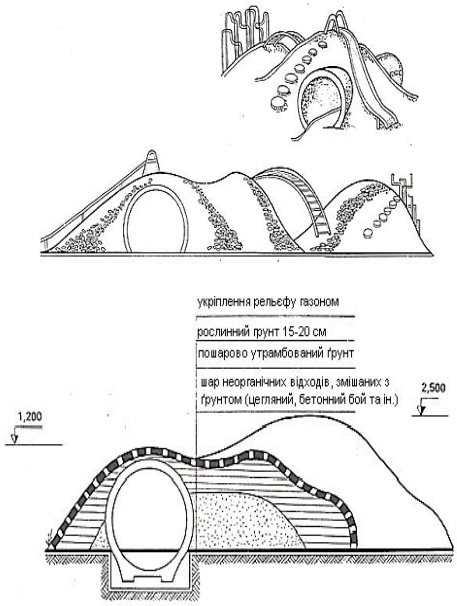


Рисунок 4.26 – Приклад улаштування штучного рельєфу (штучна гірка з тунелем)

На територіях з явно вираженими перепадами рельєфу застосовують терасування, але в цьому випадку потрібно максимально зберігати існуючий рельєф.

Основними засобами формування геопластики рельєфу за максимального використання його існуючих форм є улаштування земляних укосів, підпірних стінок, сходів, пандусів, земельних насипів, валів, пагорбів.

Улаштування укосів

Укіс *– це найпростіший елемент вертикального планування територій при об'єднанні поверхонь з перепадами висот* [3, 35, 70, 71, 73, 92].

Укоси влаштовують на територіях, загальний ухил яких не відповідає нормативному і виникає необхідність терасування. Під час улаштування укосів необхідно використовувати ухили існуючого рельєфу зі збереженням існуючого трав'яного та рослинного покриву, зелених насаджень.

Крутість укосів визначають залежно від властивостей ґрунту, геологічних і гідрогеологічних умов, а також висоти укосу: за висоти укосу до 5 м крутість приймають у співвідношенні 1:1,5; на дрібнозернистих пісках вона зменшуєть-

ся до 1:2; на стійких напівскельних та інших подібних ґрунтах до 1:1 і 1:0,5.

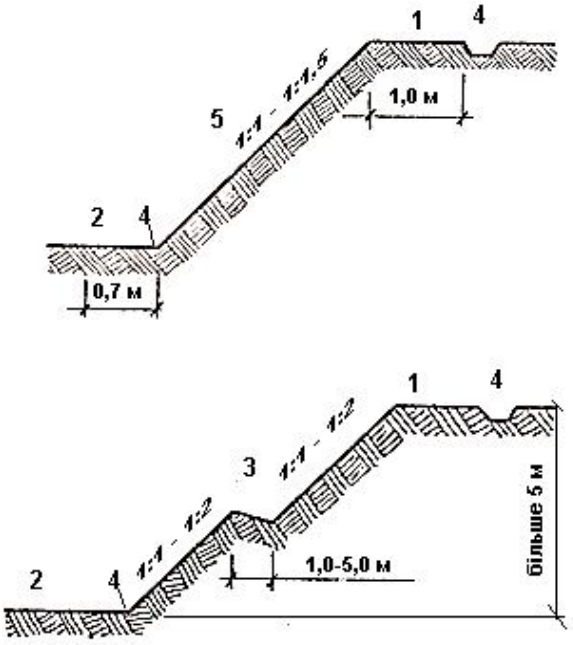


Рисунок 4.27 – Конструкції та елементи укосів:
а) простий укіс; б) складний укіс;
1 – верхня берма; 2 – нижня берма; 3 – проміжна берма; 4 – поверхневий лоток чи нагірна канава; 5 – площина укосу

Укоси можуть бути *простими* і *складними*. ***Складні укоси*** влаштовують у тих випадках, коли висота укосу перевищує 5 м (рис. 4.27). Усі укоси повинні мати верхню та нижню берму. Верхня берма має бути завширшки не менше 1 м, нижня – не менше 0,7 м. Щоб запобігти розмиванню поверхневими водами площини укосу на верхній бермі, передбачають водовідвідний пристрій у вигляді поверхневого лотка чи колектора водостічної мережі з дощоприймальними колодязями. Для відведення поверхневих вод, які стікають укосом, біля підніжжя укосу влаштовують поверхневі лотки. На складних укосах, для запобігання розмиванню його площини, створюють проміжні берми завширшки 1,0–2,0 м та більше з ухилом зворотнім укосу, який використовують для горизонтального відведення поверхневого стоку. У деяких випадках вони можуть бути використані для улаштування прогулянкових доріжок, для цього необхідно передбачати огорожі уздовж цих споруд, для укосів – більше ніж 2 м висота огорожі має бути не менше 0,9 м [3, 35, 70, 71, 73, 92].

Стійкість укосів забезпечують їх укріпленням. Обробка поверхні укосів може бути різноманітною. Найбільш простим рішенням є покриття укосу суцільним газоном, квітами багатолітників, групою чи смугою невисокого чагарнику, на пологих укосах, крім того, встановлюють керамічні чи бетонні вази.

У разі значних ухилів укоси частково чи цілком обдерновують. Рисунок дерну створює мальовничі плями на зеленому фоні трави. Ухил озеленених укосів не перевищує 1:1,5–1:2.

Поверхню укосу обробляють також камінням, мальовничо розміщеним на газоні. Камені в поєднанні з альпійськими рослинами, а в південних районах – з кактусами та агавами нададуть можливості створити на укосі альпінарій. Для рослин між каменями залишають вільний простір, а каміння розташовують так,

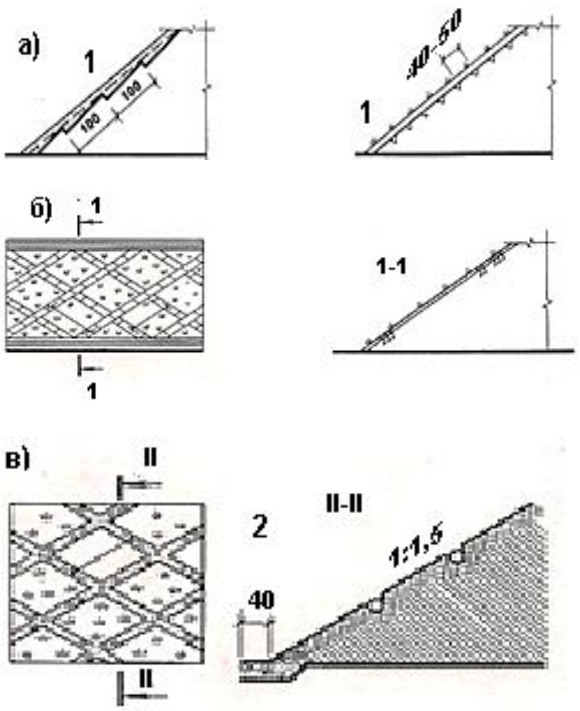


Рисунок 4.28 – Приклади укріплення укосів:
а) підготовка укосу до посіву трав; б) обдернування укосу в комбінації з посівом трав; в) укріплення укосів кам'яними стрічками в комбінації з посівом трав; 1 – шар рослинного ґрунту; 2 – дренажне вікно 20–40 см

щоб вода, яка стікає з них, зволожувала б ґрунт навколо рослин (рис. 4.28, 4.29) [3, 35, 70, 71, 73, 92].

Укіс обробляють порожніми бетонними блоками різної форми і розмірів, які створюють на укосі мальовничий рисунок. В отворах порожніх блоків висаджують декоративні трави чи квіти.

Блоки і висаджені рослини є непоганим укріпленням поверхні укосів. У засушливих кліматичних районах укоси укріплюють суцільною чи лінійною посадкою таких чагарників, як вереск, терн, ялівець козацький та ін.

На великих крутих укосах укріплення газоном можливе за допомогою гідропосіву, за якого насіння наносять на поверхню укосу разом із клейким органічним розчином, що утворює плівку, яка запобігає розмиванню укосу протягом терміну, необхідного для утворення травостою.

Сьогодні одним із найпоширеніших матеріалів для зміцнення укосів на крутих схилах можна назвати габіони та геосинтетичні матеріали, серед яких георешітки, геосітки, геомати, геотекстиль тощо (див. п. 2.1.7).

Укоси сполучають із підпірними стінами, сходами, пандусами, що, зі свого боку, надає різноманітності планувальній території.



Рисунок 4.29 – Приклади укріплення укосів зеленими насадженнями

Улаштування підпірних стін

На територіях, що розташовані на схилах, можна створювати ступінчасті тераси, які розмежовані ***підпірними стінами***. Підпірні стіни в деяких випадках замінюють укоси, а частіше проектують у поєднанні з укосами. Коли укоси дозволяють створити більш плавний та м'який перехід від одного рівня ділянки до іншого, підпірні стіни чітко відображають різні рівні навіть за незначних різницях висоти між ними. Насамперед, підпірні стіни акцентують увагу на особливостях рельєфу ландшафту, надають йому об'єму і візуально роблять його більш виразним. Їхня основна функція – запобігати можливому зсуву ґрунту, але, крім цього, вони можуть відігравати й декоративну роль [3, 35, 70, 71, 73, 92].

Підпірні стіни за функціональним призначенням поділяють на 2 групи: ***інженерні*** – для підтримки рівноваги земляних мас верхніх терас; ***декоративні*** – сприяють створенню багатопланових просторових композицій, виявленню і візуальному посиленню особливостей рельєфу місцевості, а також кращому поділу окремих функціональних ділянок на територіях, які озеленюють.

Інженерні підпірні стінки проектують у разі перепадів рельєфу більше ніж 0,4 м [35].

За конструктивними особливостями виділяють декілька типів: гравітаційні, масивні, у вигляді ростверку на пальовому фундаменті, тонкі підпірні стіни тощо [3, 35, 70, 71, 73, 92].

Форма, переріз, висота підпірних стін залежать від впливу на них зусиль і визначаються розрахунком. У багатьох випадках підпірні стіни проектують однієї висоти по всьому периметру і прямолінійними в плані, проте, залежно від композиції ділянки, вони можуть мати виступи по висоті та криволінійний чи ламаний обрис.

Висоту підпірних стін встановлюють вертикальним плануванням території, але не вище 3 м. У житлових районах, у зонах відпочинку не варто проектувати дуже високі підпірні стіни, бо вони значно дорожчі. Крім того, високі стіни можуть стати причиною нещасного випадку, особливо з дітьми. На високих стінах, розташованих у пішохідних зонах з великою пропускною здатністю, необхідно улаштовувати огорожі. За висоти підпірної стінки 1,0–1,2 м і вище краще замінювати її декількома нижчими стінами. Отже, виходить більш плавний перехід від однієї тераси до іншої. Особливо такий захід доцільний за наявності цінних порід дерев, які ростуть на різних рівнях.

Невисокі підпірні стіни мальовничих обрисів можуть бути огорожею майданчиків різного призначення. Невисокі стінки (30–40 см) дають можли-

вість використовувати їх для улаштування садових лав.

У підпірні стіни можна вмонтувати лави, сходи, пристінні фонтани, іноді вони комбінуються з озелененими чи обробленими каменем укосами, чи є завершенням їхньої нижньої частини.

За стінами улаштовують дренажі для прийому та відведення поверхневих вод, які просочуються в ґрунт, і ґрунтових вод. Щоб запобігти стіканню підпірною стінкою поверхневих вод і забруднення верхньої брівки стінки улаштовують лотки для перехоплення поверхневих вод (рис. 4.30) [3, 35, 73].

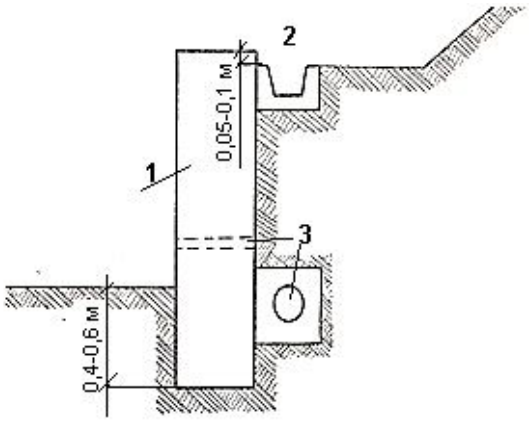


Рисунок 4.30 – Конструктивні елементи підпірних стін:
1 – підпірна стіна; 2 – поверхневий лоток; 3 – дренажі

Підпірні стіни будують з різних матеріалів. З естетичного погляду для ландшафтного дизайну ділянки найбільш привабливим є дерево, але дерев'яні стіни недовговічні. Більш стійкими в цих умовах є стіни з цегли, натуральних каменів різних розмірів. У разі перепаду рельєфу менше, ніж 0,4 м підпірні стінки оформляють бортовим каменем або викладенням природного каменя [35].

Традиційно під час будівництва підпірних стін використовують так звану «суху кладку» без використання розчину. Каміння укладають так, щоб вони максимально щільно прилягали один до одного, а шви між ними заповнюють землею. Підпірні стіни також споруджують з монолітного бетону, збірних залізобетонних елементів і штучного каменю. Зовнішню поверхню стін з бетону прикрашають великим щебенем, облицювальною плиткою чи іншими декоративними матеріалами (рис. 4.31).

Мальовничості підпірним стінам надають декоративні рослини, для яких в кам'яній кладці, бетоні та інших матеріалах залишають невеликі «кишені» чи широкі шви, які заповнюють ґрунтом. Для зволоження рослин шви і «кишені» повинні мати ухил усередину стіни. У таких екстремальних умовах можуть рости багатолітні рослини, такі як, наприклад, каменеломка чи барвінок. Ступінчасті підпірні стіни з висадженими у швах альпійськими рослинами, прикрашені біля підніжжя квітами і декоративними чагарниками, можуть замінити «альпійську гірку».

Тераси, поділені підпірними стінками, іноді прикрашають кам'яною бру-



Рисунок 4.31 – Улаштування підпірних стін: 1–3 – інженерні підпірні стіни (1 – укріплення берегів; 2 – забудова терасами; 3 – планувальне рішення території); 4–6 – декоративні підпірні стіни

ківкою, або газоном, квітниками, чагарниками та деревами, що надає вигляду маленької гірської полонини. На цих стінах в'ються паростки рослин, а зверху водопадами стікають струмки.

При улаштуванні уздовж підпірних стін, які мають висоту більше за 1 м, пішохідних доріжок зверху будують огорожі (поручні, ґрати, парапет) висотою не менше 0,9 м. Для підйому і спуску з однієї тераси на іншу передбачають розриви між підпірними стінами зі сходами [3, 35, 73].

Улаштування сходів

В інженерному благоустрої сходи застосовують у тих випадках, коли алеї та доріжки проходять через укоси, підпірні стіни чи ухили, що перевищують 60 ‰ [3, 71, 73]. Ухил сходів приймають не більш 1:3, висоту східців – не більше 12 см, ширина східців може бути різною і залежить від призначення сходів і території, на якій вони розташовані, але не менше 36 см, сходинки повинні мати ухил від 10 ‰ до 20 ‰ у бік сходинки, що знаходиться вище.

Після кожних 10–12 сходинок потрібно влаштовувати майданчики довжиною не менше ніж 1,5 м, поздовжній ухил майданчика задають в напрямку протилежному спуску сходів. Край перших сходинок спуску та підйому сходів потрібно виділяти смугами яскравого контрастного кольору. Усі сходинки зовнішніх сходів у межах одного маршу потрібно проектувати однаковими за шириною та висотою підйому сходинок (рис. 4.32) [3, 71, 73].

У межах крутості до 60 ‰ можна облаштовувати доріжки-пандуси для пішохідного руху. Пандус переважно в 3–4 рази довший, ніж сходи. Пандус по-

трібно виконувати із неслизького матеріалу з шорсткою структурою поверхні без горизонтальних канавок. У разі відсутності конструкцій, що огороджують пандус, потрібно передбачати огороджувальний бортик висотою не менше, ніж 0,075 м і поручні. Залежність ухилу пандусу від висоти підйому приймають згідно з таблицею 4.9 [71]. Ухил бордюрного пандусу зазвичай приймають 1:12.

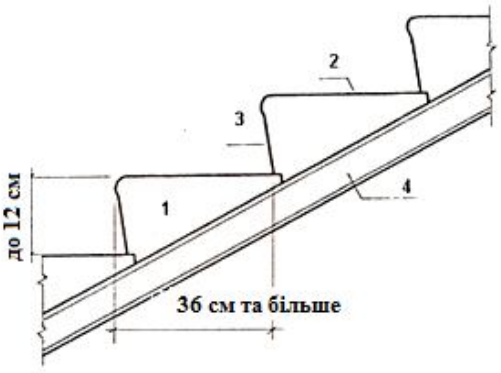


Рисунок 3.32 – Конструктивні елементи сходів:
1 – східці; 2 – проступ; 3 – підсхідці; 4 – косоур

У разі повороту пандусу або його протяжності більше ніж 9 м, не рідше ніж через кожні 9 м потрібно передбачати горизонтальні майданчики розміром 1,5 м. На горизонтальних майданчиках на закінченні спуску потрібно проектувати дренажні пристрої. Горизонтальні ділянки шляху на початку та в кінці пандусу повинні відрізнятися від прилеглих поверхонь текстурою та кольором [71].

Таблиця 4.9 – Ухил пандусу залежно від висоти підйому

Ухил пандусу (співвідношення)	Висота підйому, м
від 1:8 до 1:10	0,075
від 1:10,1 до 1:12	0,150
від 1:12,1 до 1:15	0,600
від 1:15,1 до 1:20	0,760

Під час проектування сходів і пандусів необхідно враховувати зручність руху ними за обома напрямками, але необхідно мати на увазі, що вони не однаково зручні для всіх людей. Ухил пандуса чи висота східців по-різному сприймаються високою та низькою, повною та худою, молодою та літньою людиною. Довгі монотонні марші потребують певних зусиль. Тому необхідно створити сходові майданчики і поділити сходи на декілька маршів. Повороти і криволінійність сходів і пандусів підсилюють відчуття навколишнього простору. З цією ж метою облаштовують і сходові майданчики, особливо з лавами для відпочинку, квітковими вазами тощо. Майданчики влаштовують між довгими маршами, між окремими східцями, якщо це потрібно для архітектурного оформлення чи для збереження рівня землі біля існуючих великих дерев чи їхніх цінних порід.

Яскраві та зручні для руху пологі сходи з широкими східцями і невисокими підсхідцями (6–8 см). Такі сходи створюють враження об’єднання двох

пов’язаних ними майданчиків. Більш круті чи вузькі, навпаки, підкреслюють ізольованість двох рівнів.

Ширину сходів і пандусів визначають залежно від інтенсивності пішохідного руху, але не менш ніж 0,75 м на одну людину, з урахуванням двох смуг руху необхідна ширина не менше 1,5 м. Однак у багатьох випадках ширину сходів і пандусів приймають такою, яка необхідна для певного композиційного рішення. Інколи частину ширини сходів замінюють пандусом, що дуже зручно для пересування з дитячими візками, велосипедами тощо. Іноді облаштовують на сходах дві пандусні смуги на такій відстані між ними, що відповідає відстані між колесами дитячого візка.

В умовах суворого клімату, де можливе обмерзання східців, необхідно обладнати сходи поручнями хоча б з одного боку, це особливо важливо на сходах, які мають довгу протяжність. За обома боками сходів або пандусу потрібно передбачити поручні на висоті 0,8 м–0,92 м круглого чи прямокутного профілю, зручного для обхвату рукою та на відстані 0,04 м від стіни. Поручні повинні відповідати технічним вимогам до опорних стаціонарних пристроїв згідно з нормативними документами [70]. У разі ширини східців 2,5 м і більше необхідно передбачати розділові поручні. Довжина поручнів має бути більше довжини пандусу або східців з кожної сторони не менше ніж на 0,3 м. Кінці поручнів повинні бути закругленими і гладкими [70, 71].

Для східців використовують міцні довговічні матеріали. Широко застосовують сходи зі збірних залізобетонних маршів чи окремих бетонних східців. Для сходів можна використовувати також бортові камені, ширина сходів при цьому приймається кратною довжині бортового каменю (0,70–1,0 м). В окремих випадках східці укладають по укосах безпосередньо на газоні чи облямовують підпірними стінами, кам’яними глибами чи квітниками.

Увечері сходи мають бути освітлені. Для безпеки руху рекомендують застосовувати для східців і майданчиків матеріали різних кольорів.

Усі перешкоди у вигляді сходів, пандусів потрібно виділяти смугами уніфікованого тактильного та контрастного по краю покриття. Тактильне покриття повинне розпочинатися на відстані не менше ніж за 0,8 м до перешкоди, початку небезпечної ділянки, зміни напряму руху тощо. Якщо на тактильному покритті є поздовжні борозенки шириною більше ніж 0,015 м і завглибшки більше ніж 0,006 м, їх не можна розташовувати уздовж напряму руху [71].

Під час проектування сходів для території, яка має перепади висоти більше 5 м, необхідно спочатку розрахувати їхню довжину, тому що найбільш економічні та конструктивно простими є сходи, облаштовані на рівні поверхні уко-

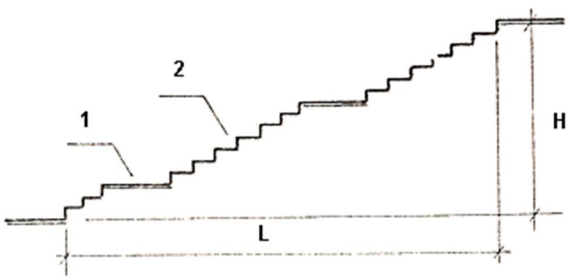


Рисунок 4.33 – Схема розрахунку сходів: 1 – сходовий майданчик; 2 – сходовий марш

су. У цьому випадку довжина сходів має дорівнювати довжині укосу.

Розрахунок довжини таких сходів (рис. 4.33) за умов горизонтально розташованих майданчиків виконують за формулою:

$$L = Nl + \left(\frac{N}{k} - 1\right)m, \qquad (4.10)$$

де N – кількість східців:

$$N = \frac{H}{h}, \qquad (4.11)$$

H – різниця позначок терас, м; h – висота підсхідців, м; l – ширина східців, м; k – кількість східців маршу, шт.; m – довжина майданчика, приймають заздалегідь 1,5 м.

У разі необхідності східці з різною висотою підхідців розташовують у верхній частині сходів. За недостатньої довжини сходів збільшити її можна шляхом збільшення протяжності майданчика. Зменшити довжину сходів можна зменшенням кількості східців з одночасним збільшенням ухилу сходового майданчика. Якщо довжина сходів значно більше довжини укосу, необхідно передбачати складніше її рішення в плані, тобто змінити прямолінійний напрямок, чергувати напрямок сходових маршів, але висота підсхідців не повинна перевищувати стандартної 0,12 м [3, 71].

Приклади улаштування сходів наведені на рисунку 4.34.

4.3.3 Збереження цінних екземплярів зелених насаджень при зміні рельєфу

Прийоми збереження дерев у разі зміни рельєфу

В умовах зміни рельєфу територій міста, під час планування і реконструкції часто виникає потреба в збереженні дерев, які мають високу декоративну цінність. Розширення території, вирішення питань вертикального планування призводить до створення похилих площин, які забезпечують водостік. Тоді як окремі дерева, чагарники та їхні групи підпадають під зрізання ґрунту чи часткове засипання.



Рисунок 4.34 – Улаштування сходів

У рослин є оптимальна висота точки росту, штучне зниження або підвищення якої негативно позначається на їхньому розвитку. З такою проблемою можна зіткнутися у випадках, коли є потреба урізноманітнити ландшафт, змінюючи рельєф.

При заглибленні точки росту в зоні коренів погіршується газообмін підземної частини рослини. Це може призвести до загибелі всієї рослини. Сильне дерево, може довго боротися за життя, але, врешті-решт, загинути через кілька років. Проблеми також виникають і при зниженні ґрунту навколо природної точки росту: знижується стійкість дерева і сохне основа кореня. Тому не рекомендується знижувати рівень ґрунту в радіусі розташування кореневої системи.

Для збереження таких рослин на території міста під час зміни рельєфу варто залишати рівень землі навколо них без змінювання, щоб не засипати чи оголяти кореневу точку росту, що може призвести до загибелі рослини. Найбільш ризиковано вести земляні роботи поряд зі стовбуром дерева, який оточують товсті коріння. Найчастіше зона росту коренів дорівнює радіусу діаметра крони плюс 1 м (рис. 4.35). Без шкоди для дерева можна збільшити рівень насипу на 30 см (піски і супіски) і на 15 см (щільні ґрунти). Деякі дерева дуже погано переносять заглиблення точки росту. Зокрема, березу і вільху можна підсипати тільки на 20 см (піски і супіски) і на 10 см (щільні ґрунти). З цією ж метою можна створювати приямки, майданчики, тераси, ступінчасті підпірні сті-

ни; якщо дерево розташоване на трасі сходів, то можна розташувати біля нього

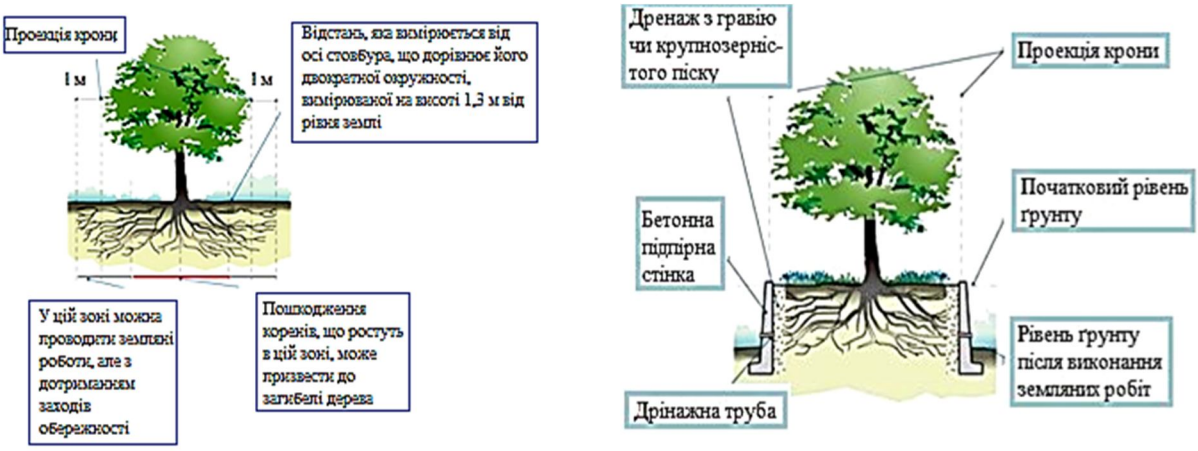


Рисунок 4.35 – Правила зберігання існуючих дерев у разі зміни геопластики рельєфу

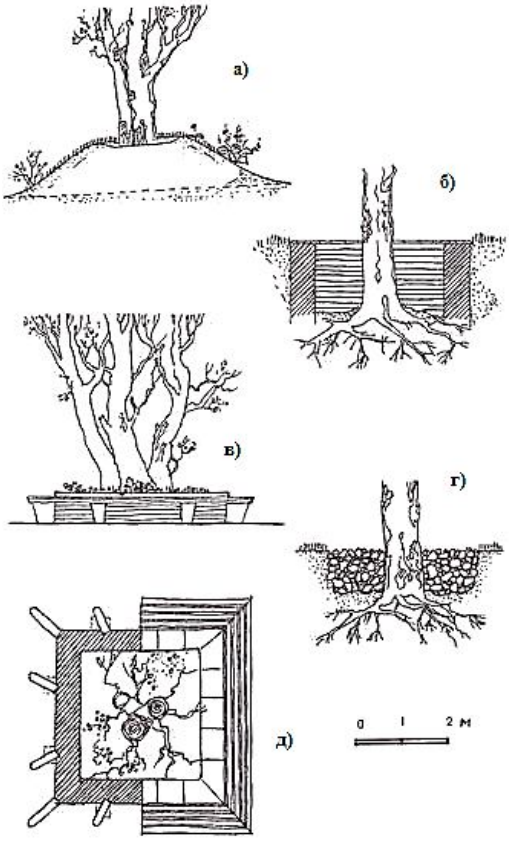


Рисунок 4.36 – Правила зберігання існуючих дерев при зміні геопластики рельєфу: а) улаштування укосів; б, в) улаштування підпірних стінок; г) засипка; д) улаштування майданчиків

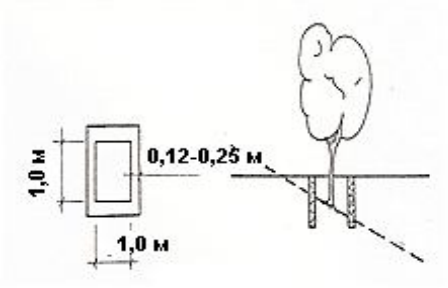


Рисунок 4.37 – Облаштування приямків: а) план; б) розріз

додатково проміжній сходовий майданчик (рис. 4.36) [3, 71, 73].

Якщо при вертикальному плануванні дерево необхідно засипати шаром землі до 0,7 м, облаштовують приямки, які мають розміри в плані не менше 1,0 м× 1,0 м. Для безпеки пішоходів приямки завглибшки 0,5–0,7 м затуляють ажурними декоративними ґратами. Стінки приямків виконують з різних будівельних матеріалів (кам'яні, залізобетонні елементи, матеріали, стійкі до підвищеної вологості та ін.) (рис. 4.37).

Для дерев, розташованих у мощенні, за відсутності інших видів захисту (пристовбурних ґрат, бордюрів, лавок

тощо) передбачають виконання захисних видів покриттів у радіусі не менше ніж 1,5 м від стовбура: щебеневе, галькове, «стільники» із засіванням газону. Захисне покриття виконують вище за покриття пішохідних доріжок і тротуарів [71].

Якщо поверхню землі необхідно зрізати більш ніж на 0,70 м, то для збереження кореневої системи рослини потрібно залишити незмінним масив землі розміром не менше, ніж діаметр крони дерева.

Для закріплення цього масиву можна улаштовувати укоси, але кращим заходом є побудова декоративної підпірної стіни, яка може мати мальовничі обриси в плані зі створенням неподалік майданчика для відпочинку (рис. 4.38). Підпірну стіну необхідно розташовувати на відстані не меншій одного радіуса до крони дерева.

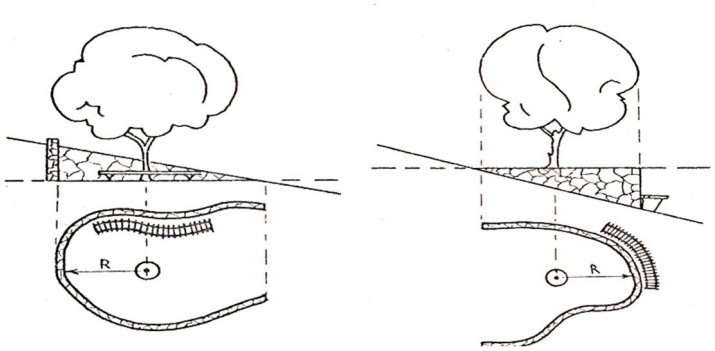


Рисунок 4.38 – Улаштування підпірних стінок при збереженні зелених насаджень (план і розріз): а) за умови підсипки землі; б) за умови зрізання поверхні землі

Є й інші заходи щодо збереження зелених насаджень (виїмки, зміна умов водовідведення, планувальної структури, пересадка з грудкою та ін.), але всі вони потребують значних матеріальних і трудових витрат, тобто економічно не ефективні, а також не завжди забезпечують тривале збереження існуючих насаджень.

Декорування існуючих споруд підземних комунікацій

За збереження існуючих підземних мереж в умовах реконструкції, а також під час прокладання нових мереж каналізації та теплопостачання їхні оглядові колодязі, розподільні камери у деяких випадках піднімаються над поверхнею землі.

Якщо такі споруди знаходяться на рівнинній території з ухилом не більше 3–4 %, їх засипають землею до рівня люку, а на насипах створюють укоси, на яких висівають газон. При більш крутих ухилах і особливо на укосах такі заходи недоцільні. У цьому випадку необхідно в рішенні планувальної структури території, яку впорядковують, композиційно погоджувати місця виходу подібних споруд з іншими елементами благоустрою (каменистими гірками, підпірними стінами, сходами і елементами малої архітектури).

Якщо оглядові колодязі розміщені на початку чи наприкінці укосу, можливе створення декоративних оглядових майданчиків з улаштуванням підпірної стіни й встановленням на люках невеликих квіткових ваз. Можна також декорувати такі місця за допомогою деревинно-чагарникових композицій, квітників, витких рослин.

Приклади збереження зелених насаджень та декорування існуючих споруд підземних комунікацій у разі зміни та використанні існуючої геопластики рельєфу наведено на рисунку 4.39.



Рисунок 4.39 – Збереження зелених насаджень та декорування існуючих споруд підземних комунікацій у разі зміни та використання існуючої геопластики рельєфу

Запитання для самоконтролю

1. Надати визначення геоплатики рельєфу.

2. Проаналізувати можливість зміну існуючого рельєфу під час благоустрою території.

3. Проаналізувати прийоми використання існуючого рельєфу під час благоустрою території.

4. Обґрунтувати улаштування укосів.

5. Проаналізувати способи зміцнення укосів

6. Обґрунтувати улаштування підпірних стін.

7. Обґрунтувати способи декорування підпірних стін.

8. Обґрунтувати улаштування сходів і пандусів.

9. Розрахувати довжину сходів.

10. Проаналізувати можливість збереження існуючих зелених насаджень та декорування споруд підземних комунікацій.

4.4 Інженерні мережі в благоустрої території міста

4.4.1 Місце інженерних мереж в благоустрої території міста

Інженерні мережі, які використовують у містах, є одним із найважливіших елементів інженерного благоустрою міських територій.

У зв'язку зі значним будівництвом нових об'єктів, реконструкцією існуючих, постійним зростанням споживачів потрібна прокладка нових і реконструкція існуючих інженерних мереж. Тому часто під вулицями і площами, які вже мають інженерні комунікації, прокладаються нові додаткові мережі, які ще більше ускладнюють підземне господарство.

Оскільки більша частина комунікацій прокладається під вулицями, то одним з основних заходів є комплексне проектування міських вулиць, що включає і проектування підземних мереж як в плані, так і в поперечному профілі.

Способи прокладання і розміщення інженерних мереж на міських територіях, основні розрахунки детально розглянуто в розділі 5 «Інженерні мережі».

Прокладання підземних мереж на територіях насаджень загального користування має свої особливості, які мають враховувати архітектурно-декоративні вимоги, вимоги до комфортності середовища тощо.

Раціональне розташування підземних інженерних мереж на територіях житлових районів, насаджень загального користування має бути взаємопов'язане в системі комплексного благоустрою території з урахуванням планувальної композиції, рельєфу, структури зелених насаджень, а в умовах сталого сніжного покриву із заходами видалення снігу, а також відповідати архітектурно-декоративним вимогам та вимогам до комфортності середовища.

Залежно від функціонального призначення та площі парків, садів, скверів, на територіях загального користування мають бути мережі водо-, тепло-, електропостачання, каналізації, слабоструменеві мережі та поливальний (або технічний) водопровід.

Трасують підземні мережі, якщо можливо, уздовж алей та інших планувальних елементів, але за умови підпорядкування головному композиційному

рішенню розташування зелених насаджень, беручі до уваги, що:

1) місця розташування підземних мереж не повинні створювати прямолінійних коридорів, вільних від деревинно-чагарникових насаджень;

2) потрібно повністю зберігати існуючі насадження;

3) під алеями можна розташовувати тільки мережі теплопостачання;

4) оглядові та технічні колодязі підземних мереж не варто розміщувати на доріжках, майданчиках для відпочинку та інших планувальних елементах;

5) комутацію кабельних мереж освітлення необхідно виконувати в опорах світильників без застосування окремо розташованих розподільних пристроїв.

Остаточну схему розташування підземних інженерних мереж обирають на підставі техніко-економічних показників при порівнянні варіантів [17].

4.4.2 Поливальний (технічний) водопровід

На території міст, зокрема для забезпечення різних декоративних водних споруд, питних фонтанчиків, туалетів, поливання території, зелених насаджень проектують водопровідні мережі різного призначення, зокрема поливальні, які можна об'єднати в єдину водопровідну систему чи проектувати окремо. Об'єднані чи окремі водопровідні мережі обирають після техніко-економічного аналізу залежно від потреб міста, наявності водних джерел, якості води в них, кліматичних умов та інших факторів. Значна потреба у воді для поливання зелених насаджень у засушливих, напівзасушливих, пустельних та напівпустельних районах зумовлює створення самостійної системи поливального водопроводу. Поливання всіх видів зелених насаджень є обов'язковим елементом агротехніки та догляду за зеленими насадженнями незалежно від кліматичних умов. Під час посадки деревинно-чагарникових рослин поливання здійснюють за допомогою поливальних машин, що є більш практичним заходом. При створенні газонів на великих площах та в процесі експлуатації зелених насаджень поливання потрібно здійснювати зі спеціально обладнаних мереж поливального водопроводу за допомогою шлангів, розпилювачів, бризкалок, які мають достатньо просту конструкцію [3, 73].

Залежно від конструктивних особливостей поливальний водопровід поділяється на три групи: водопровід наземного, надземного типу і підземний (рис. 4.40). Кожен з них має свої переваги і недоліки.

Поливальний водопровід надземного типу дозволяє робити полив зелених насаджень водою, яка має температуру, близьку до температури повітря,

що дуже важливо для життєдіяльності рослин, особливо трав'янистих (газони, квітники). Однак підняті над землею труби мають незадовільний декоративний вигляд. Іноді їх виконують у вигляді огорожі чи турнікетів, але все ж таки при значній довжині порушують композиційний задум благоустрою. Крім того, під час догляду за газонами такий поливальний водопровід заважає проводити механізоване скошування газонів.

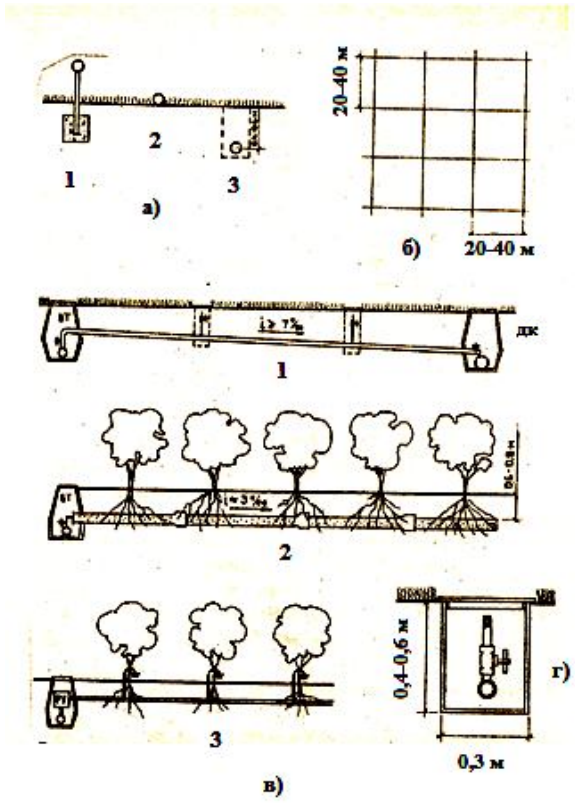


Рисунок 4.40 – Конструкції поливального водопроводу:
а) розташування відносно поверхні землі: 1 – надземний; 2 – наземний; 3 – підземний; б) схема розташування ко́верів; в) поздовжні профілі підземних поливальних водопроводів: 1 – звичайний; 2 – дренуючий; 3 – крапельний; г) конструктивний розріз ко́веру

Наземний поливальний водопровід зручний у догляді за газонами і майже не впливає на декоративність території, вода в ньому прогрівається трохи менше, але є теплішою, ніж вода з джерела водопостачання. Недоліками його є застосування водорозбірних пристроїв, піднятих над поверхнею газонів, більш інтенсивна корозія трубопроводу і деяка незручність застосування газонокосарок.

Поливальний водопровід підземного типу має два істотних недоліки – швидка корозія трубопроводів і відсутність підігріву води.

Підземний поливальний водопровід може бути звичайного дрібного закладення, дренувального типу і крапельний (рис. 4.40).

Звичайний трубопровід дрібного закладення розміщують на глибині 0,3–0,4 м, але за умови, якщо поверхня території має ухили не менше 0,7 ‰, тому що після періоду експлуатації, взимку чи для поточного ремонту необхідно випускати воду з трубопроводу. Якщо ухили території не дозволяють виконати цю вимогу, глибину закладення збільшують, але не більш ніж до 0,6 м. У протилежному випадку необхідно змінювати трасування мережі чи передбачати додаткові «мокрі колодязі», призначені для випуску води із системи трубопроводів або певної її частини. Джерелом водопостачання має бути технічний

водопровід або водозабірна станція, розташована біля природної чи штучної водойми із застосуванням насосного устаткування. Випускають воду із системи трубопроводу у зливову каналізацію.

Водорозбірні пристрої звичайного трубопроводу дрібного закладання називають *ко́верами*, які розміщують на рівні землі на відстані 20–40 м одне від одного (рис. 4.40). Конструкції ко́верів різноманітні. Колодязь розміром 30 см × 30 см, 40 см × 40 см може бути кам'яним, із бетонних плиток чи з відрізка труби (сталевий чи азбестоцементний) діаметром 30–40 см. Колодязь ко́вера закривають сталевим люком, що дозволяє вільний рух газонокосарки по газону.

Підземний водопровід дренувального типу влаштовують у тому випадку, якщо до декоративного вигляду зелених насаджень висувають особливі вимоги (партерні газони, квітники, лінійні посадки дерев, спортивний газон тощо). Мережу дренувального підземного водопроводу виконують з дірчастих керамічних і азбестоцементних труб діаметром 100–150 мм. Труби прокладають на глибині 15 см для поливу квітників і газонів, до 60 см для поливу дерев. Джерелом поливу для дренувального поливального водопроводу має бути водойма з низьким вмістом розчинених солей.

Поливальний водопровід крапельного типу має спеціальну регульовану подачу води до трубопроводу, пристрої і прилади, так звані крапельниці, що подають воду для кожного окремого дерева чи чагарнику безпосередньо до прикореневої зони. Ці трубопроводи застосовують для мікрозрошування території. Крапельна подача води за низького тиску, коли поливається тільки частина ґрунту, прилегла безпосередньо до прикореневої зони, дозволяє досягнути максимального ефекту від поливання за доволі низької вартості системи водорозподілу, а також значно знижує витрати води. Система крапельного поливу працює за низького тиску (0,2–0,8 атм), а мініспліНклери за тиску до 3 атм, що дозволяє монтувати водорозподіл із трубами невеликого діаметра і встановлювати насосне обладнання малої потужності. Системи мікрозрошування мають високу хибкість під час установлення та можуть бути застосовані на ділянках зі складним рельєфом, на проблемних ґрунтах (каменистих, піщаних). Мікрозрошування рекомендують для поливання чагарників, квітників, міксбордерів, живоплотів, лінійних посадок дерев у парках, на бульварах і вулицях, городів, ґрунтових покриттів і монтують як на поверхні ґрунту, так і підґрунтово. Трубопроводи закладають на глибині 0,4–0,6 м і мають можливість самопливного випуску води, аналогічно підземному поливальному водопроводу дрібного закладення [3, 73].

Основними елементами водопроводу є: водорозбірні пристрої, запірна арматура, трубопроводи і розподільна мережа, пристрій автоматизації.

Розподіляючі поливальні мережі прокладають від основної магістралі у вигляді тупиків чи напівкілець так, щоб водою була забезпечена вся територія. При перетині з проїжджими ділянками доріг і тротуарами труби укладають в металевих гільзах. Обов'язково на мережі влаштовують колодязь, у якому розміщують спускний кран. На розподільній мережі монтують поливальні крани для приєднання шлангів. Крани можуть встановлюватися відкрито або в дрібних колодязях. Поливальні водопроводи можуть бути обладнані стаціонарними або пересувними розбризкувачами з централізованим увімкненням і вимкненням води.

Гідравлічний розрахунок поливального водопроводу виконується аналогічно зовнішньому водопроводу. Під час розрахунку внутрішнього водопроводу будівель, витрати води на поливальні крани не враховують, оскільки ці витрати не збігаються за часом з максимальним водоспоживанням у будівлі. Діаметр мережі поливального водопроводу, потужність устаткувань, які подають воду, розраховують відповідно до норм споживання води для поливання різних видів зелених насаджень.

Для монтажу мережі поливального водопроводу застосовуються сталеві та пластмасові труби. Якщо сталеві труби прокладені в землі, то їх покривають протикорозійного ізоляцією.

Для якісного поливання зелених насаджень можна задавати частоту поливання, тривалість, інтенсивність, черговість зон поливання, інтервал між поливанням різних зон. Для регулювання програми поливання застосовують контроллер. Модель обирають, виходячи зі складності змонтованої на ділянці системи, кількості зон, наявності напруги 220 V (є моделі зі споживанням від батареї). Контроллер програмують один раз на початку сезону і він не потребує втручання протягом літа. Змінювати кількісні параметри поливання можна шляхом збільшення чи зменшення відсотків «водного бюджету» (від 0 % до 200 %). Виробник збільшує зональний час поливання для наведеної моделі контроллера (рис. 4.41, в) до 6 годин. Контроллери Nelson передбачають гнучкість та зручність в експлуатації. За допомогою додаткового радіомодуля весь процес програмування можна здійснювати за допомогою пульта дистанційного управління EZ Command, який можна використовувати на відстані до 330 м та обслуговувати при цьому необмежену кількість контролерів. Комплект, який складається з декодера і датчика вологості ґрунту (рис. 4.41, г) можна підключити до

будь-якого контроллера, що перетворює його в інтелектуальну систему управління, яка буде здійснювати поливання не відповідно до заданого часу, а тільки тоді, коли це необхідно ґрунту. Екран контроллера показує вміст вологи в ґрунті в режимі реального часу, натиснувши на клавішу «+», можна отримати інформацію про температуру ґрунту. Датчик водонепроникний. Стрижні з нержавіючої сталі є коррозостійкими, завдяки цьому систему можна встановлювати в ґрунті будь-якого типу – у кореневій зоні рослин – на глибині приблизно 10 см і вимірювати абсолютний вміст вологості в ґрунті, а також 3 незалежних показники: температуру ґрунту, вологість і електропровідність.



а) б) в) г)

Рисунок 4.41 – Матеріали для монтажу поливальних трубопроводів: а) поліетиленові труби марок РЕ-100 та РЕ-80; б) компресорні фітинги IRRITEC (Італія); в) контролер Nelson моделі EZ Pro Jr. Indoor; г) датчик і контролер датчика вологості ґрунту EZ Pro Xtra

Як трубопроводи для поливальної системи традиційно використовують стальні чи азбестоцементні труби марок ВНД-5, ВНД-10. Для монтажу сучасних поливальних трубопроводів, як магістральних, так і зональних, використовують високоякісні поліетиленові труби марок РЕ-100 та РЕ-80 (рис. 4.41, а), компресорні фітинги (рис. 4.41, б), які мають оригінальний дизайн, компактні та ергономічні. Завдяки використанню спеціального поліетилену ці труби та фітинги стійкі до впливу UV-випромінювання, високих та низьких температур, а також витримують тиск до 16 атм за температури середовища до 60 °С.

Вільний напір у мережі поливального водопроводу має бути не менше 10 м водяного стовпа.

Приклади улаштування поливального водопроводу наведено на рисунку 4.42.

4.4.3 Норми споживання води для поливу зелених насаджень

Норма споживання води для поливу зелених насаджень і періодичність залежить від: клімату території з визначеною середньомісячною кількістю опадів, кількості опадів протягом теплого періоду року і кількості дощових днів у цей період, температури повітря найтеплішого місяця, вологості повітря й інших показників. Крім того, на періодичність поливу і норми витрати води впливає вид насаджень. Найчастіше поливають рослини з кореневою системою, розташованою у верхній частині ґрунтового шару землі та красиво квітучі чагарники [3, 73].



Рисунок 4.42 – Улаштування поливальних систем

Поливальні крани забезпечують витрати води від 0,2 л/с до 1,5 л/с. Згідно з нормативами на 1 м^2 території або зелених насаджень витрачається від 0,4 л до 6 л води. Один поливальний кран забезпечує 0,4 л/с. Витрати води на поливання газонів, квітників, зелених насаджень становлять від 3 л/м^2 до 6 л/м^2, для покриттів, площ, проїздів – 0,4–0,5 л/м^2, поливання і миття підлоги – 0,3 л/с.

Кратність поливів, їхня тривалість, витрати води на одне поливання визначають фахівці зеленого будівництва відповідно до запасу вологи в ґрунті та стану погодних умов у період вегетації рослин.

Максимальні витрати води при одночасному поливанні всіх видів насаджень на певній території можна визначити згідно з нормами, наведеними у таблиці 4.10.

Аналізуючи дані таблиці 4.10, можна зробити висновок, що найчастіше поливають квітники та газони. Тому при розрахунках діаметра трубопроводу поливального водопроводу необхідно визначити одночасне поливання газонів, що займають 60–80 % території, яку потрібно озеленити.

Таблиця 4.10 – Кратність поливів і витрати води під час догляду за зеленими насадженнями

Види зелених насаджень	Кратність поливання	Витрати води ($м^3$) на сезонне поливання 1 дерева чи чагарника, 10 $м^2$ квітників та газонів
Дерева з грудкою землі розміром, м		
0,8 × 0,8 × 0,5	4	0,50
1,0 × 1,0 × 0,6	4	1,00
1,3 × 1,3 × 0,6	4	1,50
1,5 × 1,5 × 0,7	4	2,00
1,7 × 1,7 × 0,7	4	3,00
діаметром 0,5 м і заввишки 0,4 м	4	0,16
діаметром 0,8 м і заввишки 0,6 м	4	0,50
Дерева-саджанці	4	0,12
Чагарники:		
у групах	4	0,04
у живоплотах та виткі	4	0,03
Квітники:		
із багатолітників	15	2,25
із однолітників	40	4,80
із килимових	40	4,00
Газони:		
партерні	30	3,00
звичайні	10	1,00
мавританські	15	1,50

Запитання для самоконтролю

1. Які підземні мережі проектують на території міста?

2. Як розміщують підземні мережі стосовно лінії забудови?

3. Охарактеризувати призначення і види поливального водопроводу. Визначити переваги та недоліки кожного з них.

4. Від яких показників залежить норма споживання води для поливу зелених насаджень?

4.5 Освітлення міських територій

4.5.1 Завдання освітлення міських територій

Штучне освітлення міських територій – це єдиний захід для забезпечення нормального світлового режиму, виявлення архітектурних переваг забудови в темний час доби. До того ж освітлення – це засіб пропаганди, інформації, реклами. Світлотехніка разом з інженерним благоустроєм територій вирішує інженерно-технічні питання міського освітлення та забезпечує його конструктивний бік. Освітлення міста здійснюють шляхом правильного вибору штучних джерел світла, які розташовують у певних місцях і на визначеній висоті з відповідною відстанню між ними.

Освітлення міських територій виконує два головних завдання: забезпечує безпечний рух транспорту і пішоходів та сприяє архітектурно-декоративному оформленню міста.

Безпека руху на вулицях і дорогах значною мірою залежить від умов освітлення в темний час доби, а для цього необхідно створити освітлення необхідної яскравості за допомогою джерел світла, підібраних і встановлених у різних за своїм призначенням елементів міської території. Як видно зі статистичних даних, кількість нещасних випадків, які припадають на один автомобіль, на неосвітлених або погано освітлених вулицях і дорогах у темний час доби збільшується в 2–3 рази. У населених пунктах велика кількість дорожніх подій відбувається на погано освітлених вулицях.

На міських вулицях і майданах правильно влаштоване освітлення сприяє:

1) безпеці руху транспорту і пішоходів;

2) дозволяє зручніше користуватися проїздами усередині мікрорайонів, тротуарами, пішохідними доріжками, садами;

3) дозволяє створити елементарні зручності перебування населення на територіях парків, садів, бульварів, забезпечує сприятливі умови для вечірніх прогулянок;

4) за допомогою підсвічування зелених насаджень у поєднанні з вдалим вибором порід дерев, чагарників, квітів створюють красиві вечірні ландшафти.

Крім забезпечення безпеки міського руху і створення елементарних зручностей користування міськими територіями в темний час доби, штучне освітлення має також відповідати естетичним вимогам людини: удень це залежить від зовнішнього вигляду всіх його устаткувань, перетворюючи їх на малі архі-

тектурні форми, а ввечері – створює з їх допомогою освітлену панораму міста. Водночас будівництво й експлуатація устаткувань штучного освітлення міських територій мають бути економічними.

Важливого значення у художньо-естетичному і психологічному плані набувають архітектурно-декоративне освітлення, створення виразного вигляду вечірнього міста. Особливу увагу приділяють освітленню найбільш цікавих ансамблів, домінант, що надають місту своєрідності та індивідуальності [3, 17, 73].

Усі міські об'єкти, видимість яких у темний час доби забезпечується шляхом використання електроенергії, розділяються на дві групи:

1) *забезпечує нормативну освітленість міських територій, необхідну для безпеки руху транспорту і пішоходів.*

До цієї групи входять:

– вулиці та дороги різних категорій;

– майдани;

– елементи вулиць і площ – перехрестя, пішохідні переходи, зупинки міського транспорту, стоянки таксі;

– тунелі – довгі, короткі, пішохідні;

– розв'язки в різних рівнях зокрема мости, естакади, шляхопроводи, пішохідні містки;

– ділянки автомобільних доріг на під'їздах до міста.

2) *архітектурно-художнє освітлення міських територій:*

– створення світлової архітектури міста увечері з виявленням найбільш цінних в архітектурному, історичному і художньому сенсі будинків, споруд, пам'ятників, фонтанів;

– освітлення садів, скверів, парків тощо;

– світлова реклама – стаціонарна і динамічна (інформування населення про торговельні, побутові, культурні новини, оформлення вітрин магазинів, кіосків тощо);

– світлофори і світлові табло;

– дорожні знаки і покажчики з підсвічуванням чи ті, що відбивають світло, зокрема керовані багатопозиційні знаки і покажчики швидкостей;

– розмітка проїзної частини, елементи дорожнього покриття, що відбивають світло, світлові сигнали (покажчики напрямків руху для транспорту і пішоходів, місць зупинок громадського транспорту, стоянок, переходів тощо).

Умови освітлення міських територій характеризуються ступенем освітле-

ності, а також яскравістю освітлених поверхонь.

Освітленість характеризується співвідношенням світлового потоку до площі освітлюваної території (поверхні) і виміряють у люках (лк); 1 лк відповідає світловому потокові в 1 лм (люмен), рівномірно розподіленому на площі 1 м^2.

Освітленість поверхні в будь-якій розглянутій точці можна визначити за формулою:

$$E = i \cdot \cos\alpha / R^2, \qquad (4.12)$$

де i – сила джерела світла; α – кут між двома прямими лініями, що з'єднують джерело світла з освітлюваною поверхнею в будь-якій розглянутій точці та в точці на перпендикулярі до даної поверхні (безпосередньо під джерелом світла); R – відстань від джерела світла до розглянутої точки поверхні.

Одиниця яскравості – характеризує ступінь яскравості пласкої поверхні площі, яка дорівнює 1 м^2, та випромінює (або відбиває) у перпендикулярному їй напрямку силу світла, рівну 1 кд. Виміряють у канделах на 1 м^2 (кд/м^2).

Освітлювальні пристрої поділяються на дві групи: прилади близької дії – освітлювачі та прилади далекої дії – прожектори. Усі види освітлювальних пристроїв повинні працювати у взаємодії один з одним, беручи до уваги яскравість дорожнього покриття вулиць, майданів, тротуарів, яскравість вітрин, світлових реклам, світильників, а також освітлених пам’ятників і фонтанів, ступінь блискучості, що виникає в полі зору людини.

Для посилення художньо-світлового оформлення у святкові дні встановлюють тимчасове ілюмінаційне освітлення.

4.5.2 Освітлення міських вулиць, доріг, майданів, тунелів

Штучне освітлення вулиць і майданів у темний час доби має особливе значення для магістральних вулиць і площ, на яких відбувається інтенсивний рух міського громадського транспорту, автомобілів і пішоходів.

У містах та інших населених пунктах усі вулиці зазвичай мають електричне освітлення. Ступінь освітлення вулиць і доріг залежить від розрахункових швидкостей та інтенсивності руху увечері (у темний час доби). Ці умови визначаються категоріями вулиць і доріг, а також типами населених місць.

За умовами освітленості міські вулиці, дороги і майдани поділяють на 4 категорії:

А. Магістральні вулиці загальноміського значення, а також швидкісні дороги й основні майдани;

Б. Магістральні вулиці районного значення, а також майдани різного призначення;

В. Житлові вулиці з інтенсивним рухом, а також промислово-складські проїзди;

Г. Житлові вулиці з обмеженим рухом.

Середня освітленість вулиць і площ повинна бути рівномірною без різких перепадів світлих (тих що освітлюються) та темних плям на покритті. Рівномірність має велике значення при освітленні вулиць, тому що при переході від світлих до більш темних ділянок видимість останніх, а також окремих предметів значно знижується. Необхідно, щоб дорожнє покриття вулиці за різних умов (погодних, стану покриття) здавалося б водію освітленим з однаковою яскравістю. Під час проектування освітлення і світлотехнічних розрахунків необхідно брати до уваги світловідбиваючі властивості вуличного покриття. Освітлення вулиць, доріг і площ з регулярним транспортним рухом у міських поселеннях потрібно проектувати відповідно до прийнятих норм середньої яскравості удосконалених покриттів проїзних частин за таблицею 4.11 [47].

Освітленість на рівні покриття непроїзної частини вулиць, доріг і площ, пішохідних вулиць міст потрібно проектувати відповідно до прийнятих норм середньої яскравості згідно з таблицею 4.12 [47, 92].

Таблиця 4.11 – Освітленість вулиць у містах на рівні удосконаленого покриття проїзних частин

Категорія об'єкта за освітленням	Вулиці, дороги	Найбільша інтенсивність руху транспорту в обох напрямках, од./год	Середня яскравість покриття, кд/м^2	Середня горизонтальна освітленість покриття, лк
А	Магістральні дороги, магістральні вулиці загальноміського значення	більше 5 000 3 000–5 000 1 000–3 000 500–1 000 менше 500	2,0 1,5 1,2 0,8 0,6	20 20 20 15 10
Б	Магістральні вулиці районного значення	більше 2 000 1 000–2 000 500–1 000 менше 500	1,0 0,8 0,6 0,4	15 15 10 10
В	Вулиці та дороги місцевого значення	500 і більше менше 500 поодинокі автомобілі	0,4 0,3 0,2	6 4 4

Якщо неможливо забезпечити рівномірне освітлення вулиць або доріг, тоді яскравіше освітлюють найбільш небезпечні для руху ділянки (місця пішо-

хідних переходів, на кривих малих радіусів, на крутих ухилах тощо). Середня яскравість поверхонь, що прилягають до проїзних частин, має бути хоча б наполовину такого ж значення яскравою, як проїзні частини вулиць, доріг і майданів. Середня яскравість поверхні тротуарного покриття (з урахуванням його світло відбиваючих властивостей) рекомендується від 0,2 кд/м^2 на житлових вулицях до 1 кд/м^2 на головних міських магістралях.

Середню горизонтальну освітленість дорожнього покриття проїзної частини міських транспортних тунелів різної довжини, швидкості та інтенсивності руху приймають відповідно до нормативів [47, 92].

Таблиця 4.12 – Освітленість вулиць, доріг, площ, пішохідних зон у містах на рівні удосконаленого покриття непроїзних частин

Освітлювальні об'єкти	Середня горизонтальна освітленість покриття, лк
Головні пішохідні вулиці, непроїзні частини площ категорій А і Б та передзаводські площі.	10
Пішохідні вулиці: – у межах громадських центрів; – на інших територіях	 6 4
Тротуари, відділені від проїзної частини на вулицях категорій: – А і Б; – В	 4 2 (1)
Площадки зупинок громадського транспорту на вулицях всіх категорій	10
Пішохідні містки	10
Пішохідні тунелі: – удень; – увечері та вночі	 100 50
Сходи пішохідних тунелів увечері та вночі	20
Пішохідні доріжки бульварів і скверів, що примикають до вулиць категорій: – А; – Б; – В	 6 4 2

Норми освітлення дозволяється підвищувати в найбільших і великих містах, містах-героях, історичних, курортних і портових містах.

Для вуличного освітлення застосовуються лампи, закріплені на щоглах, стовпах і опорах. Як джерело світла, що випромінює енергію у видимому діапазоні, можуть застосовуватися лампи розжарювання, газорозрядні лампи (серед яких виділяють люмінесцентні, металогалогенні, ртутні, натрієві тощо), діодні. Для установок освітлення вулиць і доріг із транспортним рухом застосовують натрієві лампи високого тиску. Газорозрядні лампи мають наявні недоліки: ро-

зігрівання лампи за увімкнення і перемикання займає тривалий період – близько п’яти хвилин; лампа нагрівається, а значить необхідно запобігти можливого контакту з нею; за повторного ввімкнення потрібно охолодження, інакше лампа не увімкнеться знову; наявність небезпечних парів ртуті в деяких видах і спеціальні умови утилізації. Проте термін експлуатації (10–30 тисяч годин) і світловіддача (у середньому 100 лм/Вт) їх вище, ніж у ламп розжарювання [47, 92].

Найбільш енергоефективними і популярними в останнє десятиліття стали світлодіодні лампи. Їх споживана потужність менше порівняно з газорозрядними лампами в кілька разів, вони не нагріваються, забезпечують відмінну передачу кольору, високу світловіддачу (до 150 лм/Вт), швидке увімкнення і перемикання, не містять ртуті, що дозволяє регулювати потужність, а головне – енергоефективні і мають довгий термін експлуатації (понад 50 тисяч годин). Однак існують деякі недоліки: висока вартість обладнання, складність заміни окремих елементів світильника, чутливість до перепадів температур, за низьких температур експлуатація не вимагає додаткових пристосувань, за високих – необхідно охолодження.

Наразі постійно створюється нове світлове обладнання, яке стає все більш досконалим. Дизайнери пропонують безліч різноманітних рішень із оформлення світлових опор, завдяки чому сучасні дороги мають приємний вигляд, а тривале перебування на них менше втомлює.

Принципові схеми розташування освітлювачів у поперечному профілі вулиць залежать від категорії і ширини проїзної частини. Існують різні варіанти розміщення залежно від ширини проїзної частини вулиць (табл. 4.13). Якщо ширина проїзної частини до 24 м, то освітлювачі можна розташовувати за дворядною схемою в шаховому порядку, дворядною прямокутною по осях руху. За ширини проїзної частини до 18 м, а також на вулицях з однобічним рухом освітлювачі розміщують за однобічною і однобічною осьовою схемами. За ширини проїзної частини понад 24 м освітлювачі рекомендують розміщувати за дворядною прямокутною схемою і дворядною прямокутною по осі вулиць (рис. 4.43) [17, 92].

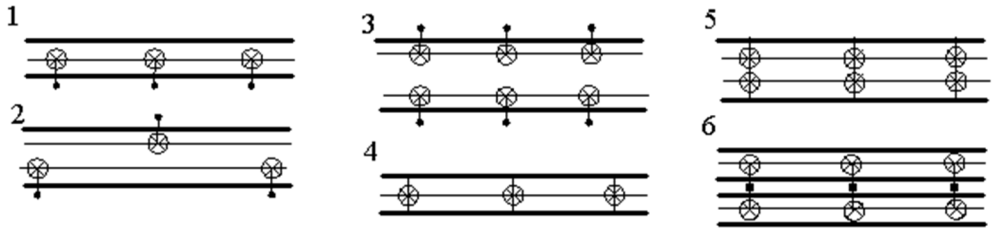


**Рисунок 4.43 – Схеми розташування освітлювачів на вулицях:
1 – одностороння; 2 – дворядна в шаховому порядку; 3 – дворядна прямокутна; 4 – осьова; 5 – дворядна прямокутна по осях руху; 6 – дворядна прямокутна по осі вулиці**

Таблиця 4.13 – Схеми розташування освітлювальних приладів

Ширина проїзної частини, м	Схема розташування ОП	Схема розташування	Спосіб улаштування
6–18	Однобічна		На опорах з одного боку проїзної частини
12–18	Осьова		На тросах по осі проїзної частини
18–48	Дворядна		На опорах з двох боків проїзної частини
24–48	Дворядна по осі вулиці		На опорах на розділовій смузі
18–48	Чотирьохрядна		На опорах з двох боків проїзної частини з додатковими кронштейнами для освітлення тротуарів
48–100	Чотирьохрядна		На опорах з двох боків проїзної частини і на розділовій смузі

Під час проектування освітлення на заокругленнях вулиць і доріг (радіуси кривих у плані по осі проїзної частини (60–250 м) освітлювачі варто розміщувати при їхньому однобічному розташуванні на зовнішньому боці кривої. У разі неможливості розміщення світильників на зовнішньому боці заокруглення до-

пускається їхнє розташування на внутрішньому боці за умови зменшення кроку освітлювачів (рис. 4.44). Освітлення залізничних переїздів і пішохідних переходів на одному рівні забезпечують ліхтарі вуличного освітлення (схема розташування зображена на рисунку 4.45).

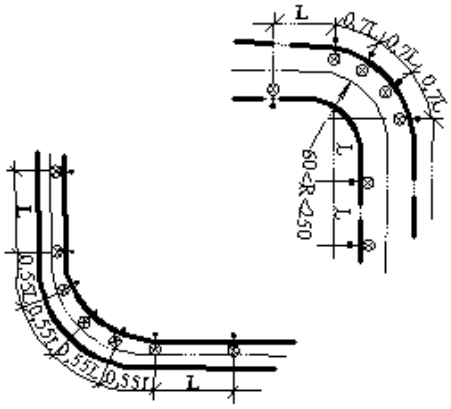


Рисунок 4.44 – Схеми розташування освітлювачів на заокругленнях вулиць і доріг

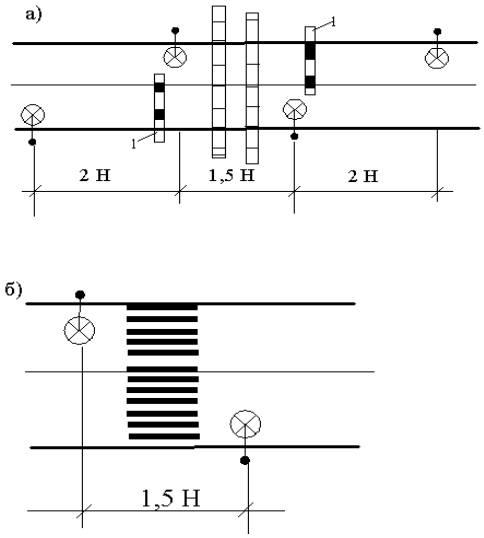


Рисунок 4.45 – Схеми розташування освітлювачів:
а) біля залізничних переїздів, б) біля пішохідних переходів

Наземні пішохідні переходи можна розташовувати в зоні перехресть, між ними і на перегонах магістралей. При розміщенні переходу між перехрестями для безпеки пішоходів необхідно встановити додаткове освітлення. Варіанти зовнішнього освітлення перехресть на одному рівні виконують відповідно до схем, наведених на рисунку 4.46.

Біля перехресть освітлювачі встановлюють на підходах до них, а при підвішуванні на тросах – також на осі перехресть.

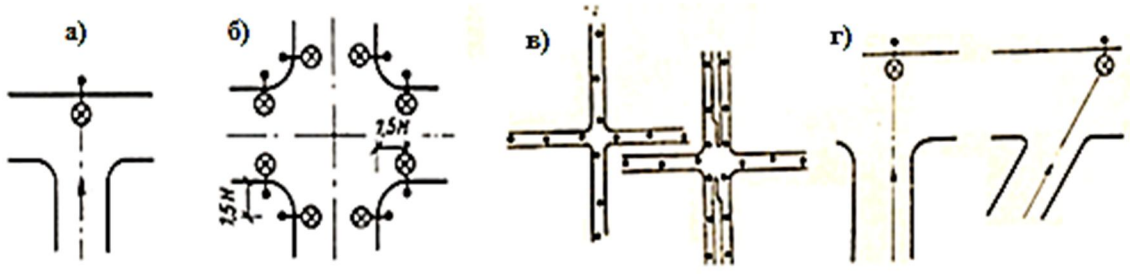


Рисунок 4.46 – Схеми зовнішнього освітлення перехресть в одному рівні

Опори розташовують на відстані не менше 0,6 м від лицьової грані бортового каменю до зовнішньої поверхні цоколя. За відсутності автобусного, тролейбусного та руху важких вантажних машин житловими вулицями цю відс-

тань можна скоротити до 0,3 м. На перетині вулиць і доріг опори встановлюють на початку заокруглення тротуаром і на відстані не менше 1,5 м від будь-яких в'їздів.

На вулицях і дорогах із заміським типом поперечного профілю з кюветами допускається встановлювати опори за ними, у тих випадках, коли відстань від опори до найближчої межі проїзної частини не перевищує 4 м. Опори для освітлення вулиць і доріг можна встановлювати на центральній розділовій смузі за її ширини 5 м і більше, а за смуги 4 м за наявності огорожі – у створі цієї огорожі.

На алеях і пішохідних доріжках опори розміщують за межами пішохідних доріжок – на газонах, у рядах з деревами. Опори зазвичай розміщують за однобічною схемою за ширини алеї до 10 м, за більшої ширини – за дворядною прямокутною або шаховою схемами. Залежно від прийнятого архітектурно-планувального рішення допускається нерівномірне розміщення опор, а також зміна висоти кріплення освітлювачів на опорах за умови забезпечення нормованого рівня освітлення [17, 47, 92].

Освітлювачі на вулицях і проїздах з рядовою посадкою дерев встановлюють на подовжених кронштейнах зі стрілою не менше 0,5 м, спрямованих убік проїзної частини або вішають освітлювачі на тросах для винесення їх із зони затінення кронами дерев.

Залежності від типу освітлювачів і ширини проїзних частин їх розміщають на висоті 6–13 м. Висоту підвіски визначають за умовами розподілу яскравості на поверхні проїзних частин вулиць і доріг, а також щоб уникнути засліплення. Чим яскравіше джерело світла, тим більшою має бути висота підвіски.

Співвідношення кроку або окремих освітлювачів на вулицях усіх категорій має бути у межах 5:1 за однобічного, осьового або прямокутного розміщення, і не більш як 7:1 – за шаховій схеми розміщення. Підвішувати освітлювачі при їхній установці над контактною мережею трамвая потрібно на висоті не менше 8 м від рівня голівок рейок, а за розташування над контактною мережею тролейбусів не менше 9 м від рівня проїзної частини [17, 47, 92].

Тротуари можуть освітлюватися ліхтарями, призначеними для освітлення проїзної частини, або спеціальними окремими ліхтарями. Висота пристосування ліхтаря, що освітлює тротуар, може бути нижчою, ніж висота тих, що освітлюють проїзну частину.

За наявності фронтальної забудови враховують можливість додаткового освітлення вулиць світлом із вікон будинків і особливо вітрин торговельних, видовищних та інших підприємств. У декоративному оформленні міських ву-

лиць у темний час доби велику роль відіграє рекламне освітлення.

Для зовнішнього освітлення широко застосовують різноманітні освітлювачі, наприклад, типу РКВ (Р – зі ртутною лампою; К – консольний; В – вуличний), які складаються зі штампованого корпусу з декапірованої сталі або з листового алюмінію, що складається з двох окремих частин, з'єднаних замками або завальцьованих. Консоль для закріплення світильника на опорі обладнана планкою-притиском. Пускорегулючий апарат (ПРА) вбудований у корпус. Дзеркальний відбивач, алюмінієвий або альзакірований, кріпиться до корпуса скобою. До відбивача кріпиться скоба з патроном.

Деякі типи ліхтарів для освітлення вулиць, доріг і майданів, а також опор для їхнього кріплення зображені на рисунку 4.47, приклади організації освітлення міських вулиць – на рисунку 4.48.

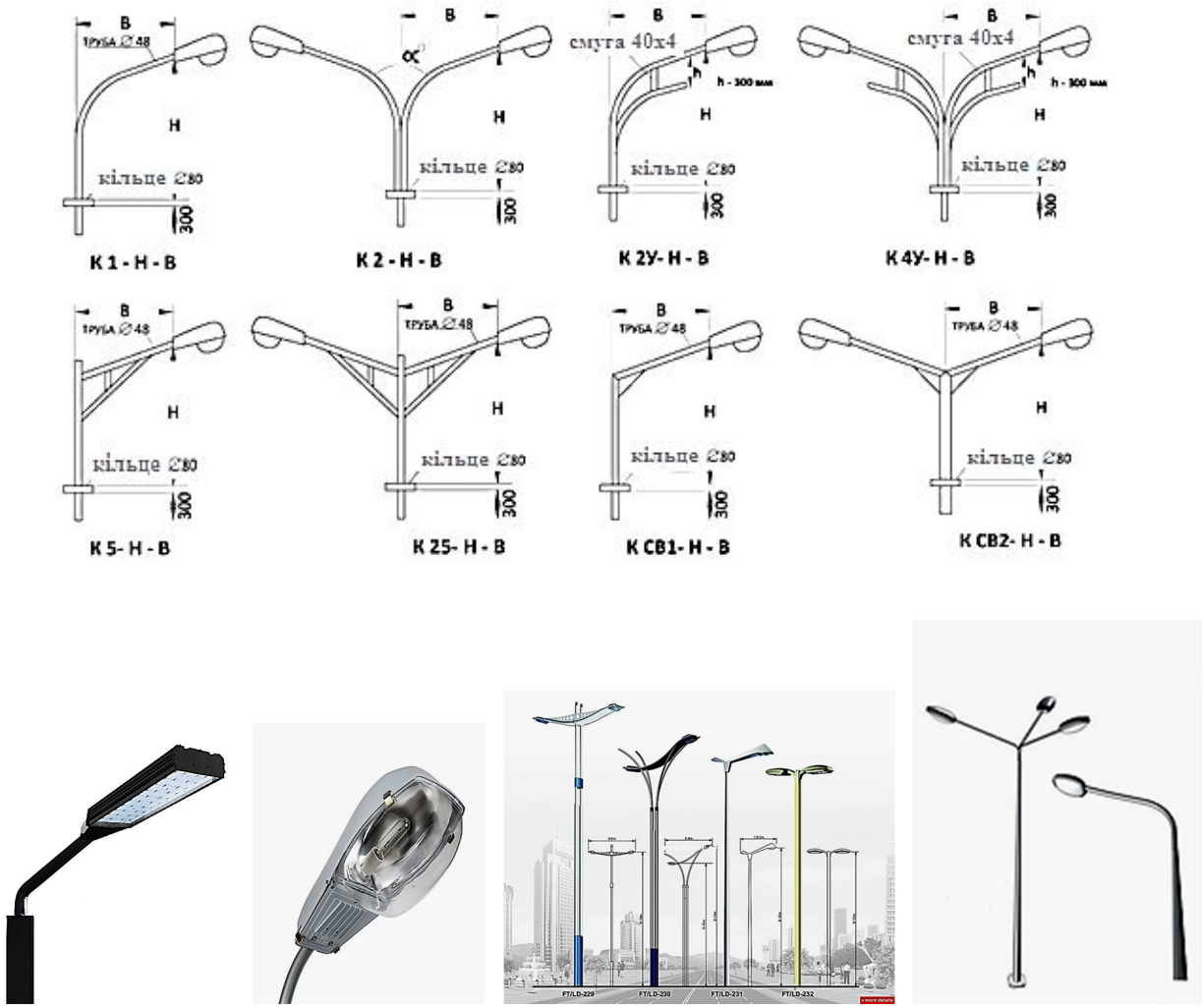


Рисунок 4.47 – Типи вуличних освітлювачів (ліхтарів)



Рисунок 4.48 – Приклади освітлення міських вулиць

4.5.3 Освітлення територій житлових мікрорайонів і кварталів

Території житлових мікрорайонів і кварталів увечері та вночі освітлюються з метою створення сприятливих умов для мешканців, які користуються тротуарами, пішохідними алеями, мікрорайонним садом, а також безпеки руху автомобілів усередині квартальними проїздами.

На території житлових мікрорайонів і кварталів освітлюються:

1) проїзди до груп житлових будинків, шкіл, дитячих садків, магазинів, гаражів;

2) пішохідні доріжки, алеї, які ведуть до установ соцкультпобуту, до зупинок громадського транспорту, до виходів із мікрорайону;

3) господарські майданчики та майданчики відпочинку.

Освітленість на рівні покриття непроїзної частини вулиць, доріг і площ, пішохідних вулиць міст житлових територій проектують відповідно до прийнятих норм згідно з таблицею 4.14 [47, 92].

Таблиця 4.14 – Освітленість вулиць, доріг, площ, пішохідних зон житлових територій у містах

Освітлювальні об'єкти	**Середня горизонтальна освітленість покриття, лк**
Території мікрорайонів:	
Проїзди:	
– основні;	4
– другорядні, зокрема тротуари, під'їзди	2
Господарські майданчики	2
Дитячі майданчики в місцях розташування обладнання для рухомих ігор	10
Дитячі ясла-садки, загальноосвітні школи і школи-інтернати, навчальні заклади	
Групові й фізкультурні майданчики	10
Майданчики для рухливих ігор зони відпочинку	10
Проїзди і підходи до корпусів і майданчиків	4

Пішохідні доріжки і тротуари, розташовані безпосередньо уздовж фасадів будинків, зазвичай обладнані освітлювачами, встановленими біля входів до будинків. Вузькі проїзди, тротуари і майданчики біля будинків оснащують ліхтарями на стінах будинків за умови зручного до них доступу.

За звичайно прийнятої освітленості території мікрорайону менш ніж 1 лк рекомендують використовувати більш прості і дешеві освітлювачі з лампами розжарювання (рис. 4.49). У деяких випадках, коли це обґрунтовується техніко-економічними розрахунками, можна використовувати освітлювачі з люмінесцентними лампами.

Під час проектування пристроїв зовнішнього освітлення потрібно забезпечувати: надійність і раціональну побудову розподільних електричних мереж, вибір джерел споживання і розміщення пунктів споживання з метою зниження витрат напруги, безпеку обслуговуючого персоналу і населення, зручність обслуговування і керування.

Використовувані в освітлювальних пристроях устаткування і матеріали повинні відповідати вимогам стандартів і технічних умов, затвердженим у встановленому порядку, номінальній напрузі мережі й умовам навколишнього середовища [3, 17, 47].



Рисунок 4.49 – Приклади освітлення житлових територій

Пристрої зовнішнього освітлення, зазвичай передбачені в складі проектів

благоустрою з урахуванням характеристик світловідбиття дорожнього покриття і рішень щодо озеленення.

Під час розміщення освітлювачів необхідно враховувати проїзд спеціального транспорту (сміттєвози, пожежні машини тощо), які мають великі габарити, для цього, особливо на поворотах розміщення світильників, потрібно передбачати можливість їхнього проїзду. Необхідно також намагатися, щоб світло ліхтарів не турбувало жителів через вікна кімнат у житлових будинках.

Норми кількісних і якісних показників зовнішнього освітлення територій житлових районів мають бути однаковими за різних джерел світла, які використовують в освітлювальних пристроях, і відповідати нормативам з проектування природного і штучного освітлення. Освітлення всередині квартальних проїздів, тротуарів, пішохідних алей нормується згідно з горизонтальним освітленням їхньої поверхні, а не з яскравістю, як прийнято сучасними технічними умовами для вулиць і доріг, що мають значний транспортний рух. Середнє горизонтальне освітлення фізкультурних і дитячих майданчиків на території кварталів і мікрорайонів має становити 10 лк [47]. Освітлення внутрішніх, службово-господарських і пожежних проїздів, автостоянок, господарських майданчиків у мікрорайонах необхідно виконувати за допомогою освітлювачів прямого світла.

Проїзди, тротуари на території житлових кварталів і мікрорайонів обладнують освітлювачами, які розташовані на стінах чи над козирками входів до будинків, якщо загальні річні затрати не вищі, ніж при облаштуванні аналогічних ліхтарів на опорах, а також забезпечується можливість їхнього обслуговування за допомогою автопідіймачів, централізоване управління їхнім увімкненням та вимкненням (рис. 4.50). Освітлювачі, які встановлюють під козирками входів до будинків, не варто брати до уваги під час розрахунку рівня освітлення тротуарів і проїздів. Для освітлення великих дворів, ігрових майданчиків і спортивних майданчиків використовують ліхтарі, розташовані на високих опорах. Типи опор зовнішнього освітлення потрібно визначати відповідно до технічних правил щодо економічних витрат основних будівельних матеріалів. Відстань від опори до підземних комунікацій має відповідати вимогам щодо проектування населених місць, зовнішніх мереж і споруд газопостачання. Опори зовнішнього освітлення на



Рисунок 4.50 – Приклади освітлення житлових територій

пішохідних доріжках і алеях необхідно розташовувати за межами пішохідної частини.

Мікрорайонні сади доцільно освітлювати ліхтарями вінчальноготипу, розміщуючи їх так, щоб у темний час доби світло створювало гарну орієнтацію біля входів до саду і його основних планувальних елементів (майданчики для відпочинку дорослих, для ігор дітей, спортивні). Освітлювачі у вигляді торшерів рекомендують встановлювати для підсвічування зелених насаджень, водних пристроїв, доріжок, малих архітектурних форм. Вони можуть мати форму грибів, куль, циліндрів різної висоти і конфігурації.

4.5.4 Освітлення територій зелених насаджень загального користування

Штучне освітлення парків, садів, скверів і бульварів принципово відрізняється від освітлення вулиць і майданів. На вулицях і майданах прагнуть створити сприятливі умови для безпечного руху транспорту і пішоходів у темний час доби. Для цього застосовують потужні освітлювальні пристрої, розташовані з дотриманням чітких правил співвідношення рівномірності розподілу світла, яскравості освітлення проїзних частин з урахуванням світлотехнічних властивостей дорожнього покриття і низки інших вимог, що забезпечують гарну видимість і безпеку руху (табл. 4.15) [47].

Таблиця 4.15 – Освітленість територій зелених насаджень загального користування у містах

Освітлювальні об'єкти	Середня горизонтальна освітленість, лк		
	Загальноміські парки	Районні сади	Виставки
Головні входи	6	4	10
Другорядні входи	2	1	6
Центральні алеї	4	2	10
Бокові алеї	2	1	6
Майданчики масового відпочинку, майданчики перед театрами і кінотеатрами, виставковими павільйонами і відкритими естрадами; майданчики для настільних ігор	10	10	20
Зони відпочинку на територіях виставок	–	–	10

На території зелених насаджень штучне освітлення має виконувати такі завдання:

– створення вражаючого вечірнього ландшафту озелененої території (з виділенням окремих груп дерев, чагарників, квітників у поєднанні з водними басейнами, фонтанами);

– створення зручної орієнтації для відвідувачів озеленених територій, що дуже важливо у великих парках;

– створення для людини умов приємного перебування на алеях, майданчиках, біля басейнів.

Для виконання цих завдань не потрібні потужні освітлювальні пристрої, а навпаки, освітлення багатьох елементів озеленених територій має бути м'яким, таким що не дратує (рис. 4.51). Разом із тим принципи і способи освітлення парків і садів, скверів і бульварів дуже різняться між собою [3, 17, 47].

Освітлення парків і садів

Парки переважно займають великі території і функціонально розділені на зони активного і пасивного відпочинку. Зважаючи на це, освітлення окремих ділянок території парку має бути диференційованим як за характером, так і за світлотехнічними властивостями.

У зоні активного відпочинку розміщують будинки, споруди, майданчики культурно-просвітницького і розважального характеру для масового відвідування. Освітлювальні пристрої в цій зоні мають створювати враження парадності, виділяти за допомогою світла окремі будинки: кінотеатр, зелений театр, виставковий комплекс, комплекс атракціонів, ресторан. Зазвичай великі майданчики атракціонів освітлюють потужними люмінесцентними ліхтарями на високих опорах, що забезпечують достатнє освітлення за незначної кількості ліхтарів. Освітлення майданчиків перед входом до парку, кінотеатру, ресторану може бути цікаво оформлене вінчальними освітлювачами на невисоких опорах з одночасним застосуванням підсвічування будинків і навколишніх зелених насаджень.



Рисунок 4.51 – Прийоми освітлення територій загального користування

Тип світильників і форма їхніх опор, а також підсвічування будинків і зелених насаджень заздалегідь визначають у комплексному проекті зони активного відпочинку. Водночас форма ліх-

тарів (опор і світильників) має гармоніювати з архітектурним образом кожного окремого будинку і споруди не тільки в нічний, але й у денний час. Опори варто робити, якщо можливо, легкими і витонченими, що добре гармонує із загальною панорамою.

Зону тихого відпочинку відповідно до її функціонального призначення і характеру освітлюють ліхтарями зі світильниками, що вінчають. Розміщують ліхтарі з урахуванням загального планування зони, диференційовано, з деяким посиленням яскравості освітленості майданчиків перед обслуговуючими будинками (кафе, кіоски й тощо), створенням гарної орієнтації шляхом розташування ліхтарів на поворотах. Одночасно можна робити підсвічування зелених насаджень. Необхідно враховувати рельєф території парку, обігравши у світловому режимі: незначні підвищення, спуски, пагорби.

Освітлення міських територій, що межують із садом, виконують відповідно до його характеру. Невеликий сад, що має характер зони тихого відпочинку, освітлюють з урахуванням нормативних вимог освітлення таких функціональних зон. Території великих садів, що за своїм характером наближені до парків, освітлюють відповідно до вимог до освітлення парків [3, 17, 47].

Освітлення скверів і бульварів

Сквери є одним з елементів майданів, на яких вони розташовані. Тому так само, як планування, архітектура зелених насаджень, так і система освітлення його території вирішується в комплексі з освітленням майдану. Це не виключає створення системи освітлення території скверу, відмінної від системи освітлення всього майдану. У сквері використовують освітлювачі вінчального типу, торшери біля входів. У деяких випадках, за незначної території скверу і за відсутності в ньому фонтана або монумента можна освітлювати сквер ліхтарями, що освітлюють прилеглу до нього частину майдану.

Бульвари доцільно освітлювати ліхтарями зі світильниками вінчального типу, розташованими уздовж алей у ряді з деревами, що облямовують алею. За такого розташування освітлювачів варто мати на увазі, що тіні крон дерев для алей цілком припустимі і можуть створювати мальовниче поєднання світла і тіні [3, 17, 47].

4.5.5 Освітлення спортивних споруд

Штучне освітлення спортивних споруд має забезпечувати:

– чітку видимість (як для учасників, так і для глядачів) розмітки полів, майданчиків, спортивного обладнання та інвентарю, всіх дій спортсменів;

– рівномірне освітлення всього простору, необхідного для проведення змагань і тренувань;

– відсутність сліпучої дії джерел світла чи відбиваючого світла.

Освітлення спортивних споруд оснащують відповідно до норм (табл. 4.16) [47].

Таблиця 4.16 – Освітленість територій зелених насаджень загального користування у містах

Освітлювальні об'єкти	Середня горизонтальна освітленість, лк
Головні входи	10
Другорядні входи	6
Центральні алеї	6
Бокові алеї	4

Під час освітлення спортивних пласких споруд особливу увагу приділяють освітленню взимку, коли рано сутеніє. Найбільш популярні в цю пору року лижні траси, які освітлюють прожекторами й освітлювачами, розташованими по обидва боки лижні. Для гірськолижного спорту освітлення має забезпечувати спортсменами чітку видимість гори розгону, обриву та гори приземлення, а суддям та глядачам – гарну видимість спортсмена на всіх етапах його руху.

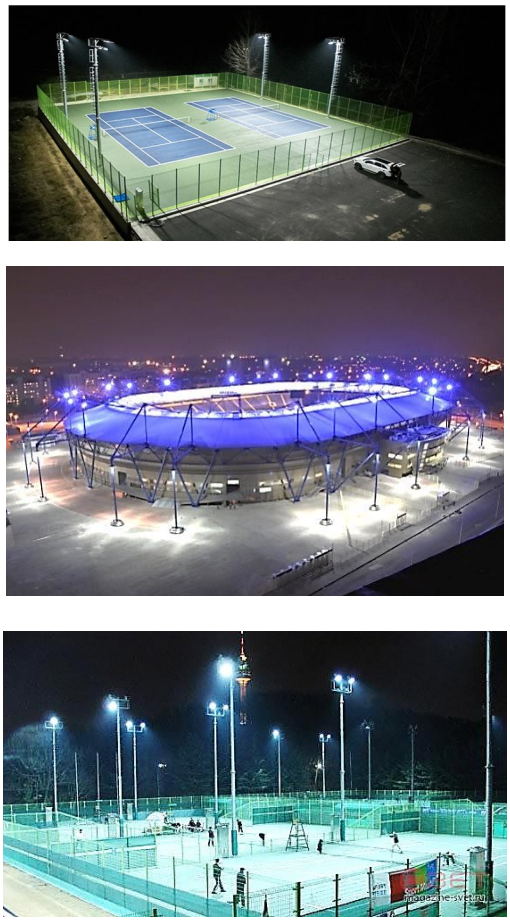


Рисунок 4.52 – Прийоми освітлення спортивних споруд

У разі організації масового катання на ковзанах чи лижах рівень освітлення відкритих спортивних споруд у мікрорайонах, житлових групах, у садах чи парках допускається знижувати або оснащувати згідно з нормами освітлення для цих територій.

Вимоги до рівня освітлення спортивно-демонстраційних пласких споруд значно суворіші і залежать від місткості трибун.

Великі спортивні майданчики, оточені трибунами, освітлюють за допомогою прожекторних устаткувань з оптичними приладами, які розташовані

на високих щоглах. Традиційно для освітлення футбольного поля і легкоатлетичного ядра застосовують систему з чотирьох щогл.

На пласких спортивних спорудах, які призначені для всіх ігрових видів спорту (крім настільного тенісу і городків), облаштовують верхнє бічне освітлення. Освітлювальні прилади встановлюють на висоті не менше 10 м; для волейболу і тенісу – верхнє освітлення на висоті 12 м; для бадмінтону, баскетболу, гандболу – верхнє освітлення на висоті 8 м; для хокею з шайбою – верхнє освітлення на висоті 6 м. На майданчиках для настільного тенісу і городків освітлювальні прилади встановлюють на висоті не менше 3 м від площини стола чи «городків» (рис. 4.52) [3, 17, 47].

4.5.6 Архітектурно-декоративне освітлення будинків і споруд

Прикрасити вечірнє місто, виділити світлом найбільш цікаві в архітектурному плані об'єкти зазвичай ті, що формують міський центр, освітлення міських домінант, пам'ятників архітектури, обелісків, в'їздів до міста можливе за допомогою штучного освітлення, що має бути складовою всього містобудівного задуму і комплексного світлового рішення.

Головне завдання архітектурно-декоративного освітлення – створення засобами світла і кольору цілісного художнього організму при переході від дня до ночі. Це завдання вирішують на підставі таких положень [3, 17, 47]:

– збереження просторових рішень міста і його архітектурних ансамблів;

– виявлення будинків і споруд, які характеризуються високою архітектурною якістю;

– збереження колометричного образу забудови різних частин міста;

– включення до світової архітектури міст заходів утилітарного, рекламного і внутрішнього освітлення, а також малих архітектурних форм, які оформлюють в єдиному стилі з художнім світловим образом вулиці чи площі.

Архітектурне освітлення міста розкривається під час руху, тому доцільно під час його формування брати до уваги два масштаби. Перший масштаб – ландшафтний – створюється просторовими елементами міста, які розглядаються з далеких відстаней. Другий масштаб – інтимний – створюється композицією будинків, їх пластичним і кольоровим оздобленням, що розглядається з близьких відстаней [23, 47].

Кожен об'єкт міста (будинки: адміністративні, житлові, видовищні, торговельні, спортивні, промислові й інші; інженерні споруди: мости набережні, транспортні розв'язки, віадуки та ін.; твори монументально-декоративного мистецтва, елементи благоустрою: фонтани, зелені насадження тощо) може відіг-

равати головну чи другорядну роль у світловій композиції окремої території або всього міста.

Рівень освітлення об'єктів визначають з урахуванням їхньої значущості, місця розташування, ролі, що приділяється йому при створенні світлової панорами. Зауважимо, що сприйняття об'єкта поблизу погіршується шляхом підвищення рівня яскравості [47].

Штучне освітлення має максимально виявляти архітектурний образ будинку, підкреслювати цілісність композиції, акцентувати увагу на окремих, найбільш цікавих деталях, не допускаючи перекручування задуманої фахівцями ідеї. Характер світлотіні за природного освітлення багато в чому залежить від погоди, часу доби, пори року, а за штучного – від розташування джерел світла та їхніх характеристик.

Пряме освітлення породжує різкі, глибокі тіні. Розсіяне освітлення згладжує деталі, дозволяє отримати м'які перепади, а іноді взагалі не створює тіней, позбавляючи об'єкт об'ємно-просторового сприйняття. Важливого значення надають колірному оформленню. Яскраві жовті тони приємні для зору, асоціюються з гарним сонячним світлом.

Залежно від розміщення будинку, кольору фасаду, текстури оздоблювального матеріалу, коефіцієнта його відображення і характеру навколишнього середовища нормативний рівень освітлення становить 20–200 лк. За освітлення будинків і споруд, що видніються з далеких відстаней (понад 1 км), скульптур і архітектурних деталей норми освітлення необхідно підвищувати на 50 % [3, 17, 47].

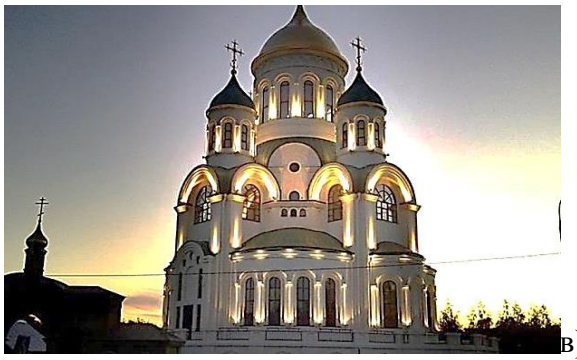
Існує кілька прийомів архітектурно-декоративного освітлення (рис. 4.53).

Контурне освітлення (світлова графіка) використовують загалом при святковому оформленні міста для кращого силуетного сприйняття стильових особливостей архітектури будинків.

Заливаюче освітлення дає кращий ефект при освітленні об'єктів, які видно з далекої відстані, особливо воно гарно виглядає у разі розміщення будинків на протилежному березі водойм, завдяки виникаючому на поверхні води мерехтливому світловому відображенню, що створює цікаві світлові композиції. У цьому випадку джерело світла розташовують відносно далеко і високо, що дає близьке до природного денного розподілу тіней, водночас виділяють передню (виступну) площину і затінюють западини. Освітлення знизу і з близької відстані створює неприродні тіні, що спотворюють архітектурні форми. Цей прийом освітлення фасадів створюють за допомогою дзеркальних ламп і прожекторів з лампами розжарювання, йодними, натрієвими, ДРЛ, ксеноновими.


а)


б)


в)


г)

Рисунок 4.53 – Прийоми архітектурно-декоративного освітлення: а) контурне освітлення; б) заливаюче освітлення; в) підсвітка окремих фрагментів споруд; г) освітлення зсередини

Підсвітка окремих фрагментів споруд і будинків доцільна насамперед у випадку, коли немає можливості застосувати світло, що заливає; вона доречна для підкреслення історичних деталей старих будинків.

Освітлення зсередини застосовують для розглядання об'єкта «на просвіт» при оформленні виставкових комплексів, парків тощо. Використовують світло інтер'єрів, яке проходить через вікна, вітражі, вітрини, а також ефект «перетікаючого простору», тобто архітектурного рішення освітлення інтер'єру та екстер'єру.

За ***комбінованого сполучення різних способів*** під час створення світлового вигляду вечірнього міста досягають кращих результатів.

В установках архітектурного освітлення варто використовувати розрядні джерела світла. При локальному підсвічуванні допустимо використання ламп розжарювання, переважно галогенних, а також джерел хроматичного випромінювання або кольорових світлофільтрів [47].

Під час розташування джерел світла необхідно перевагу надавати прийомам прихованого освітлення. Освітлювачі та прожектори для підсвітки фасадів будинків розміщують групами (рис. 4.54): на спеціальних опорах або щоглах (2); стовпах вуличного освітлення (3); на дахах сусідніх будинків (4); на рівні землі (з використанням бетонних фундаментів або металевих рам) (1); нижче рівня землі (у траншеях або спеціальних нішах); безпосередньо на освітлюваному фасаді (з виносом на кронштейні), на терасах і виступних деталях фасаду.

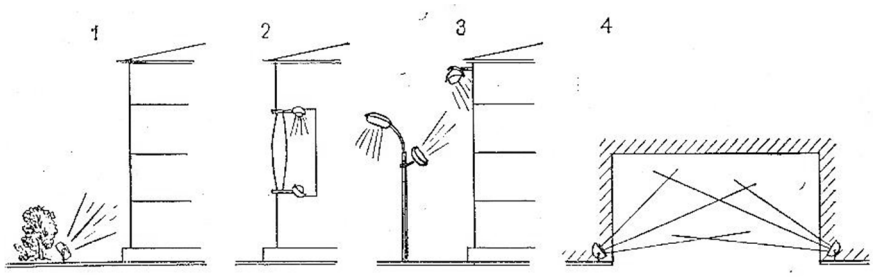


Рисунок 4.54 – Розташування джерел декоративного освітлення на території міста

Вежі, обеліски, щогли варто освітлювати ковзним променем прожекторів, встановлених біля їх підніжжя. Під час встановлення прожекторів варто прагнути до максимального їхнього маскування так, щоб їхні потоки світла не порушували нормальної картини вуличного освітлення, не створювали сліпучого впливу на водіїв транспорту і пішоходів. На землі або невисоких опорах їх можна сховати від очей перехожих чагарником, деревами, декоративними стінами. Для усунення блискучості в прожекторах рекомендують застосовувати вертикальні та горизонтальні жалюзі [3, 17, 47].

Приклади архітектурно-декоративного освітлення вечірнього міста наведені на рисунку 4.55.



Рисунок 4.55 – Декоративне освітлення території міста

4.5.7 Освітлення окремих об'єктів

Декоративне освітлення пам'ятників, обелісків, підсвічування фонтанів, каскадів, водойм є додатковою прикрасою вечірнього міста. Пам'ятники й обеліски освітлюють одночасно з двох-трьох сторін, у тих випадках, коли вони

проглядаються з різних позицій, а також інтенсивним одиноким потоком світла, якщо їх видно в одному напрямку [3, 17, 47].

Середню ступінь їхнього освітлення обирають залежно від використовуваного при їхньому створенні матеріалу, яскравості фону навколишнього простору, а також від відстані, з якої вони мають проглядатися.

Для освітлення пам'ятників і обелісків з відстані понад 10 м застосовують прожектори, прилади з проекційною оптикою, що характеризуються концентрованим світлорозподілом. Великі труднощі виникають при освітленні барельєфів, меморіальних написів. Їх варто освітлювати так само, як і об'ємні об'єкти, але вони повинні мати однобічні тіні. При близькому розміщенні джерела світла вони засліплюють спостерігача, можуть загороджувати освітлювану поверхню, а з великої відстані важко забезпечити однорідний характер тіні.

Декоративне освітлення фонтанів, каскадів і басейнів різноманітить світловий вигляд окремої ділянки або цілого ансамблю загалом.

Внутрішньо декоративне освітлення водойм і фонтанів шляхом занурення у воду ламп і прожекторів створює сильніше враження, ніж освітлення світлом, що заливає, але вимагає складного в експлуатації водонепроникного устаткування.

Для освітлення фонтанів, каскадів, басейнів освітлювачі розміщують у такий спосіб:

– у спеціальній камері на дні фонтана або басейну за скляними вікнами;

– під водою на глибині не більше за 10–15 см (через сильне поглинання світла лампи розташовують якнайближче до місця виходу струменя з води);

– під водозливом з освітленням спадаючих потоків води (каскади, зливи тощо);

– у трубі, що підводить воду, біля сопла (струмінь світиться завдяки повному внутрішньому відображенню спрямованого світлового потоку);

– на бортах басейну (створюють мерехтливі відображення на поверхні води);

– навколо фонтана (прожектор світла, яке заливає).

Підсвічування струменів фонтана може бути одноколірним і різнобарвним, але зайва колірна строкатість не посилює художній ефект [3, 17, 47].

Потужність освітлювальних засобів залежить від форми струменя, характеру руху тощо. Яскравість водних струменів рекомендують приймати не менше 300 кд/м^2.

Якщо освітити за допомогою потай встановлених джерел світла всю товщину води в басейні, а по його освітленому дну прокласти систему дірчастих

труб, у які подається повітря, то розсип повітряних пухирців, що піднімається, буде створювати мальовничу картину.

Гарного декоративного ефекту можна досягти, якщо встановити занурені освітлювачі в місцях падіння струменя води.

Вибір прийому освітлення фонтана визначають художніми завданнями, композицією струменів, пластичним рішенням фонтана, характером середовища.

Окремі дерева, чагарники і квітники, а також групи рослин рекомендують підсвічувати лампами розжарювання чи прожекторами. Для освітлення дерев та чагарників лампи встановлюють під кроною на стовбурі чи на землі під кроною, обабіч від дерева чи чагарнику. Для підсвічування окремих дерев і чагарників використовують освітлення контуру чи «на просвіт», що створює враження рослини, яка сама світиться.

Декоративне освітлення квітників має свої особливості. Під час їхнього освітлення застосовують прийом заливаючого світла, для якого важливим є підбір спектрального складу джерел світла з урахуванням кольору квітників. Традиційно квітники підсвічують білим світлом, щоб не перекручувати натуральні барви рослин [3, 17, 47].

4.5.8 Світлова реклама та ілюмінація

Світлова реклама

Світлова реклама разом з освітленими вітринами магазинів, установ тощо виконує функцію інформування мешканців і гостей міста про наявні товари, проведення видовищних заходів, популярні туристичні маршрути та ін. Роль світлової реклами зростає у темний час доби [3, 17, 47]. Ця реклама створює різнобарвне світлове оформлення вулиць, майданів та інших ділянок міста (рис. 4.56).



Рисунок 4.56 – Світлова реклама в місті

,Масштаб, форму і колір світлової реклами, потужність і яскравість світлових елементів визначають залежно від класу, призначення вулиці, яку використовують для розміщення реклами, і розташування відносно очей водіїв. Чим яскравіший фон оточення – краще освітлена проїжджа частина, тротуари, найближчі будинки, тим яскравішою роблять рекламу.

Під час визначення основних параметрів світлової реклами (розмірів, тексту, яскравості тощо) варто враховувати, що її має бути видно з певної відстані вона має бути в полі зору пішоходів або пасажирів транспорту. Далека реклама повинна добре виглядати і читатися з близьких відстаней.

Під час проектування та створення реклами необхідно враховувати світлове і колірне співвідношення найближчих вітрин, освітлюваних зсередини вікон кафе, ресторанів, кіосків, світлове оформлення фасадів будинків і все вуличне освітлення.

Під час освітлення афіш, стендів, вітрин світлові прилади розміщають так, щоб дзеркальний елемент світлового потоку, відбитий від освітлюваної поверхні, не потрапив у поле зору людини, що дивиться. Щоб виключити пряме влучення прямого світла ламп в очі пішохода, водія, передбачають захисний кут освітлювальних приладів або встановлюють спеціальні ґрати, що екранують.

Колірну гаму для реклами обирають відповідно до архітектурно-художнього оформлення міста. Не варто застосовувати кольори, близькі до кольорів світлофорів, якщо вони потрапляють у поле зору водіїв транспорту, особливо на перехрестях і біля пішохідних переходів. На вулицях і майданах, які потребують додаткового освітлення, доцільно використовувати рекламу білого, молочного і матового кольорів. За необхідності розміщення на окремих житлових вулицях спокійної світлової реклами використовують неяскраві, приглушені світлові тони.

Для огляду реклами з близької відстані, її встановлення значно нижче при пропорційному зменшенні розмірів і застосуванні синього неяскравого кольору. Для огляду реклами з далекої відстані використовують червоні або жовтогарячі кольори, які добре видно крізь туман і дощ.

На міських вулицях застосовують динамічні рекламні установки з безперервним або стрибкоподібним рухом білих або багатобарвних світлових знаків (букв або зображень).

Ілюмінація

У святкові дні урочисту атмосферу на території міста створюють за допомогою спеціального світлового оформлення – ілюмінації (гірлянди, люстри,

орнаменти, панно, емблеми, що світяться, яскраві барвисті плями з використанням світлових прийомів) (рис. 4.57) [3, 17].



Рисунок 4.57 – Святкова ілюмінація

Різноманітні обриси, форми зображення, широкий спектр квітів, конструктивні та технічні прийоми виконання сучасної ілюмінації мають відповідати і доповнювати загальне світлове й архітектурно-декоративне оформлення міста, а розміри світлових панно, орнаментів мають відповідати габаритам будинків, ширині вулиць і гармоніювати з навколишнім простором.

Під час організації електричної ілюмінації варто враховувати: колірне оформлення має бути простим і гармонійним, без застосування великої кількості квітів і надмірного накопичення вогнів; огляд ілюмінації має бути можливим з усіх боків і відстаней; світлові гасла варто розміщувати окремо, осторонь від світлової реклами, світлових панно, орнаментів, особливо якщо вони мають контрастні поєднання кольорів; не можна розташовувати близько одне від одного різностильові орнаменти; гірлянди з ламп, пофарбовані у холодні тони (синій, блакитний, зелений), з відстані 400–500 м не можна розрізнити за кольором; два контрастних кольори поряд підсилюють один одного, схожі тони – послаблюють; зелений поряд з червоним здається яскраво-зеленим, а синій з помаранчево-жовтим – більш глибоким; відстань між патронами в гірляндах із кольорових ламп розжарювання має бути не меншою 100 мм.

Існує два види ілюмінації:

– *статична* з газосвітлових трубок постійного горіння;

– *динамічна* – періодично спалахує і згасає, мерехтлива, рухлива, змінює конфігурацію світлових рисунків і букв.

Під час експлуатації ілюмінаційних пристроїв, відповідно до діючих електротехнічних правил, потрібно забезпечити:

– якісну ілюмінацію, архітектурно-декоративне освітлення об'єктів;
– раціональне та економічне використання електроенергії;
– надійність роботи;
– безпеку обслуговуючого персоналу і населення;
– максимальну телемеханізацію керування освітлювальними приладами;
– пожежну безпеку тощо.

Запитання для самоконтролю

1. *Мета і завдання системи освітлення міських територій.*
2. *Які існують варіанти розміщення освітлювачів на міських територіях?*
3. *Охарактеризуйте архітектурно-декоративне освітлення.*
4. *Обґрунтуйте роль світлової реклами й ілюмінації.*
5. *Охарактеризуйте особливості освітлення територій зелених насаджень загального користування.*
6. *Охарактеризуйте особливості освітлення житлових територій.*
7. *Охарактеризуйте особливості освітлення територій спортивних споруд.*

4.6 Малі архітектурні форми

4.6.1 Поняття про малі архітектурні форми

Невеликі штучні споруди та устаткування, витвори монументального і декоративного мистецтва (скульптурно-архітектурні, монументально-декоративні композиції, монументи, пам'ятні знаки тощо), а також природні об'єкти, які використовують для організації відкритого простору, розташовані на вулицях і площах міста, а також у парках, садах, скверах, на бульварах й інших озеленених територіях, називають ***малими архітектурними формами***.

Будь-яка територія міста виглядає незатишною без яскравих афіш, дорожніх знаків, огорож, лав, скульптур тощо. Усі ці споруди, тобто все те, що входить до поняття малих архітектурних форм, є важливою і невід'ємною частиною благоустрою міських територій і при вмілому їх використанні дозволяють істотно збагачувати архітектурно-естетичний вигляд міста навіть за обмежених можливостей сучасної типової забудови. Без малих архітектурних форм міські території можна порівняти з громадськими і житловими приміщеннями без ме-

блів.

Малі архітектурні форми більше, ніж інші елементи благоустрою повинні відповідати навколишньому оточенню – архітектурі будинків, характеру зелених насаджень, масштабу водних просторів, малюнку штучного покриття тощо. Разом із цим малі форми майже завжди мають бути багатофункціональними. На відміну від елементів монументально-декоративного мистецтва, малі архітектурні форми розраховані на близький план сприйняття і за функціональними ознаками поділяються на ***утилітарні*** та ***декоративні***. Крім того, малі архітектурні форми можна класифікувати виходячи з того, до якого типу природного чи міського ландшафту вони належать.

За місцем розташування у конкретному ландшафті малі архітектурні форми можна умовно поділити на міські, виробничі, сільські, паркові, історичні. Усі вони вирізняються масштабністю, тематикою, характером інженерних рішень, використаними будівельними матеріалами [17, 44, 73].

Міські малі архітектурні форми за розмірами переважно більші, ніж інші, їхня тематика є різноманітною та зумовлена складністю господарства міста. До таких форм належать: фонтани, штахети огорож та парапетів, кришки люків, решітки колодязів, зливових стоків, освітлювачі, павільйони на зупинках міського транспорту, торгові кіоски, таксофони, лави та інші предмети місць відпочинку, реклама, інформаційні покажчики, фонтанчики для пиття тощо. Міські малі архітектурні форми частіше за все виконують з бетону, залізобетону, скла, природного каменю, цегли, кераміки тощо.

Сільські малі архітектурні форми на відміну від міських менші за розмірами, тематика відповідає специфіці благоустрою малих населених пунктів. Переважно це містки через кювети, струмки, колонки, колодязі, лави, огорожі, інформаційні стенди, різні покажчики, дерев'яні скульптури, альтанки, різні композиції з квітників, птахів, тварин тощо. Використані будівельні матеріали відображають середовище населеного пункту та його зв'язок із природним середовищем (дерево, каміння, черепиця тощо).

Виробничі малі архітектурні форми частіше встановлюють у межах призаводської зони, у зонах відпочинку робітників, біля допоміжних споруд. На розміри форм впливає дефіцит вільних ділянок у промислових зонах, що зумовлює об'єднання декількох форм в єдину композицію, наприклад, інформаційні покажчики з елементами наглядної агітації, емблемами виробництва, з освітлювачами, лавами тощо. До виробничих малих форм належать огорожі, ворота, павільйони прохідних, автостоянки, освітлювачі, інформаційні стенди та ін.

Паркові малі архітектурні форми мають об'єднувати людину з приро-

дою. Ці форми більш декоративні на відміну від інших, їх виконують у поєднанні з природними матеріалами, зеленими насадженнями. Прикладом таких форм можуть бути лави, альтанки, перголи, трельяжі, фонтани тощо.

Історичні малі архітектурні форми містять у собі культуру минулих епох, елементи всіх ландшафтних середовищ. Проектування історичних форм відновлює, підтримує та зберігає документальні дані. Важливе значення має застосування будівельних матеріалів відповідно до оригінальних конструкцій.

Кількість розміщуваних малих архітектурних форм потрібно визначати залежно від функціонального призначення території і кількості відвідувачів на цій території, користуючись такими принципами: екологічність, безпека (відсутність гострих кутів), зручність у користуванні, легкість очищення, привабливий зовнішній вигляд.

Розміщуються малі архітектурні форми на території населених місць згідно з відповідною нормативною та містобудівною документацією [71].

4.6.2 Малі архітектурні форми на житлових територіях

Індивідуальність житлових територій залежить від якості її забудови, а також наявності та правильності розташування малих архітектурних форм.

Як зазначалося вище, малі архітектурні форми можна поділити за функціональним призначенням на утилітарні та декоративні.

Малі архітектурні форми житлових територій також поділяють на дві великі групи за *місцем розташування*:

– малі форми, призначені для певних типів майданчиків;

– малі форми, встановлені поза території майданчиків.

За своїм *призначенням* малі архітектурні форми на житлових територіях міста поділяють на такі групи:

– малі архітектурні форми ігрового і фізкультурного призначення (пісочниці, каруселі, гірки, буми, ліани для лазіння, піраміди тощо);

– малі форми для відпочинку дорослих (альтанки, столи з лавами тощо);

– обладнання спортивних майданчиків (сітки зі стовпами, щити для баскетболу, ворота для хокею, інше спортивне обладнання);

– малі форми утилітарного господарського призначення (кіоски, лави, урни, огорожі шкіл, дитячих садків, огорожі газонів, сміттєзбиральники, покажчики тощо);

– малі форми декоративного призначення (декоративні стінки, скульптури, басейни, фонтани, вази для квітів тощо).

Під час використання малих архітектурних форм необхідно дотримувати-

ся таких умов:

а) малі форми утилітарного призначення можна використовувати багаторазово. Вони мають бути уніфіковані для того, щоб можна було відразу визначити їхнє призначення;

б) малі архітектурні форми декоративного призначення не повинні повторюватися в межах видимості;

в) малі форми ігрового і фізкультурного призначення можуть повторюватися в межах видимості, але краще використовувати різні види форм одного призначення;

г) у композиційних центрах, на певних ділянках необхідно створювати оригінальні малі форми, що виконані спеціально для цього місця й органічно доповнюють навколишню забудову та додаткові проміжні масштаби, між людиною і забудовою;

д) основною конструктивною вимогою до малих архітектурних форм є те, що деталі їх мають бути уніфіковані за єдиними розмірними модулями, щоб, по-перше, можна було легше організувати їхнє промислове виробництво і, по-друге, щоб з тих самих деталей можна було змонтувати різні за формою і призначенням малі форми;

е) уніфіковані збірні деталі для малих форм можуть бути металевими, дерев'яними і залізобетонними;

ж) малі архітектурні форми підбирають з урахуванням можливості їхнього використання інвалідами та людьми з обмеженими можливостями.

За своїм об'ємним, конструктивним і колірним рішенням малі архітектурні форми дуже різноманітні. Основною вимогою під час їхнього проектування є органічне включення їх до загального ансамблю у поєднанні з насадженнями, будинками й іншими спорудами. Для забезпечення можливості користування інвалідами з вадами зору малі архітектурні форми потрібно підбирати яскравих (контрастних) тонів або фарбувати яскравими (контрастними) кольорами [3, 17, 44, 71].

4.6.3 Приклади малих архітектурних форм

Малі архітектурні форми *ігрового* та *фізкультурного призначення* (рис. 4.58) розраховані на дітей, підлітків і виконують такі функції:

а) забезпечують умови для пробудження фантазії дитини, створюючи можливості для різних ігрових комбінацій;



Рисунок 4.58 – Малі архітектурні форми ігрового та фізкультурного призначення

б) створюють умови, що забезпечують фізичний розвиток дитини, розвивають координацію рухів, подолання страху висоти, спритність і сміливість, почуття колективізму в масових іграх;

в) дизайн малих архітектурних форм має виховувати відчуття прекрасного; бути виразним, містити яскраві теплі тони для фарбування деталей; конструкції повинні мати святковий казковий вигляд, прикрашаючи територію [3, 82].

Ці форми можна встановлювати на територіях мікрорайонів, шкіл, дитячих садків.

До малих архітектурних форм *декоративного призначення* входять (рис. 4.59):

– малі підпірні стіни заввишки 0,5–1,0 м. Вони мають бути простими за формою і встановлені згідно з рельєфом;

– стіни-трельяжі заввишки 3,5–4,0 м встановлюють у вигляді екрану навколо ЦТП і ТП; мають надавати можливість витким рослинам обплітати їх;

– квіткові вази можуть бути різноманітної форми, не дозволяється їх фарбувати в яскраві тони, щоб не порушувати декоративність квіткових рослин;

– збірні стіни для облаштування піднятих квітників (вимоги, аналогічні до ваз);

– декоративні гідротехнічні споруди: фонтани; декоративні містки; басейни; жолоби; каскади; греблі; водойми; плескальні басейни; питні фонтанчики.



Рисунок 4.59 – Малі архітектурні форми декоративного призначення

Фонтани можуть бути двох типів:

– струминні фонтани – вода є основним декоративним елементом;

– скульптурні фонтани – воду поєднують з декоративними формами (чашами, раковинами тощо), що дозволяє завдяки різної форми країв створювати різний малюнок з падаючою водою.

Під час проектування фонтанів варто враховувати кліматичні умови місцевості. Рівень води у фонтанах має знаходитися на рівні бруківки. Для відведення надлишку води в дренажну мережу і зливову каналізацію фонтани забезпечують водозливними трубами. Основним завданням проектування фонтанів є їхнє водопостачання. Фонтани, у яких основою композиції є скульптура, витрачають небагато води і їхнє водопостачання може забезпечити міський водопровід. Великі фонтани витрачають до 82 л/с і більше. У разі великих витрат води доводиться облаштовувати так зване оборотне водопостачання. Поблизу від фонтана будують підземний резервуар з насосною станцією. Вода подається насосами до фонтана і стікає трубами назад до резервуара [3, 17, 71].

Гарний декоративний ефект створюють штучні водойми, що споруджують з використанням рельєфу або на рівній поверхні у поєднанні з газоном, плитковим покриттям, квітниками, деревно-чагарниковими посадками, у сполучанні з декоративними містками, штучними островами. Мости можна виконувати з каменю, дерева, рідше цегли, металу. Будівництво моста має бути функціонально виправдане і погоджене з мережею алей, стежин і їхньою пропускною здатністю. Міст може виконувати функції оглядового майданчика – з нью-

го можна побачити мальовничі панорами водних поверхонь. Конструктивні рішення, силует і художнє оформлення мостів повинні гармоніювати з навколишнім ландшафтом. Дно водойми потрібно виконувати гладким, зручним для очищення.

Широко застосовують під час благоустрою міських територій питні фонтанчики, які розміщують у скверах, на бульварах, у садах, парках, на стадіонах, пришкільних ділянках, у спортивних майданчиків. Висота фонтанчика для дорослих становить не більше ніж 0,85–0,90 м, для дітей – не більше ніж 0,65–0,75 м. Підхід до нього потрібно обладнати твердим видом покриття. У зонах відпочинку питні фонтанчики мають бути доступними для маломобільних груп населення [3, 71, 82].

Плескальні басейни розміщують у дитячих парках, мікрорайонних садах, на ділянках шкіл, дитячих садків. Глибина такого басейну для дітей дошкільного віку приймається 0,25 м, для дітей шкільного віку – 0,35 м. Навколо чаші басейну облаштовують ванночку для миття ніг завглибшки 0,08–0,1 м. Воду в басейні потрібно змінювати щодня.

Перголи й берсо (рис. 4.60) – це криті алеї з рослин, легкі декоративні споруди зі стійок, арок, напіварок із ажурним перекриттям, що є опорою для витких рослин. У сучасних садах зустрічаються декоративні перголи з несучою основою із залізобетону. У будь-якому випадку пергола має бути красивою і без зелених насаджень. Вони повинні гармоніювати з природним оточенням. Чим простішим є конструктивне рішення металевої або дерев'яної основи, тим краще, оскільки основне призначення цих споруд – опора для витких рослин. Несучі стійки пергол виготовляють з дерева, цегли, каменю, металу, бетону, азбоцементних труб. Ґратчасте перекриття виконують з дерев'яних брусків, металевих стрижнів, куточка, труб, залізобетонних елементів.

Висота пергол приймається 2,5–3,0 м, ширина – залежно від інтенсивності пішохідного руху або необхідності затінення ділянки території.

Трельяж (рис. 4.60) – легкий ґратчастий вертикальний каркас, обсаджений виткими рослинами або рослинами, що опираються. Його використовують для огорожі або ізоляції майданчиків відпочинку, альтанок, окремих лав, маскування господарських майданчиків, оформлення глухих стін, входів до будинків, як вертикальний зелений фон для скульптури, фонтанів. Ґрати створюють за допомогою горизонтальних, вертикальних або похилих поперечок, іноді у поєднанні з горщиками, кашпо або підставками для квітів. Трельяжі виготовляють з металевих лозин різного перетину, дроту, рейок дерев'яних, залізобетонних, що прикріплюють у вигляді ґрат до опор. Використовуючи кілька ґра-

ток можна створити тихий куточок, затулений від сонця, але зі збереженням завдяки прозорості конструкції руху повітря. Розміри і кількість ланок визначають згідно з функціональним призначенням, архітектурним задумом і місцем розташування озелененої території. Колір каркаса має бути непомітних, спокійних тонів.



Рисунок 4.60 – Перголи, берсо й трельяжі

Альтанка (рис. 4.61) – закрита легка споруда для відпочинку, створення тіні, захисту від дощу, покриття може бути з ліан, що плетуться по металевому чи дерев'яному каркасу.

Павільйони (рис. 4.61) – споруда, яка має порівняно компактний обсяг, легка за конструкцією, розташовується в місцях відповідно до свого основного призначення (тихого відпочинку, на майданчиках, на поворотах алей, на вулицях міста тощо).

За своїм призначенням ці споруди можна поділити на три групи:

– *культурно-побутового* призначення: альтанки для відпочинку, захисту від дощу і сонця, відкриті естради з місцями перед ними, майданчики для танців, каси видовищних установ, довідкові кіоски, павільйони прокату інвентарю, зелені театри, дитячі майданчики;

– *торговельного* призначення – павільйони і кіоски з продажу газет, журналів, тютюнових виробів, сувенірів, морозива, кондитерських виробів, літні невеличкі кафе;



Рисунок 4.61 – Альтанки й павільони

– *транспортного* призначення – павільйони і навіси на зупинках громадського транспорту, каси з продажу проїзних квитків, автозаправні станції, предмети регулювання вуличного руху (рис. 4.62).



Рисунок 4.62 – Оформлення зупинок міського транспорту, АЗС

Залежно від наявності місцевих будматеріалів, характеру пейзажу і кількості відвідувачів вибирають розмір, форму, конструкцію й стиль оформлення альтанки. Перевагу надають легким дерев'яним елементам, рідше залізобетонним, з деревинно-волокнистих плит, склопластику, металу, а розміри застосовуються такі, щоб можна було поставити одну або кілька лав і стіл. Найбільш поширені розміри 3,5 м × 3,5 м; 5,0 м × 5,0 м за висоти 2,5–3,0 м.

У північних і центральних районах альтанку з метою захисту від дощу оснащують з однієї або декількох боків стіною, що не продувається. У районах зі спекотним кліматом альтанки виконують у вигляді легких провітрюваних конструкцій з трельяжів із суцільною або ґратчастою стелею.

Під час розміщення альтанок варто враховувати особливості рельєфу, обриси водойм, ландшафтну композицію, наявність відкритих і закритих просторів, планувальну структуру алей і доріжок. Традиційно їх встановлюють на підвищеннях, пагорбах із таким розрахунком, щоб з них відкривалися красиві краєвиди. Цей прийом особливо ефективний поблизу водойми [3, 82].

Скульптура (рис. 4.63) – об'ємне зображення, висічене з каменю, вилите з металу, бронзи тощо.



Рисунок 4.63 – Приклади скульптури

Скульптурні зображення за своєю тематикою поділяються на три типи:

– *алегоричні скульптури* – передають зміст в алегоричній формі;

– *символічні скульптури* – виражають за допомогою символів певні ідеї і зміст (голуб – символ миру);

– *жанрові скульптури* – зображує зазвичай характерні епізоди побуту, праці та досягнень.

Скульптуру створюють з довговічних твердих матеріалів з високими декоративними властивостями (бронза, чавун, мармур, граніт тощо). Доцільно створювати контрастні колірні співвідношення скульптури та фону.

Садові меблі (рис. 4.64) – збірна назва для всієї сукупності пересувних (зокрема складних) і стаціонарних, монтованих меблевих виробів, призначених для обладнання садово-паркової зони, майданчиків відпочинку, тобто для використання на відкритому повітрі або в приміщеннях відкритого типу – в альтанках, наметах, на терасах.



Рисунок 4.64 – Садові меблі

Садові меблі створюють для комфортного відпочинку населення міста.

Лави – елемент садової меблі, можуть бути стаціонарними, вкопаними в землю, тумбові та переносні.

Для короткочасного відпочинку використовують лави без спинок, для тривалого відпочинку – бажано зі спинками. Сидіння і спинки лавок найкраще робити з теплого, доступного і легко оброблюваного матеріалу – дерева, з різними видами водостійкого оброблення опори – з металу чи бетону. Лави переважно встановлюють у спеціальних нішах, захищених чагарниками і деревами, на тверді види покриття чи фундамент. Довжина лав – 2–5 м, висота сидіння від рівня покриття 0,42–0,48 м. Форма і конфігурація лав у плані повинна відповідати формі майданчика, на якому вони розміщені. Крім свого основного приз-

начення, вони можуть виконувати роль огорожі між майданчиком і квітником, газоном; лави-дивани вбудовують у підпірні стінки, закріплюють на консолях стін будинків або споруд [3, 17, 71, 82].

Крім стаціонарних меблів улітку використовують переносні меблі – крісла-качалки, садові стільці, шезлонги. Вони мають бути простими, легкими, зручними, красивими. Зазвичай, їх роблять на металевих опорах.

Столами для ігор у шашки, шахи тощо можуть слугувати широкі лави, тумби з обрізків дерева, пні. Розміри столів залежать від їхнього призначення і передбачуваної одноразової кількості відвідувачів. Для розрахунку беруть по 0,5–0,6 м довжини лави і столу на 1 людину, а висоту приймають 0,6–0,8 м для дорослих, 0,4–0,6 м для дітей. Тінь над ними створюють за допомогою парасолі з яскравої тканини.

Лісопаркові меблі виготовляють з дерева з мінімальним обробленням (обрізків і відходів дерев, пластин, пнів, корчів). Поверхню шліфують, покривають безбарвним лаком, якщо фарбують меблі або частину їх, то з використанням спокійних тонів. Лави встановлюють через 200–250 м на головних напрямках і через 600 м – на другорядних.

Кількість лав визначають кількістю місць залежно від навантаження та структури території приблизно 30–60 лав на 1 га [3, 71, 82].

Огорожі (рис. 4.65) – споруди, призначені для обмеження вільного доступу на території об’єкту людей, тварин, транспортних засобів тощо.

За призначенням огорожі можна згрупувати так:

– огорожі, включені до ансамблів окремих будинків, найчастіше громадського характеру;

– огорожі ділянок загального користування – садів, парків, скверів, бульварів, цвинтарів;

– огорожі ділянок обмеженого користування – шкіл, дитячих садів, лікарень, клінік, будинків відпочинку, спорткомплексів, промислових підприємств тощо;

– огорожі транспортних споруд і для регулювання руху – мостів, набережних, перехресть вулиць;

– огорожі насаджень – окремих дерев, кореневих систем дерев, які розташовані на тротуарах, газонах, квітниках.

Традиційно огорожі парків, садів та інших громадських місць поєднуються в одному архітектурно-художньому комплексі з входами на ці території.

Огорожі бувають металеві – литі та куті; з природного каменю – граніту, мармуру, цегли, кераміки, бетону з різною по фактурі поверхнею. За декорати-

вними якостями найпоширенішими є огорожі з рослин, вільно зростаючі та стрижені огорожі, іноді східчасті, що включають і дерева. Ці огорожі пом'якшують кам'яний вигляд міста, а також виконують захисну функцію, захищаючи територію від пилу і вихлопних газів автомобілів, шуму, надлишку сонячної радіації [3, 82].



Рисунок 4.65 – Огорожі в благоустрої території

До малих архітектурних форм *утилітарного призначення*, які розташовані на території мікрорайонів, належать: урни і контейнери для сміття, обладнання для господарських майданчиків, інформаційні форми.

Урни для сміття (рис. 4.66) потрібно встановлювати на вулицях, площах, територіях відпочинку, житлових територіях, біля кожного входу в будинки різного призначення, споруди транспорту (вокзали, автостанції тощо), біля кожної лави, уздовж пішохідних доріжок. Під час встановлення урн необхідно дотримуватися умови, щоб вони не заважали пересуванню пішоходів, проїзду інвалідних і дитячих колясок. Їхня конструкція має дозволяти легко звільняти їх від сміття. Матеріал – метал, залізобетон, пластмаса [3, 82].

Контейнери (рис. 4.67) встановлюють на спеціальних майданчиках для сміттєзбиральників, що прилягають до всередині квартальних проїздів. Облаштовуючи їх, необхідно забезпечити під'їзд сміттєзбиральної машини.

Обладнання для господарських майданчиків (для сушіння білизни, чищення одягу і вибивання килимів) обладнують рамою для вибивання килимів стаціонарними чи знімними стійками, рамами чи парасолями, які обов'язково

повинні мати пристосування для кріплення мотузок.



Рисунок 4.66 – Вуличні урни для сміття

Інформаційні форми (рис. 4.68) – елементи інформації, що допомагають відвідувачам орієнтуватися на місцевості. Доцільно використовувати графічну інформацію у вигляді схем, символів, що мають бути простими і зрозумілими. Інформаційні форми встановлюють у полі зору пішохода, але не заважаючи його рухові та не порушуючи архітектурно-планувального рішення.



Рисунок 4.67 – Контейнери різної місткості

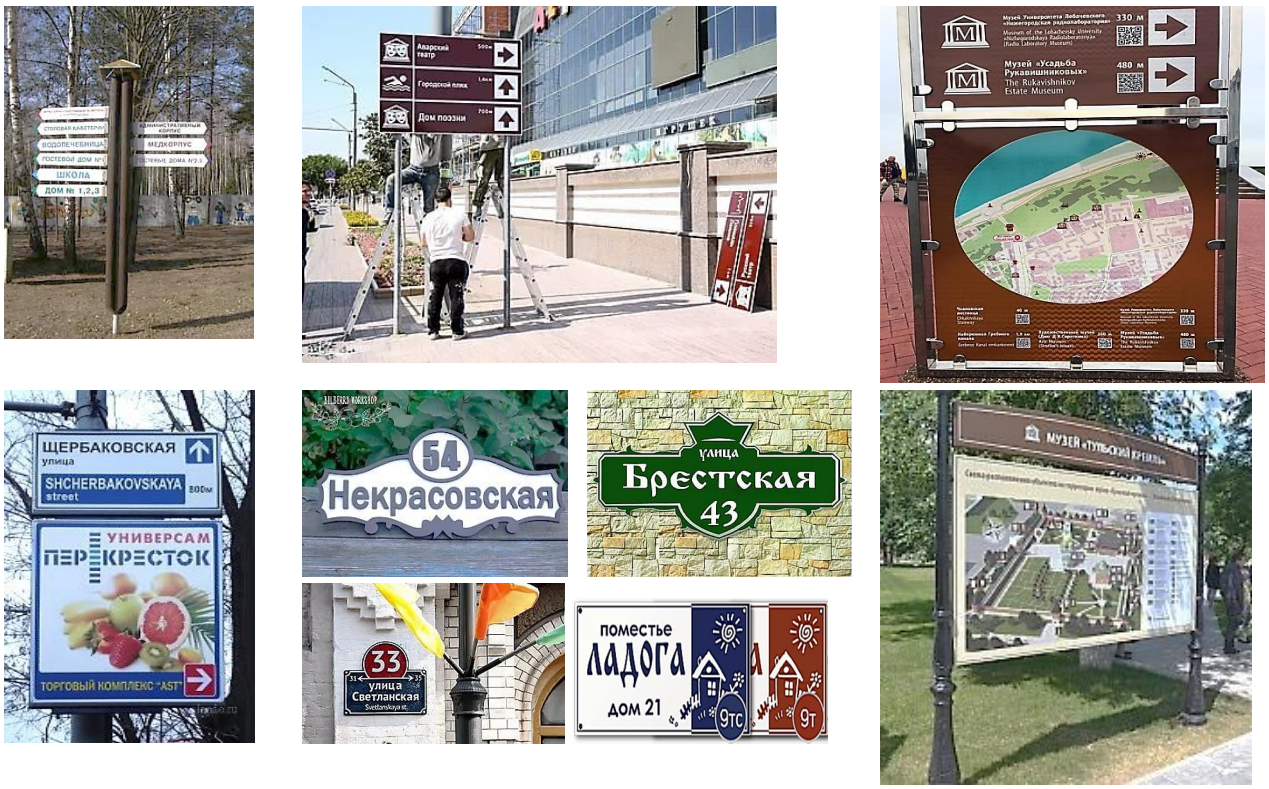


Рисунок 4.68 – Інформаційні малі архітектурні форми

До інформаційних форм також належать:

– ліхтар-покажчик номера будинку, найменування вулиці та номера районного відділення міліції;

– кутовий покажчик найменування вулиці, номера районного відділення міліції;

– покажчик номера будинку;

– покажчик номера під'їзду і квартир;

– прапоротримач;

– пам'ятна дошка;

– полігонометричений знак (стінний репер);

– покажчик ґрунтових геодезичних знаків;

– покажчик пожежного гідранта;

– покажчик камер магістралі в колодязі водогінної мережі;

– покажчик міської каналізації;

– покажчик споруд підземного газопроводу;

– електрифікована схема мікрорайонів із указівкою розміщення кожного корпуса і споруди.

Електрифіковану схему встановлюють біля входів до мікрорайону.

Автомати – автоматичні пристрої для продажу газет, води, напоїв, сигарет, телефони-автомати тощо (рис. 4.69) [3, 82].

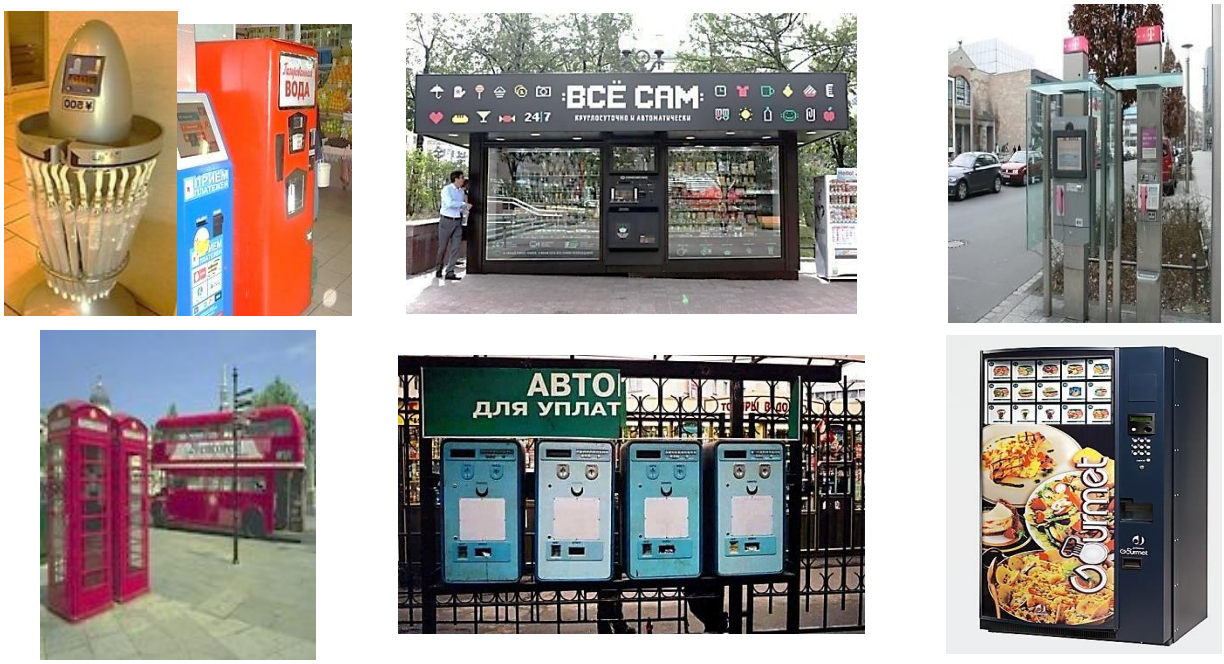


Рисунок 4.69 – Автоматичні пристрої з продажу різних товарів, для оплати послуг, телефони–автомати

Встановлення автоматів потребує підведення інженерних комунікацій – електрики, водопроводу, телефону тощо. Зважаючи на необхідність рентабельності, їх рекомендують встановлювати в місцях основних пішохідних потоків. Архітектура, колір, габарити автоматів повинні гармонувати з усією навколишньою структурою – вони мають бути привабливими, помітними, але не нав'язливими. Їх доцільно встановлювати групами на спеціальних майданчиках.

4.6.4 Проблема малих архітектурних форм

Декоративні малі архітектурні форми, виконані індивідуально, завжди унікальні. Усі інші, виготовлені індустріальними методами, масово, втрачають значення своєрідності та застосовуються всюди, мають функцію утилітарності, не привертають уваги, випадають із загального композиційного сприйняття.

Рішення цієї проблеми полягає в застосуванні типових збірних елементів, які дозволять виготовити малі архітектурні форми різного призначення (лави, альтанки, квіткові вази, ігрові елементи на дитячому майданчику), у вмілому поєднанні унікальних і виконаних індустріальним способом [3, 73, 82].

Запитання для самоконтролю

1. *Надати визначення малим архітектурним формам.*
2. *Які малі архітектурні форми розміщують на житлових територіях?*
3. *Які малі архітектурні форми розміщують на вулицях міст?*
4. *Які малі архітектурні форми розміщують на територіях зелених насаджень?*

5. Яким вимогам повинні відповідати малі архітектурні форми?

6. У чому полягають проблеми малих архітектурних форм?

4.7 Комплексний благоустрій житлових територій

Під час благоустрою житлових територій необхідно дотримуватися основних протипожежних, санітарно-гігієнічних, конструктивних, технологічних вимог, спрямованих на створення комфортного довкілля, збереження і охорону навколишнього природного середовища, забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення [35, 71, 75, 76].

Території житлових мікрорайонів, кварталів, груп житлових будинків виконують різні функції щодо забезпечення умов відпочинку різних верств населення, а також забезпечують господарські потреби жителів. На цих територіях розташовують ділянки з житловими будинками та їхніми прибудинковими територіями, де є весь необхідний перелік елементів благоустрою та озеленення; ділянки дитячих закладів середньої та дошкільної освіти; підприємства торгівлі повсякденного попиту та інші установи соцкультпобуту, комунального й інженерного обслуговування, які мають свої специфічні вимоги до організації території [3, 70, 71].

До складу прибудинкової території включають:

– проїзди;

– пішохідні зв’язки;

– велодоріжки;

– майданчики різного призначення;

– гостьові автостоянки (майданчики тимчасового зберігання автомобілів);

– зелені насадження;

– майданчики для вигулу домашніх тварин [3, 70, 71].

Проект планування та благоустрою житлової території має забезпечити:

– раціональне проектування зручних пішохідних зв’язків, які забезпечують мінімальну відстань від входів будинків до зупинок громадського транспорту, до дитячих установ, до підприємств торгівлі, культурно-побутового та комунального обслуговування;

– зонування майданчиків активного та пасивного відпочинку з урахуванням інтересів різних вікових категорій населення і характеру використання цих майданчиків;

– максимальне використання особливостей рельєфу території, організації терас, підпірних стін, зручних спусків, штучних гірок тощо;

– за допомогою різних видів посадок дерев і чагарників з метою прикриття нецікавих будинків і споруд з погляду декоративності (ТП, ЦТП й тощо), ізоляції різних функціональних зон;

– максимальне використання покрівель будинків і споруд для улаштування садів, майданчиків тощо;

– використання малих архітектурних форм для підвищення рівня декоративності та зручності використання території [3].

Узагальнені розміри прибудинкових приймаються згідно з містобудівною документацією [70, 71].

4.7.1 Планувальне та конструктивне вирішення проїздів і пішохідних зв'язків

На житловій території організовано обслуговування населення різними видами транспорту: пасажирський транспорт (індивідуальні автомобілі), вантажний транспорт (доставка продуктів, різних товарів, перевезення речей тощо), спеціальний транспорт (швидка медична допомога, пожежні, міліцейські машини, сміттєвози та ін.).

Інтенсивність руху всіх видів транспорту залежить від розмірів території, щільності населення, рівня автомобілізації міста. Для забезпечення безперервної транспортної роботи житловій території улаштовуються проїзди і майданчики для автостоянок.

За своїм призначенням, характером та інтенсивністю руху проїзди можуть бути ***основні***, які прокладені безпосередньо до входів у будинки різного призначення, і ***допоміжні*** (протипожежні, прокладені до інженерних споруд тощо). Залежно від їхньої ширини існують одно- чи двосмугові. Для під'їзду до груп житлових будинків, установ соцкультпобутового обслуговування, торгових центрів варто передбачати ***двосмугові*** проїзди, а до окремо розташованих будинків – ***односмугові*** проїзди. Ширина смуги руху внутрішньо квартальних проїздів не повинна бути не меншою 2,75 м, водночас односмугові проїзди приймаються шириною 3,5 м, а двосмугові – 5,5–6,0 м. [3, 70, 71, 92]. За трасуванням проїзди поділяють на такі види: ***кільцеві***, ***напівкільцеві***, ***тупикові*** і ***наскрізні*** (рис. 4.70).

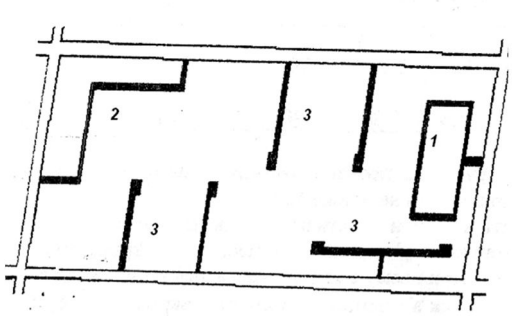


Рисунок 4.70 – Варіанти трасування проїздів у кварталі: 1 – кільцеві; 2 – напівкільцеві; 3 – тупикові

Трасування внутрішньоквартальних проїздів має забезпечувати механізоване прибирання сміття і снігу без «мертвих зон», недоступних для спеціально обладнаних транспортних засобів, що здійснюють механізоване прибирання. Із зовнішнього боку проїздів потрібно залишати технічну смугу для складування снігу під час його прибирання з проїздів.

Система проїздів має бути простою, максимально безпечною для руху транспорту і пішоходів, а також якнайменше впливати на погіршення навколишнього середовища (рівень шуму, загазованості, водовідведення тощо). Вони не повинні перетинати основні пішохідні потоки, не відділяти групи житлових груп від дитячих установ. Найбільш раціональними є системи тупикових проїздів. Вони є найекономічнішими, безпечними та екологічно чистими. Тупикові проїзди повинні мати довжину не більше 150 м і закінчуватися розворотними майданчиками (рис. 4.71). На прибудинковій території приймають розворотні майданчики не менше 12 м × 12 м, які забезпечують можливість розвороту сміттєвозів, прибиральних і пожежних машин з урахуванням їхніх технічних характеристик. Використання розворотних майданчиків для зупинки і зберігання транспортних засобів заборонено [3, 70, 71, 92].

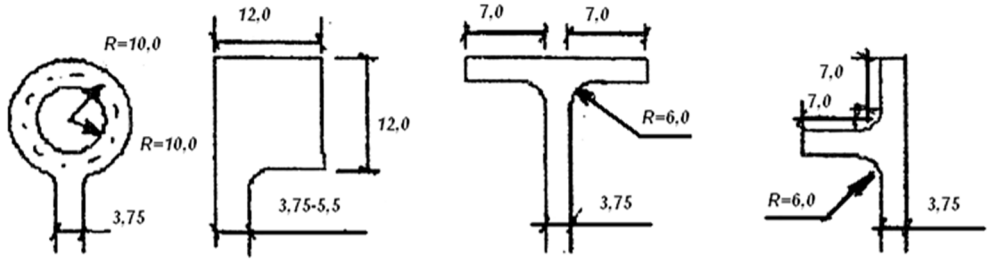


Рисунок 4.71 – Варіанти розворотних майданчиків

На території житлової забудови не рекомендують проектувати наскрізні прямі проїзди, оскільки їх можуть використовувати для транзитного руху автомобілів, що значно погіршить умови проживання на таких територіях. Тому за необхідності улаштування наскрізних проїздів їхнє трасування рекомендується проектувати зі зломами, що знизить швидкість руху і підвищить рівень його безпеки.

Відстань між в'їздами на територію групи (кварталу) з боку міських вулиць не має перевищувати 300 м, а у разі периметральної забудови – не більше 180 м. Прилягання проїздів до проїзної частини магістральних вулиць допускається на відстані не менше 50 м від перехрестя. Примикання проїздів до проїзної частини вулиць повинно мати ширину 6 м і радіус заокруглення не менше 8 м. Проїзди на території житлової забудови розташовують на відстані не бли-

жче 5–8 м від стін будинків п’ятиповерхових і 8–12 м від будинків більшої поверховості.

У малих містах у тих місцях, де рух транспорту на під’їздах до окремих будинків чи невеликих житлових груп епізодичний, можна рекомендувати так звані колійні проїзди, тобто проїзди, де тверде покриття має вигляд двох смуг завширки 0,50–0,60 м, яке облаштовують тільки для коліс автомобілів, а на іншій частині проїзду висаджують газон. Такі проїзди значно дешевші за проїзди, які мають суцільне тверде покриття, і менше погіршують мікроклімат території.

На односмугових проїздах потрібно передбачати роз’їзні майданчики шириною 6 м і довжиною 15 м на відстані не більше ніж 75 м один від одного. Доцільно на поворотах робити розширення – майданчики, які особливо необхідні при односмугових проїздах. Ці майданчики також слугуватимуть для роз’їзду зустрічних автомобілів. Радіуси заокруглень на внутрішньоквартальних проїздах повинні бути не менше 6 м.

При проектуванні проїздів усередині мікрорайону слід особливо звертати увагу на рельєф ділянки для забезпечення нормальних умов відведення поверхневих вод і безпеки руху транспорту. За відсутності зливової каналізації допускається вільних рух води лотками проїзної частини на відстані не більше 400 м. Для цього покриттю проїзної частини надається двосхильний чи односхильний профіль. Для односмугових проїздів або для смуг місцевого значення приймають односхильний профіль проїзної частини з улаштуванням лотка з одного боку, на двосмугових проїздах приймають двосхильний поперечний профіль з улаштуванням лотків із двох боків. Поперечні та поздовжні ухили приймають відповідно до вимог руху автотранспорту і залежно від типу покриття.

Для забезпечення проїзду пожежних машин на поворотах основних проїздів, із зовнішнього боку проїзду не можна розташовувати дерева, стовпи, освітлювачі.

У житловому кварталі з мережею проїздів розміщують автостоянки для зберігання автомобілів жителів. Відкриті автостоянки тривалого зберігання розташовують подалі від майданчиків відпочинку, шляхів пішохідного руху до дитячих установ, якщо можливо на периферії мікрорайону. Для забезпечення тимчасового розташування транспортних заходів у житлових районах (індивідуальний транспорт жителів та їхніх гостей, обслуговуючий транспорт) проектують тимчасові або гостьові автостоянки, які поєднують безпосередньо з проїздами (рис. 4.72). Дослідження показують, що наявність транспортних засобів на житловій території залежить від часу доби, дня тижня, пори року, погодних умов. Віддаленість автостоянок, призначених для тимчасового зберігання (гос-

тьові) від входів у житлові будинки, не повинна перевищувати 150 м [70, 71, 92].

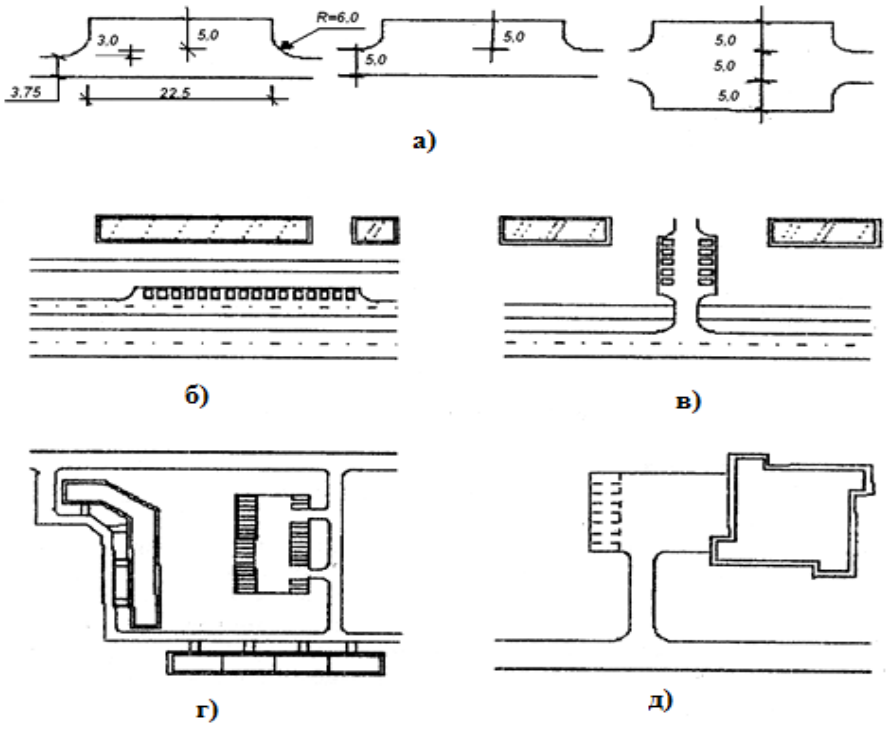


Рисунок 4.72 – Варіанти стоянок для тимчасового розміщення автомобілів у житловій групі:
а) поєднана з проїздами житлової групи; б) поєднана з місцевими проїздами вулиць; в) поєднана із в'їздами до житлової групи; г) відокремлена від проїзду; д) поєднана із поворотними майданчиками біля «точечних будинків»

Кількість гостьових автостоянок розраховують з урахуванням прогнозованого рівня автомобілізації на розрахунковий період генерального плану на 1 000 жителів. Разом із цим місцями зберігання на гостьових автостоянках необхідно забезпечення не менше ніж 15 % розрахункової кількості автомобілів жителів певного району чи мікрорайону. Під час розміщення об'єктів у центральній частині міста та історично сформованих районах найкрупніших, крупних та великих міст та в умовах реконструкції, розрахункова кількість машиномісць на території житлової забудови може бути зменшена згідно з відповідним детальним планом, але не більше ніж на 20 % [3, 70, 71].

Для економії використання території житлової групи рекомендують поєднувати автостоянки для тимчасового розміщення автомобілів з роз'їзними майданчиками, збільшуючи ширину автостоянок залежно від кількості смуг руху (рис. 4.72). Майданчики для стоянки гостьових автомобілів улаштовують неподалік житлових будинків чи груп будинків, ураховуючи відповідні санітарні вимоги. Відстань до стоянок приймається: для зберігання не більше 20 автомобілів – 15 м до житлових і громадських будинків, 25 м до дитячих і лікувальних

установ стаціонарного типу. Під час розташування автостоянок потрібно також брати до уваги зручну доступність і максимальну економію території. У деяких випадках в'їзд на територію житлових груп обмежується, тоді автостоянки поєднують із в'їздами до мікрорайону чи місцевими проїздами вулиць (рис. 4.72, б, в). Для улаштування гостьових автостоянок можна використовувати територію біля підземних гаражів чи безпосередньо використовуючи їхню покрівлю.

Автостоянка повинна мати розміри, які дозволяють розташувати не менше 10 автомобілів із розрахунку 15–20 м^2 на одне машино-місце, залежно від способу паркування автомобілів.

Конструктивно автостоянки для короткочасного зберігання автомобілів улаштовують аналогічно проїздам. Ухили майданчиків мають забезпечувати відведення поверхневих вод убік лотку проїзду і безпеку паркування автомобіля. Усі стоянки необхідно освітлювати у темний час доби. Їхнє озеленення має забезпечувати нормативну інсоляцію, захист території від шуму і газів.

Вирішити проблему зберігання автотранспорту в умовах дефіциту території, у випадках, коли використання асфальтового або бетонного покриття небажано або зовсім неприйнятно, дозволяє улаштування екопарковок, що також дозволить зберегти зелений газон у відмінному стані.

Екопарковка (екологічна парковка) (рис. 4.73) – територія для зберігання транспортних засобів, засіяна газонною травою і укріплена газонною решіткою, яка запобігає пошкодженню кореневої системи рослин автомобільними шинами, зберігаючи естетичний вигляд ділянки.

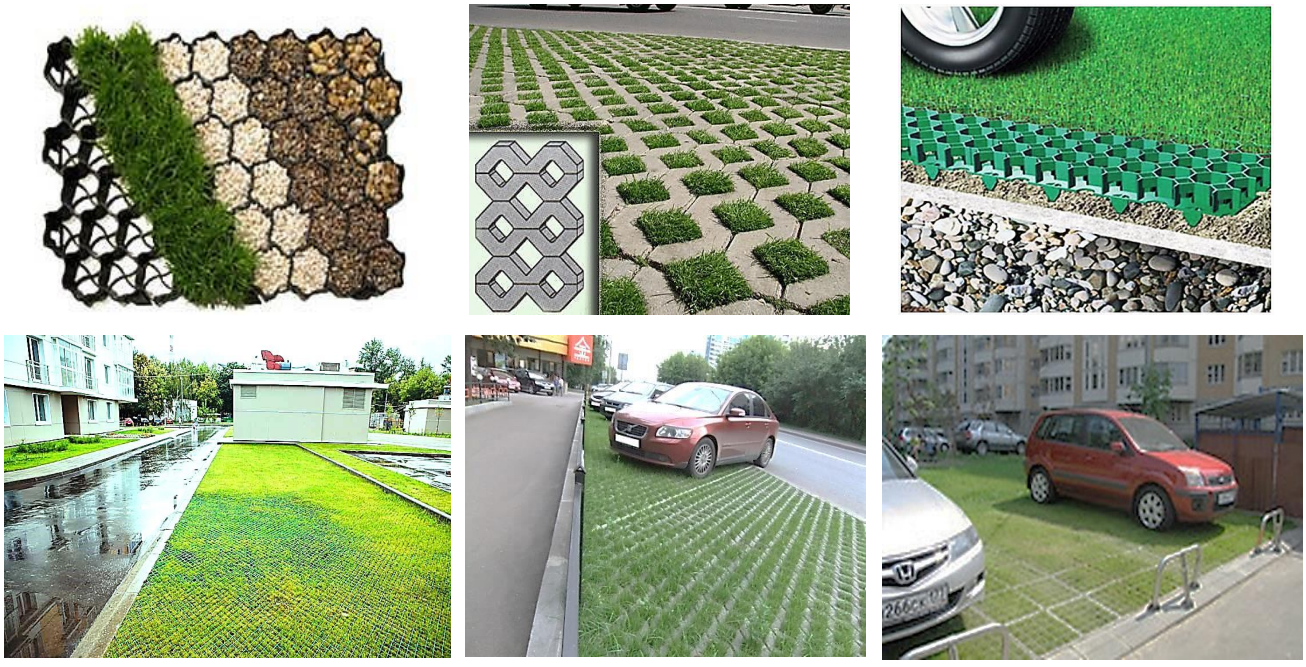


Рисунок 4.73 – Улаштування екопарковок

Для улаштування екопарковки застосовується спеціальна газонна решітка чорного або зеленого кольору, зроблена з міцного морозостійкого пластику. Решітка укладається на підготовлений ґрунт, засипається землею і засівається газонної травою. Після цього газон необхідно своєчасно поливати і підстригати.

Улаштування екопарковок має свої переваги та недоліки.

Переваги:

– декоративність: творчий підхід до оформлення території, дозволяє урізноманітнити планувальне рішення території;

– екологічна безпека: покращення екологічної ситуації збільшуючи відсоток озеленення території.

Використовувана в екопарковках газонна решітка, за своєю суттю багатофункціональна. Вона може використовуватися для влаштування під'їзних шляхів, дитячих, спортивних майданчиків, зелених галявин, пішохідних доріжок, для зміцнення ґрунту, для улаштування дахового озеленення [103].

Недоліки:

– кожен автомобіль, припаркований на озелененій території, знищує близько 15 м^2 трав'яного покриву, вартість реставрації якого достатньо висока, а повністю газон відновлюється лише через 2–5 років;

– при заїзді машин на таку решітку відбувається обрізання паростків, що прим'ялися, об краї осередків решітки;

– постійну стоянку на такому газоні робити не можна, машину потрібно переставляти кожні 2–3 дні;

– необхідно забезпечувати достатню інсоляцію ділянки, інакше весь газон буде пожухлого кольору;

– отруйні технічні рідини автомобіля, неминуче потрапляють у ґрунт і будуть отруювати землю, вбиваючи все зростаюче, а очищення землі в ланках складне (вимагає демонтажу мінімум однієї плити);

– без спеціально підготовленої основи укладені просто в ґрунт плити через невеликий час просідають;

– висока ціна через відсутність масового попиту – мала кількість фірм продають цей товар [103, 108].

На житлових територіях, крім проїздів, передбачають пішохідні зв'язки. За своїм призначенням доріжки й алеї на житлових територіях поділяють на: доріжки для зв'язку між обслуговуючими установами, майданчиками і спорудами; доріжки для прогулянок, декоративного призначення, розташовані на газоні, у розаріях та інших місцях; господарські доріжки, призначені для проїзду обслуговуючого транспорту, прибиральних, поливальних машин [3, 70, 71, 82].

У мікрорайонах тротуари улаштовують з одного боку проїздів, переважно з боку забудови. Ширину пішохідних алей, доріжок, тротуарів приймають кратною 0,75 м, але не менше за 1 м [3, 70, 71, 82]. Допустимі поперечні та поздовжні ухили тротуарів і доріжок визначають згідно з безпечними умовами руху пішоходів і залежно від типу покриття: поперечні ухили – 10–15 ‰, поздовжні 5–80 ‰. На окремих ділянках, пішохідних вулицях, на тротуарах протяжністю не більше 300 м допускається застосування найкрутіших поздовжніх ухилів 60 ‰, у гірських умовах – 80 ‰, за значних ухилах і протяжності необхідно передбачати влаштування сходів (не менше 3-х сходинок). Для прогулянкових доріжок кількість сходинок не обмежується (див. розділ 4.3.2). Тротуари і пішохідні доріжки з поздовжніми ухилами понад 60 ‰ можуть оснащуватись системами підігрівання поверхні тротуару або іншими системами, що унеможливлюють утворення ожеледі на них.

Тротуари і пішохідні доріжки необхідно проектувати односхилими з похилами зазвичай 20 ‰ у бік проїзної частини, в обмежених умовах та у разі реконструкції – до 25 ‰ і розміщувати в один рівень із бордюром, що відділяє прилеглі до шляхів пішохідного руху газони та смуги озеленення на 15 см вище проїзної частини.

Покриття пішохідної зони тротуару має бути гладким без зазорів, а поверхня покриття не має бути слизькою. Покриття пішохідної зони повинно відрізнятись від покриття інших зон тротуару кольором або матеріалом [70, 71].

Для забезпечення комфортного пересування інвалідів на візках тротуари та доріжки допускається суміщати з доріжками для руху інвалідних візків, підносячи їх до 0,05 м над рівнем проїзної частини або відокремлювати жолобом.

На територіях мікрорайонів відповідно до існуючих норм проектують велосипедні доріжки, яким надають такі ухили: поперечний – 15–25 ‰, поздовжній – 4–50 ‰ [70, 71, 82].

Поздовжні й поперечні ухили проїздів, тротуарів, доріжок та майданчиків наведені в таблиці 4.17.

Проектуючи дорожній одяг для проїздів, необхідно дотримуватися таких вимог:

а) міцності та довговічності відповідно до характеру руху транспорту;

б) водонепроникні до впливу на покриття зливових і талих вод, а також внаслідок поливання і миття;

в) жорсткості, яка забезпечує зціплення коліс і дорожнього покриття;

г) високих санітарно-гігієнічних вимог, до яких зокрема належать безшумність під час руху транспорту та відсутність надмірної кількості пилу.

Таблиця 4.17 – Поздовжні й поперечні ухили проїздів, тротуарів, доріжок та майданчиків

Найменування об'єкта	Найбільші ухили, ‰	
	поздовжні	поперечні
Проїзди	80	20
Майданчики	30	30
Тротуари та пішохідні доріжки	60	20
Садово-паркові алеї та доріжки:		
– головні;	40	20
– другорядні;	50	30
– додаткові;	80	40
– для прогулянок	100	40
Велосипедні доріжки	50	25
Спортивні майданчики	5	50
Дитячі майданчики	15	20
Автомобільні майданчики	30	20
Господарські майданчики	20	30
Озеленені території	80	80

На практиці для дорожнього покриття в сучасних умовах благоустрою рекомендують використовувати:

1) асфальтобетонне покриття на щебеневій основі; на основі піщаного (малоцементного) бетону, чи в окремих випадках, на цементно-бетонній основі;

2) оброблені в'язкими речовинами щебеневі та гравійні покриття на цементно-бетонній, щебеневій чи гравійній основі;

3) збірні покриття з цементно-бетонних плит на щебеневій чи піщаній покращеній основі.

Приклади дорожнього покриття для проїздів наведено на рисунку 4.74.

Одним із рекомендованих типів покриття є збірні бетонні конструкції з плит заводського виготовлення. Ці покриття вирізняються незначним рівнем шуму і малою кількістю пилу, особливо доцільне улаштування такого покриття над підземними комунікаціями, які розташовані під проїздами.

Проїзди обмежують цементобетонними бортовими каменями розміром 0,2 м × 0,1 м × 1,0 м. Гранітні бортові камені використовують рідко через високу ціну.

Дорожній одяг тротуарів і доріжок усередині житлових територій може бути двох типів: асфальтобетонні на щебеневій чи піщаній основі або зі збірних цементобетонних плит різних розмірів і конфігурації, укладених на ідентичній основі. За матеріалами покриття алеї і доріжки поділяють на монолітні, штучні, сипучі та ґрунтові.

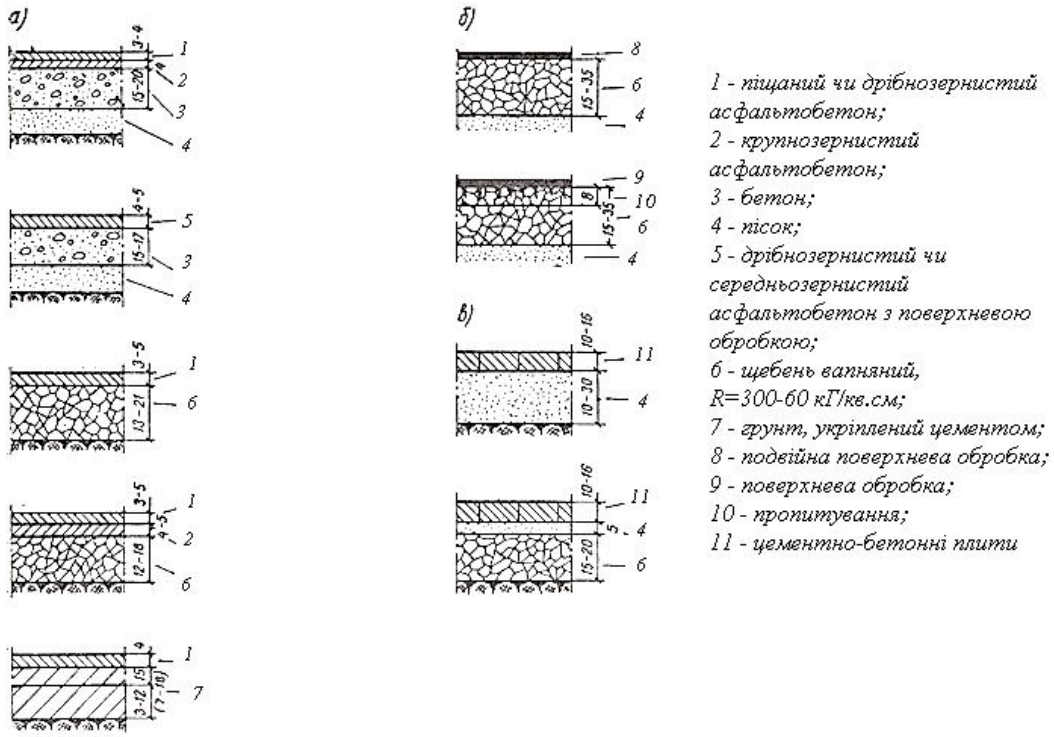


Рисунок 4.74 – Дорожнє покриття для проїздів, доріжок, тротуарів

Поверхня плит може бути рівною, але краще, якщо вона рельєфна, оскільки це робить її жорсткуватою, що, зі свого боку, зменшує її слизькість, особливо під час дощів і снігопаду. Товщина плит зазвичай від 4 см до 8 см, розміри і конфігурація можуть бути різними (квадратні 20 см × 20 см, 50 см × 50 см, 75 см × 75 см, прямокутні з перев'язкою швів, шестигранні та ін.).

Приклади дорожнього покриття для доріжок і тротуарів зображено на рисунку 4.74.

4.7.2 Планувальне та конструктивне вирішення майданчиків різного призначення

Під час проектування благоустрою житлових територій необхідно враховувати сучасні вимоги до розташування планувальних і об'ємних елементів благоустрою. До планувальних елементів благоустрою належать майданчики різного призначення: для активного і тихого відпочинку дорослого населення і дітей, спортивні, господарські, а також видовжені планувальні елементи – пішохідні алеї, бульвари, оздоровчі та прогулянкові траси, велосипедні доріжки. У сучасній житловій забудові важливу роль відіграють також об'ємні елементи благоустрою або малі архітектурні форми. Склад і розміщення всіх елементів благоустрою в житловій забудові визначають залежно від величини і характеру відкритих просторів житлових територій. Для кожного виду і композиційного прийому забудови характерні свої варіанти архітектурно-планувального рішен-

ня і благоустрою.

Господарські майданчики

До господарських майданчиків, які можуть розташовуватися на прибудинкових територіях, належать: майданчики для збирання побутових відходів, майданчики для вибивання килимів і чищення одягу, домашніх речей, майданчики для сушіння білизни, майданчики для вигулу собак. Розташування господарських майданчиків вимагає дотримання певних планувальних і санітарно-гігієнічних вимог. Ці майданчики не повинні порушувати планувальну схему житлового двора або заважати відпочинку мешканців.

Наразі господарські майданчики для сушіння білизни та чищення одягу і вибивання килимів стають актуальними для використання на прибудинкових територіях, тому відповідно до нормативних документів вони можуть облаштовуватися за рішенням органів місцевого самоврядування [70, 105].

Залежно від архітектурно-планувального рішення житлової території (мікрорайону, кварталу) господарські майданчики можна групувати в господарські зони на спеціально відведених ділянках або розташовувати кожну самостійно в різних точках двору. Розташування майданчиків у господарській зоні дає можливість краще використовувати озеленені двори для відпочинку населення, але разом із цим виникають інші труднощі. При укрупненні господарських майданчиків значно збільшуються радіуси обслуговування. Крім того, близьке сусідство різних господарських майданчиків не завжди допустиме через розбіжність санітарно-гігієнічних вимог, які висувають до розміщення цих майданчиків. Тому найбільш розповсюджений прийом окремого розташування господарських майданчиків неподалік житлових будинків [3, 105].

Майданчики для сушіння білизни

У сучасних житлових мікрорайонах майданчики для сушіння білизни стають не актуальними, але все ж таки в малих населених містах частина населення надає перевагу домашньому пранню і сушінню білизни на свіжому повітрі. Ці майданчики розташовують на добре інсольованій, провітрюваній, захищеній від пилу і бруду території, на відстані 10–15 м від проїздів, майданчиків для дітей та інших господарських майданчиків. Оптимальна площа такого майданчика 40 $м^2$ (5 м × 8 м), за розрахунком може досягати площі від 15 $м^2$ до 100 $м^2$, радіус обслуговування 100 м, мінімальна відстань до вікон житлових будинків 6 м. Як покриття цього майданчика бажано використовувати газон чи декоративне плиткове покриття. Не можна застосовувати покриття з піщаною чи якоюсь іншою пильною поверхнею або зовсім без покриття. За ін-

тенсивного використання майданчика біля нього і в місцях найбільшого руху вкладають плитки розміром 30 см × 30 см чи 40 см × 40 см, в інших випадках облаштовують смуги завширшки 40–50 см із бетонних плит, піщанику, глинистого сланцю чи інших місцевих матеріалів. Ухил стоку зливових вод за плиткового покриття приймають 10 ‰, за газонного – 20 ‰.

Майданчики для сушіння білизни обладнують стаціонарними чи знімними стійками, рамами чи парасолями, які обов'язково повинні мати пристосування для кріплення мотузок.

Майданчики для сушіння білизни традиційно облаштовують під відкритим небом, при гарній сонячній погоді вони забезпечують кращі умови для сушіння білизни, але під час дощу сушіння припиняється. Тому на майданчиках можна облаштовувати намети у вигляді альтанок. Такі майданчики з естетичного погляду декоративніше, ніж відкриті.

При озелененні цих майданчиків зелені насадження висаджують з північного боку, що не дає можливості знижувати термін інсоляції. Якщо озеленюють південний бік майданчика, тоді застосовують низьку рослинність (низькі чагарники, які створюють довгу тінь).

Майданчики для вибивання килимів і чищення одягу, домашніх речей

Майданчик для вибивання килимів і чищення одягу, домашніх речей бажано розташовувати на безвітряній ділянці. Оптимальні розміри таких майданчиків приймають 20–100 м^2, радіус обслуговування 100 м, мінімальна відстань до вікон житлових будинків не менше 20 м. Поверхня майданчика зазвичай асфальтобетонна, з плиток, іноді з крупнозернистого гравію. Ухил для покриття приймають 10–20 ‰.

Майданчик обладнують рамою для вибивання килимів. На рамі можуть бути дві перекладки: верхня на висоті 1,8–2,0 м, а нижня – 1,3–1,5 м. Відстань між стійками приймається 3 м. За більшої відстані додають третю опору. Для створення додаткових зручностей для чищення речей доцільно під рамою на висоті 40–50 см від землі прикріплювати горизонтальні стержні чи сітку. Для економії місця сітка може бути відкидною.

В умовах високої щільності забудови іноді немає можливості розташувати розрахункову кількість господарських майданчиків з дотриманням санітарних норм, відстанями між іншими майданчиками та житловими будинками. У таких випадках рекомендують блокувати майданчики для збирання побутових відходів з майданчиками для вибивання килимів і чищення одягу, домашніх речей (рис. 4.75).

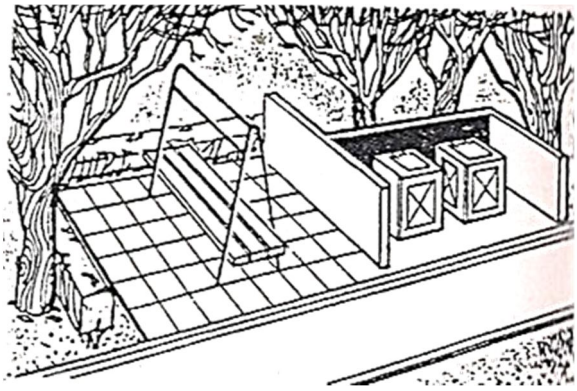


Рисунок 4.75 – Комбінований майданчик для збирання побутових відходів і вибивання килимів, чищення одягу та домашніх речей

Майданчики для збирання побутових відходів

Тверді побутові відходи збирають і видаляють з території житлових районів різними способами: через сміттєпроводи чи дворові сміттєзбиральники; безпосередньо з квартир шляхом сплавлення в каналізацію з попереднім подрібненням за допомогою квартирних чи спеціальних сміттєподрібнювачів та іншими способами.

Сьогодні стають доступними три основні способи: *наземний, підземний* і *вакуумний*.

Наземний спосіб (рис. 4.76) – це спеціально обладнані майданчики для розміщення контейнерів для зберігання побутових відходів із зручними під'їздами для спеціально обладнаних транспортних засобів [29]. *Перевагою* цього способу є економічна складова – низька ціна впровадження. *Недоліки*: порушує естетичний вигляд території; необхідність частого, а іноді щоденного спустошення; негативний вплив на довкілля; займають достатньо великі площі, з урахуванням санітарних розривів до інших елементів благоустрою; невелика ємність.



Рисунок 4.76 – Наземний спосіб збору сміття

Підземний спосіб (рис. 4.77) – більш гігієнічний, безпечний і естетичний порівняно з наземним, оскільки відходи розміщуються не на вулиці, а в спеціальних контейнерах під землею. При цьому система спрямована на роздільний збір відходів. *Перевагами* підземного збору є: велика ємність; естетичний вигляд (контейнер під землею, а приймальник може бути різної форми); можуть використовуватися стандартні контейнери і стандартні сміттєвози. *Недоліки*: складність вилучення відходів; санітарні проблеми при спустошенні контейне-

рів; недостатність техніки для обслуговування; при використанні стандартних контейнерів – їхня негерметичність; висока ціна впровадження, а тому рентабельність тільки при великому обороті сміття.



Рисунок 4.77 – Підземний спосіб збору сміття

Вакуумний або ***пневматичний спосіб*** (рис. 4.78) – будинки обладнують пневматичними системами транспортування відходів. Фактично це цивілізована заміна жахливих сміттєпроводів. Цей спосіб дозволяє збирати розділене по різним фракціях сміття: органічні харчові відходи, вторинну сировину та інше сміття. Через підземну транспортну мережу сміття відправляється на станцію збору відходів. Переваги цього способу: естетичний вигляд; сміття не потребує зберігання; не займають територію; санітарна безпека; у довгостроковій перспективі дешевше інших способів. Недоліки: великі витрати на етапі впровадження [109].

Майданчики підземного та вакуумного способу збирання проектують відповідно до містобудівних та технічних умов [70].

Проте потреба в майданчиках для сміттєзбиральників не зменшується, натомість з'являється необхідність в облаштуванні місць для великогабаритного сміття, скла тощо. Рекомендується розташовувати майданчики для сміттєзбиральників, якщо можливо, біля глухих стін інженерних споруд (трансформаторні підстанції, теплопункти тощо).



Рисунок 4.78 – Вакуумний спосіб збору сміття

У деяких південних містах сміття скидають безпосередньо в сміттєвози, без використання контейнерів. Такий спосіб має гігієнічні переваги для житлової території, але й створює значні незручності для населення – пов'язує жителів із графіком вивезення сміття спеціальними машинами [104, 105].

Майданчики для сміттєзбиральників бувають двох типів: відкриті, ізольовані стіною чи живоплотом та криті у вигляді парасолі, намету, альтанки чи павільйону. Оптимальна рекомендована площа майданчика 9–25 м^2, розраховується відповідно нормативним документам [29, 70, 105]. Майданчики для сміттєзбиральників потрібно розташовувати зручно стосовно входів до житлових будинків, але на достатній відстані від вікон будинків. Мінімальна відстань від найближчих вікон житлових будинків – 20 м, максимальна відстань від найвіддаленішого входу до будинку – 100 м, мінімальна відстань до майданчиків відпочинку – 20–25 м. Конфігурація майданчика визначається планувальними вимогами і в кожному конкретному випадку може бути різною. Проте для забезпечення зручності під'їзду сміттєвозів і виконання вантажно-розвантажувальних робіт майданчики для сміттєзбиральників розташовують у спеціально передбачених кишенях безпосередньо біля проїзду, розміри майданчика мають забезпечувати сміттєвозу маневрування з контейнерами [29, 70, 105].

Покриття майданчика для сміттєзбиральників має забезпечувати легке очищення, миття і бути непроникним для води і мух. Для цього рекомендується монолітне бетонне покриття. Застосування покриття зі штучних кам'яних чи бетонних елементів не бажане. Для запобігання забруднення ґрунтів майданчик для сміттєзбиральників підіймають на 10–15 см вище рівня землі.

Майданчик обладнують бачками і контейнерами для сміття. Для дотримання санітарно-гігієнічних умов, якщо можливо, майданчики рекомендується обладнувати водорозбірним пристроєм і каналізацією, а водовідведення з майданчика проводять до приймальних решіток каналізації.

Кожен майданчик розрахований на обслуговування 500 і більше мешканців за використання контейнерів за умови вивезення сміття щодня. На контейнер залежно від місткості передбачають площу – 7–10 м^2. Між контейнерів і по периметру майданчика залишають вільний прохід не менше 0,75 м, у разі облаштування мийки до загальної площі майданчика додають 5 м^2 (рис. 4.79) [3, 29, 70, 105].

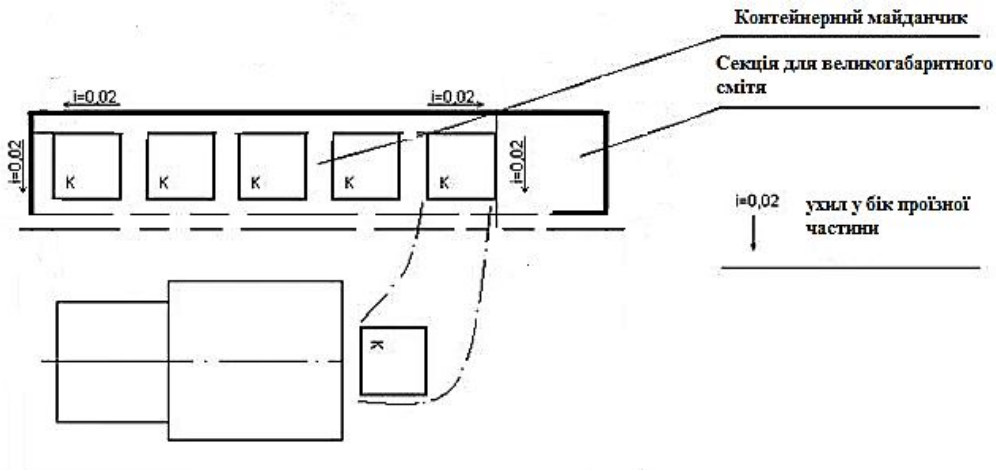


Рисунок 4.79 – Майданчик для збирання побутових відходів

Ділянки для майданчиків для збирання побутових відходів на житлових територіях варто обирати, дотримуючись таких вимог: не з підвітряного боку, не на протягах, із забезпеченням оптимальних норм аерації та інсоляції території [29, 70, 105].

Усі майданчики для сміттєзбиральників потрібно озеленювати за допомогою живоплоту із чагарнику з фітонцидними властивостями. Крім того, рекомендується максимальне затінення майданчика деревами із щільною (пишною) кроною, особливо з південного боку.

Зелені насадження навколо майданчика для сміттєзбиральників повинні ізолювати її від навколишнього простору і вікон будинків. Для маскування та ізоляції майданчика рекомендують застосовувати трельяжі з виткими насадженнями чи збірні залізобетонні чи кам'яні стіни заввишки 1,2–1,8 м, які розташовані з трьох боків майданчика, висоту огорожі обмежують для забезпечення провітрювання.

Майданчики для вигулювання домашніх тварин

Майданчики для вигулювання собак дозволяється будувати на житловій території, рекреаційних територіях загального користування, у районі відчуження залізниць і швидкісних автомагістралей, під лініями електропередач з напругою не більше 110 кВт, за межами санітарної зони джерел водопостачання. Майданчики для вигулювання можуть бути розміщені на прикордонних з мікрорайоном територіях, але з урахуванням пішохідної доступності не більше ніж 400 м, у центральній частині міста пішохідна доступність не повинна перевищувати 600 м. Оптимальні розміри майданчика на житлових територіях – 400–600 м^2, на інших територіях – до 800 м^2. З урахуванням щільної житлової забудови площі майданчиків для вигулювання собак можуть зменшуватися, а їхня кількість – збільшуватися.

Майданчики для вигулювання домашніх тварин мають влаштовуватися поза межами прибудинкових територій на спеціально визначених ділянках на відстані не менше ніж 40 м від вікон житлових і громадських будинків, до межі території освітніх, медичних організацій та майданчиків для дитячих ігор, відпочинку та занять фізкультурою. Допустимі відстані можуть бути залежно від місця розміщення майданчиків для вигулу, наявності екранів, що перешкоджають поширенню звуку [3, 70, 105].

Конфігурація майданчика може бути вільною і залежить від конкретних планувальних вимог. Майданчики для вигулювання собак повинні містити прогулянкові доріжки у вигляді смуг шириною 10–15 м з доріжкою для власників, що має плиткове або асфальтове покриття, територію вигулювання з конструктивними елементами для нього. Довжина смуги не нормується і залежить від вільної території мікрорайону. Майданчики для вигулювання собак з метою безпеки населення огороджують. Огорожа може бути сітчаста чи ґратчаста висотою 1,5–2,0 м, відстань між нижнім краєм огорожі та землею не повинна дозволяти тварині покинути майданчик або заподіяти собі травму. По периметру майданчик оформлюють щільними посадками високих чагарників (живоплоти), дерев і вертикального озеленення.

Стандартний майданчик для вигулювання собак обладнують інформаційними табличками чи написами про призначення майданчика і правилами користування, урнами, лавами, контейнерами для сміття, мисками з водою, стендами з дог-пакетами для утилізації відходів, тренажерами для дресирування тварин. Поверхня майданчика має бути вирівняна, що забезпечує хороший дренаж, не травмує кінцівки тварин (газонне, піщане, піщано-земляне), а також зручну для регулярного прибирання та оновлення. Для покриття можна використовувати газон з щільною і низькою рослинністю (злакові трави заввишки 3–5 см). Поверхню частини майданчика, що призначена для власників собак, потрібно проектувати з твердим або комбінованим покриттям (плитка, втоплена в газон тощо). Підхід до майданчика обладнується твердим видом покриття. У вечірній час майданчик повинен освітлюватися відповідно до існуючих норм [3, 47, 70, 71, 105].

Приклади майданчиків для вигулювання собак наведено на рисунку 4.80.

Майданчики для відпочинку

Крім господарських майданчиків на житлових територіях створюють майданчики для різних видів відпочинку: для відпочинку дорослих, дітей, для занять фізкультурою і спортом.



Рисунок 4.80 – Приклади майданчиків для вигулювання собак

Розрахунок майданчиків різного призначення проводять відповідно до існуючих нормативних документів [3, 70, 71, 105].

Існує два типи майданчиків для відпочинку: *майданчики для активного відпочинк*у – їх розташовують якнайдалі від житлової забудови; *майданчики для тихого відпочинку* – розміщують переважно в озеленених дворах житлових груп, у зоні тихого відпочинку саду, парку та ін.

Майданчики для тихого відпочинку призначені для відпочинку дорослого населення. За характером планувальної організації майданчики відпочинку (рис. 4.81) можна поділити на:

– непрохідні (тупикові) – невеликих розмірів 12–15 м^2 на 2–3 людини; 20–30 м^2 – на 6–8 осіб;

– майданчики-кишені – доречні на кутах газонів на перетині доріг; безпосередньо біля входів до будинків, глибина кишені 3–5 м;

– майданчик із кільцевим транзитним проходом навколо «острівця» у центрі, площа такого майданчика 40–100 м^2;

– майданчики прохідні по всій довжині і ширині зазвичай прилягають до транзитних алей;

– великі комплексні майданчики прохідні у всіх напрямках.

У щільній забудові частіше зустрічаються непрохідні (тупикові) і кишенькові майданчики.

Залежно від прийомів озеленення майданчики відпочинку можуть бути закритими, відкритими, напівзакритими (рис. 4.82). Для озеленення таких майданчиків використовують дерева і квітучі чагарники, які мають високі декоративні властивості, найчастіше перевагу при озелененні надають квітникам.

Майданчики для тихого відпочинку обладнують зручними лавами, затінюють за допомогою пергол, наметів, різних видів зелених насаджень. До складу обладнання майданчиків включають прилади освітлення, урни, питні фонтанчики, а також, за наявності вільних ділянок, різні декоративні засоби: альпійські гірки, садові валуни, альтанки тощо.

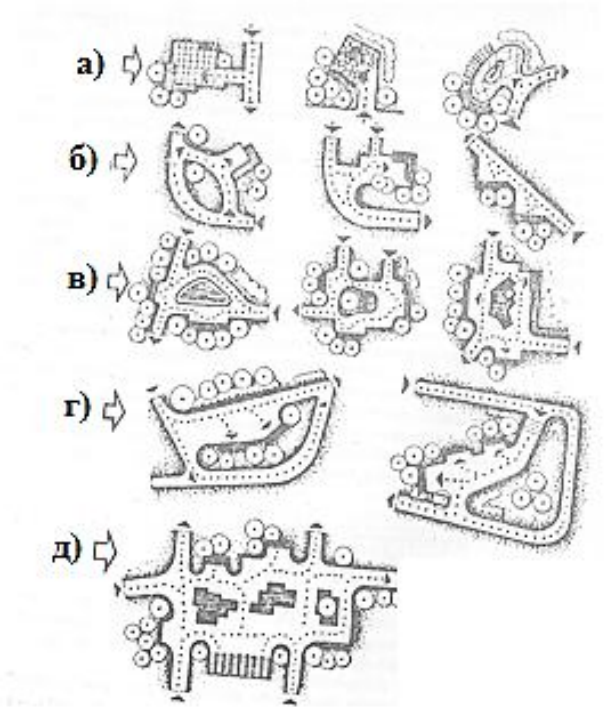


Рисунок 4.81 – Планувальне рішення майданчиків для відпочинку:
а) майданчики непрохідні; б) майданчик-кишеня; в) майданчики з кільцевим транзитним проходом навколо «острівця» в центрі; г) майданчики, прохідні по всій довжині і ширині; д) великі комплексні майданчики, прохідні у всіх напрямках

Залежно від призначення майданчиків, їхнього розміщення в планувальному рішенні території і елементів малих архітектурних форм покриття майданчиків відпочинку може бути виконане з дрібнозернистих плит, покладених за певною схемою, мозаїкою з дотриманням національного орнаменту, на майданчиках, які мають мальовничі обриси, рекомендується покриття типу «брекчія», а також можливі комбінації різних видів декоративного покриття.

Розміри майданчиків для тихого відпочинку на прибудинкових територіях розраховуються з урахуванням узагаль-

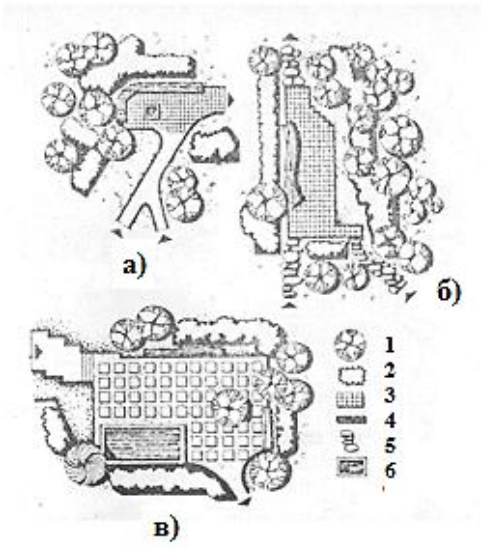


Рисунок 4.82 – Типи майданчиків для відпочинку залежно від прийомів озеленення:
а) відкритий; б) закритий;
в) напіввідкритий;
1 – листяні дерева; 2 – чагарник;
3 – плиткове покриття; 4 – лави;
5 – покриття типу «брекчія»;
6 – декоративний басейн

нених розмірів, що приймається на одного жителя, площу майданчика рекомендується приймати від 10 м^2 до 100 м^2, при цьому мінімальна відстань до вікон житлових і громадських будинків приймається не ближче 10 м, радіус пішохідної доступності – 100 м [3, 70, 71, 105].

До ***майданчиків активного відпочинку*** належать майданчики для настільних ігор і спортивні майданчики.

Майданчики для настільних ігор площею 12–100 м^2 розташовують на житловій території за умови наявності вільних ділянок, не ближче 20 м до вікон житлових будинків. Основним обладнанням такого типу майданчиків є столи і лави, не виключається можливість облаштування декоративними видами обладнання.

Спортивні майданчики на території житлових районів розміщують на озеленених територіях, на відстані не ближче 25 м від вікон будинків. Під майданчики обирають сухі, провітрювані та добре інсольовані ділянки. Усі ухили поверхні повинні сприяти безперешкодному скиданню поверхневих атмосферних опадів. У мікрорайонах спортивні майданчики використовуються частіше в другій половині дня, тому орієнтують спортивні майданчики довгою стороною по меридіану, по лінії північ–схід–південь–захід, південь–схід–північ–захід. Якщо тінь від сусідніх будинків чи посадок дерев перекриває майданчик, то його краще розташовувати по лінії захід–схід, для того щоб сонце не заважало грі в першій половині дня. Для майданчиків, на яких можливе проведення змагань в складній планувальній ситуації чи в умовах складного рельєфу, допускається відхилення від меридіану на кут до 20°.

На житлових територіях рекомендується блокувати майданчики для волейболу, баскетболу, ігор у ручний м’яч, хокею. Майданчики для настільного тенісу, городків, бадмінтону недоцільно включати в блоки, їх рекомендується розташовувати поряд. Можлива організація комплексних спортивних майданчиків, наприклад, для волейболу і баскетболу з розмірами 65 м × 35 м, але не менше 36 м × 24 м. Для проектування комплексних спортивних майданчиків важливо, що б їхні габарити дозволяли різні варіанти використання. Це дозволить легко змінювати призначення майданчиків залежно від побажань гравців (рис. 4.83).





Рисунок 4.83 – Приклади улаштування спортивних майданчиків

На прибудинкових територіях спортивні майданчики проектуються за умови наявності вільних ділянок, також не рекомендується робити великі за розмірами майданчики.

Спортивні майданчики повинні мати покриття з рівною жорсткуватою поверхнею, що не втрачає своєї несучої здатності за підвищеної вологості та змінах температури, що надає можливість користуватися такими майданчиками в будь-яку пору року.

Зазвичай спортивні майданчики не огороджують, за винятком майданчиків для тенісу і городків [3, 70, 71, 105].

На житлових територіях улаштовують різні ***майданчики для дітей***. Санітарні лікарі вважають, що планування ігрових майданчиків для дітей має відповідати певним вимогам, зокрема санітарним: запобігати розповсюдженню інфекцій та забезпечувати можливість спостереження батьків за дітьми. Для цього майданчики необхідно проектувати невеликими за площею, уникаючи цим скупчення значної кількості дітей; на майданчиках виділяють місця перебування дорослих (лави, намети тощо). Необхідні розміри дитячих майданчиків визначають розрахунком норми площі на одного мешканця [3, 70, 71, 105].

Залежно від типу ігор дитячі майданчики можна поділити на:

– майданчики з переважанням елементів фізкультури і спорту;

– майданчики для занять творчими рухливими іграми;

– майданчики для занять тихими іграми й індивідуальної творчості;

– тематичні майданчики.

За віковою ознакою дитячі майданчики поділяють на 3 основних типи:

– для дітей до 3 років – площею 60–80 м^2;

– для дітей дошкільного віку (3–6 років) – площею 100–150 м^2;

– для дітей молодшого шкільного віку (6–12 років) – площею 120–180 м^2;

– комплексні дитячі майданчики (4–14 років) – площею від 900 м^2.

Під час проектування та організації дитячих майданчиків на міських те-

риторіях потрібно дотримуватися таких вимог:

1) дитячі майданчики засобами планування і озеленення мають бути ізольовані від проїздів і автомобільного транспорту, автостоянок і доріжок з інтенсивним пішохідним рухом;

2) майданчики для дітей шкільного віку розміщують, якщо можливо на мінімальній відстані від проїздів і вікон житлових будинків, але не ближче 12 м;

3) майданчик має бути розміщений серед зелених насаджень, забезпечений достатньою кількістю сонячного світла, захищений від вітру, але мати достатньо тіні та добре провітрюватися;

4) майданчики для дітей молодших груп розподіляють більш-менш рівномірно по всій території, щоб уникнути скупчення на них дітей. Ці майданчики варто розмежовувати на ділянки активного відпочинку і для дітей у візках;

5) майданчики для дітей молодшого шкільного віку, як найбільш гучні, можуть бути розташовані більш концентровано;

6) необхідно дотримуватися мінімальних санітарних розривів між дитячими майданчиками і майданчиками іншого призначення, але не менше 5 м, що дозволяє ізолювати дитячий майданчик смугою зелених насаджень;

7) не рекомендується облаштовувати входи на дитячі майданчики через автостоянки, з боку вулиць, транзитних пішохідних доріжок;

8) дитячі майданчики не повинні бути прохідними [3, 70, 71, 105].

Під час розміщення дитячих майданчиків необхідно дотримуватися оптимальних радіусів доступності до них: для дошкільників – 30 м; для молодших школярів – 100 м; комплексні майданчики – 200 м.

Під час вибору й розміщення обладнання дитячих майданчиків варто пам’ятати, що воно має відповідати фізичним і духовним можливостям дитини, задовольняти її потреби й стимулювати розвиток її здібностей.

Під час розміщення обладнання слід ураховувати:

– зонування майданчика за функціональним використанням його території, виділяючи зони різних видів ігрового обладнання (рис. 4.84);

– ступінь безпеки деяких видів обладнання (гойдалки, каруселі, гігантські кроки тощо). Для дотримання цієї вимоги необхідно намітити небезпечні й робочі зони навколо кожного з видів такого обладнання й малих архітектурних форм. При цьому ширина проходу повинна дорівнювати ширині двох смуг руху дитини плюс 20 см з кожного боку від небезпечної зони, що сприятиме вільному та безпечному підходу до всіх елементів майданчика;

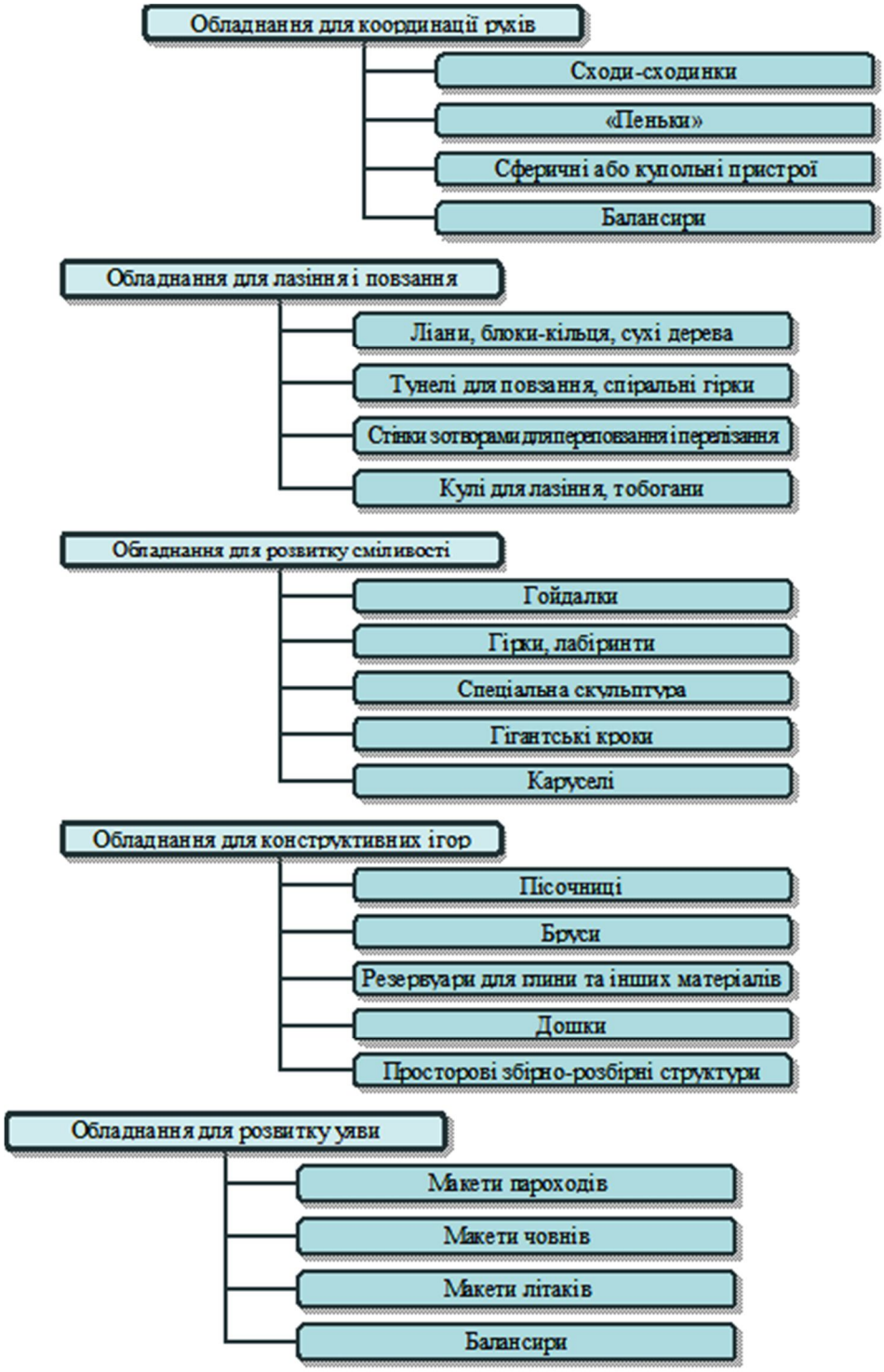


Рисунок 4.84 – Класифікація дитячого ігрового обладнання

– можливість використання обладнання взимку. Наприклад, облаштовуючи гірку для з'їзджання, необхідно спрямовувати її лоток на вільну від обладнання частину майданчика чи вбік галявини, розташованої поряд, можна також розміщувати гірку на штучному пагорбі, насипі; при влаштуванні каруселі встановлюють у радіусі 3–5 м кільцевий майданчик для оснащення санкової каруселі тощо [3, 70, 71, 105].

Тематика майданчиків має бути найрізноманітнішою. Варто враховувати, що найбільшої уваги заслуговує проектування ігрових майданчиків для дітей дошкільного віку, тому ігрове середовище повинно мати яскраву тематичну спрямованість.

Діти прагнуть до активної взаємодії зі своїм оточенням, віддають перевагу будівництву свого власного світу. Таке середовище може бути організоване за сюжетом дитячої казки, умовного сюжету. Структурну схему тематичної організації ігрового середовища показано на рисунку 4.85.

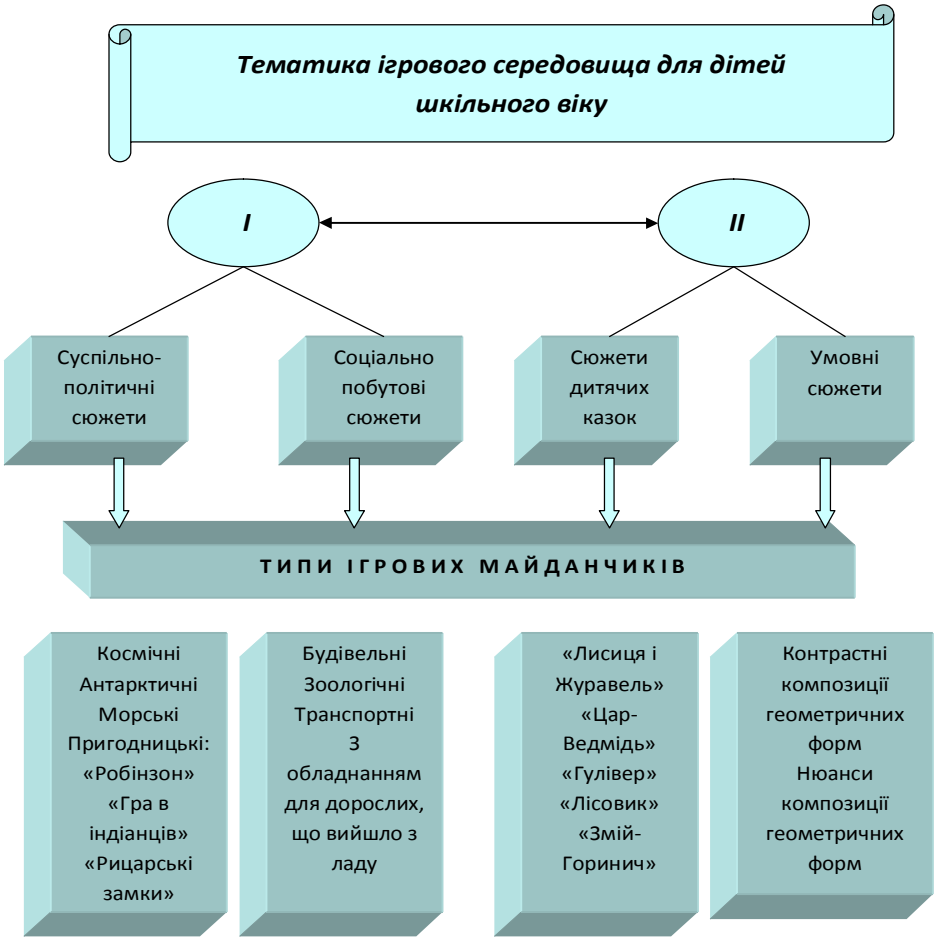


Рисунок 4.85 – Тематична організація ігрового середовища

Крім основних функціональних мікрозон, на всіх майданчиках необхідна вільна від обладнання рекреаційна зона. Територія такої зони становить 30–40 % від загальної площі майданчика.

Дитячі майданчики для дітей дошкільного віку можуть мати стандартне обладнання (пісочниці, гойдалки, гірки, ліани та інші малі архітектурні форми). Після 6 років дітей більше зацікавлять рухові ігри, вони ускладнюються і мають переважно спортивний характер. Тому обладнання таких майданчиків потрібно пристосовувати до активних ігор, включаючи різні спортивні елементи.

На територіях щільної забудови іноді майданчики для різних вікових категорій можна замінювати комплексними майданчиками, на ділянках яких обов'язково виділяють зону для дітей молодшого віку.

Форма майданчика залежить від форми обладнання й може мати різну конфігурацію – геометричну, мальовничу, комбіновану, але необхідно уникати гострих кутів, незручних для розміщення обладнання і малих архітектурних форм. Обриси майданчика повинні бути підпорядковані основній планувальній структурі території та обладнанню майданчика.

Поверхня майданчиків має бути рівною, відповідати вимогам відведення поверхневих вод, покриття не повинно пилити, а після дощу чи поливу – швидко висихати. Ідеальним покриттям є газон, стійкий до витоптування, тверде покриття з плиток чи інших матеріалів, у яких не має бітуму, покриття зі спеціальних сумішей кладуть біля та навколо гойдалок, каруселей та іншого обладнання, яке потребує твердого покриття.

Приклади майданчиків для дитячих ігор наведені на рисунку 4.86.

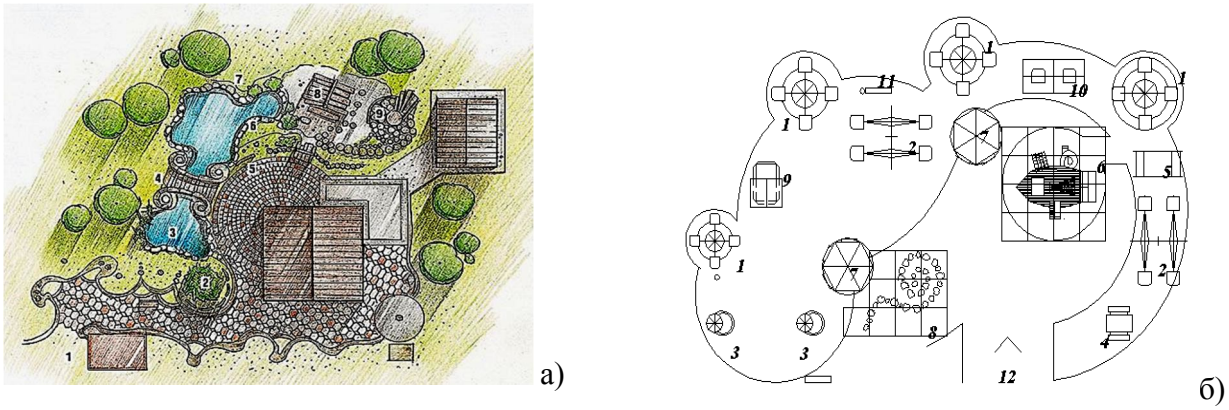


Рисунок 4.86 – Майданчики для дитячих ігор:
а) дитячий комплексний майданчик «Казковий ліс»: 1 – вхідна зона; 2 – ялина звичайна; 3 – декоративна водойма; 4 – дерев'яний місток; 5 – ворота в казковий двір; 6 – місце для відпочинку; 7 – грот з лісовиком; 8 – хатинка Баби-Яги; 9 – царство пнів;
б) комплексний дитячий майданчик: 1 – карусель; 2 – качалка-балансир; 3 – пісочниця; 4 – стіл для ігор; 5 – качалка «Дельфін»; 6 – ігровий комплекс «Шхуна»; 7 – альтанка; 8 – лабіринт; 9 – Макет «Автомобіль»; 10 – гойдалка; 11 – лава; 12 – вхідна зона

Озеленення майданчиків для дитячих ігор має забезпечувати затінення частини майданчика (30–50 %) від сонячної радіації і захист його від пилу й газів. Мінімальна інсоляція для цих майданчиків має бути не довше 5 годин світлового дня. Для цього з східного боку дерева висаджують не ближче 5 м до краю майданчика, а з західного, південного, південно-західного – ближче до межі майданчика (від 1,5 м). Асортимент порід рослин для озеленення дитячих майданчиків не повинен мати отруйних (козацький ялівець, крушина, скумпія

тощо), колючих (акація біла і жовта, гледичія, глід, шипшина тощо), плодових (шовковиця біла, абрикос тощо) дерев і чагарників. Варто враховувати, що ніякий багаторядний і колючий живопліт не забезпечить гарантованої огорожі майданчика [3, 70, 71, 105].

Запитання для самоконтролю

1. Проаналізуйте основні завдання проекту благоустрою житлової території.

2. Охарактеризуйте планувальні та конструктивні рішення елементів благоустрою житлових територій.

3. Яких вимог необхідно дотримуватися під час розташування маданчиків різного призначення на територіях житлових кварталів?

РОЗДІЛ 5 ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ

5.1 Роль і місце інженерних мереж у системах інженерного забезпечення населених пунктів

Розвиток сучасних населених пунктів нерозривно пов'язаний із функціонуванням систем їх інженерного забезпечення, а саме: водопостачання, водовідведення, газопостачання, теплопостачання, енергопостачання, зв'язку тощо. Їхня ефективна робота забезпечує населення необхідними для життя водою, теплом, світлом, створює належні санітарно-гігієнічні та комфортні умови в місцях проживання і роботи людей, задовольняють їхні соціальні, культурно-естетичні та інші потреби.

Найбільшими за масштабами і найдорожчими за вартістю частинами систем інженерного забезпечення сучасних міст є їхні інженерні мережі. Вони розташовані по всій території кожного міста і включають сотні, а в крупних містах й тисячі, кілометрів трубопроводів водо-, тепло-, газопостачання і водовідведення, підземних кабелів та надземних ліній електропостачання і зв'язку. Їхня вартість становить понад третину вартості всієї міської забудови.

Інженерні мережі є одним із основних елементів інженерного благоустрою міських територій. Влаштування міських вулиць і доріг, прибудинкових територій, зелених насаджень повинно виконуватися в повному узгодженні з розташуванням інженерних мереж як комплексної системи, що поєднує всі підземні, наземні й надземні мережі та споруди, з урахуванням перспективного розвитку міста.

5.1.1 Системи подачі й розподілення води

У складі сучасних систем водопостачання населених пунктів найбільшими за масштабами і вартістю є ***системи подачі та розподілення води*** (***СПРВ***). Інженерні споруди та комунікації, що входять до їхнього складу, забезпечують ***зберігання, подачу, транспортування і розподілення*** води з доставкою її до всіх споживачів на території будь-якого населеного пункту [102].

Споруди СПРВ функціонують у тісній гідравлічній взаємодії. Кожна СПРВ об'єднує значну кількість водопровідних споруд і комунікацій, які розташовані на великій території з розмірами в десятки кілометрів (вся міська територія, прилеглі до міста земельні ділянки, а інколи майданчики далеко за межами міста). До їхнього складу входить **комплекс** таких **водопровідних об'єктів** (рис. 5.1): ***напірно-регулювальні споруди*** (резервуари чистої води і во-

донапірні башти), ***водоводи, водопровідні мережі, насосні станції*** другого і вищих підйомів, зокрема, підкачки.

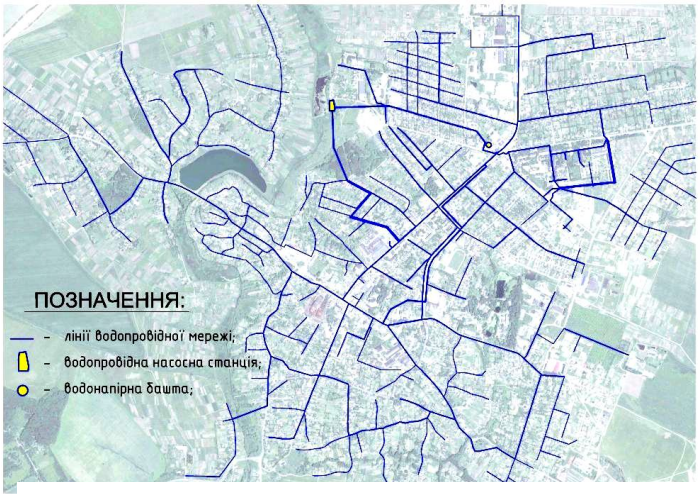


Рисунок 5.1 – Приклад схеми СПРВ малого міста

Будівельна вартість споруд і комунікацій міських СПРВ сягає понад 80 % вартості всієї системи водопостачання. Водночас вартість трубопровідної системи (водоводи і водопровідні мережі) є найбільшою в СПРВ, що обумовлено значними довжинами труб.

Зберігання води в СПРВ здійснюють у напірно-регулювальних спорудах: ***резервуарах чистої води***, ***водонапірних баштах*** тощо. У них зберігають такі запаси води: *регулювальні, протипожежні, аварійні, на власні потреби*. В одній споруді можуть зберігатися всі або окремі із цих запасів води, що визначається місцем розташування споруди на схемі СПРВ, її видом та призначенням.

Подачу води, найчастіше із РЧВ, здійснюють ***насосні станції*** другого і вищих підйомів. Для підвищення напорів у частині СПРВ влаштовують ***насосні станції підкачки***, які забирають воду безпосередньо із мережі і подають її споживачам.

Транспортування води до населених пунктів від джерел водопостачання, біля яких на технологічних майданчиках розташовані насосні станції 2-го підйому або від однієї зони СПРВ до іншої здійснюється за допомогою ***водоводів***.

Для розподілення води між окремими споживачами на території об’єкта водопостачання (населеного пункту) використовуються ***водопровідні мережі***. Їх прокладають вулицями і всередині кварталів забудови із труб різних матеріалів і діаметрів.

У містах влаштовують *централізовані системи водопостачання*, що забезпечують постачання води питної якості на господарсько-питні водоспоживання, виробничі потреби окремих підприємств, витрати води на полив і гасіння пожеж [8]. Такі системи (водопроводи) вважають об’єднаними (господарсько-питними з виробничими і пожежними) [8]. Зазвичай в одному населеному пункті влаштовують ***міську*** (***комунальну***) систему водопостачання з подачею питної води для населення, комунально-побутових та громадських закладів і окремих підприємств. За відповідного техніко-економічного обґрунтування для

забезпечення технологічних потреб великих промислових підприємств у містах можуть влаштовувати ***виробничі*** (***промислові***) водопроводи. І комунальні, і виробничі водопроводи об'єднують з ***пожежними***.

Найчастіше пожежні водопроводи населених пунктів приймають *низького тиску*, що забезпечують вільні напори в мережі на рівні поверхні землі при пожежогасінні не менше 10 м [8].

У водопровідній мережі об'єднаного водопроводу вільні напори повинні бути не менше ніж 10 м і не більше ніж 45 м [8].

5.1.2 Системи водовідведення

Система водовідведення (***каналізації***) як комплекс мереж та інженерних споруд для збирання та очищення стічних вод, перероблення осадів із цих вод та відведення у водні об'єкти очищених вод, повинна забезпечити організований збір та відведення з території об'єкта каналізування (населеного пункту) стічних вод, що утворилися в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтних, кар'єрних і дренажних вод), а також атмосферних опадів [50].

На міських територіях влаштовують дві мережі водовідведення:

1) *господарсько-побутову*, що транспортує стічні води від житлових, адміністративних, комунальних будинків, а також побутових приміщень промислових підприємств та попередньо очищені на локальних КОС стоки виробничих підприємств;

2) *дощову*, що призначена для збору і відведення з територій населених пунктів вод, які утворюються в результаті випадання атмосферних опадів (дощу, граду, танення снігу).

Стічні води, що надходять у каналізаційні мережі від різних категорій користувачів міською каналізацією, містять забруднення, що суттєво відрізняються за хімічним складом, фазовим станом, концентрацією тощо. Вони потребують різних методів очищення перед скиданням у водойми і надходять на різні каналізаційні очисні споруди (КОС). Тому в населених пунктах для відведення стічних вод влаштовують такі системами: ***роздільну, напівроздільну***, а також ***змішану*** (за наявності в окремих районах населеного пункту існуючої ***загальносплавної*** каналізації) [50].

Роздільна система каналізації складається з декількох самостійних каналізаційних мереж: господарсько-побутової (у яку, крім господарсько-побутових, може скидатися частина виробничих стічних вод близьких за складом до господарсько-побутових), виробничої (для відведення забруднених ви-

робничих стоків, які не допускають спільного відведення та очищення разом з побутовими стоками), дощової тощо [50].

Напівроздільна система каналізації містить дві самостійні вуличні мережі – господарсько-побутову і дощову (з можливістю скидання надлишкової кількості дощових вод під час злив через розподільні камери у водні об'єкти без очищення) [50].

Загальносплавна система каналізації складається з комплексу мереж та інженерних споруд для спільного відведення та очищення на КОС усіх видів стічних вод (господарсько-побутових, виробничих, поверхневих) [50].

З будівельного погляду найбільш вигідною є загальносплавна система каналізації, оскільки має одну водовідвідну мережу, сумарна довжина якої на 30–45 % менше порівняно з роздільною. Однак ця система водовідведення потребує збільшення витрат на влаштування насосних станцій і на перекачування дощових вод, збільшення площ очисних споруд. Крім того, збільшується загроза забруднення міських територій і водойм сумішшю дощових і господарсько-побутових вод у разі переповнень мережі чи аварійних скидів.

У напівроздільній системі каналізації на очисні споруди направляють тільки перші забруднені порції поверхневого стоку. Інші, відносно чисті дощові води, скидають через спеціальні камери (інцептори) у найближчі водойми, що призводить до їхнього забруднення.

Чинні нормативи [50] рекомендують влаштовувати роздільну систему каналізації як найбільш екологічну. У місцевостях з низькою інтенсивністю дощів та в окремих районах населених пунктів можливо застосовувати напівроздільну систему каналізації. На міських територіях влаштовують дві мережі водовідведення:

– *господарсько-побутові*, що транспортують стічні води від житлових, адміністративних, комунальних будинків, а також побутових приміщень промислових підприємств та попередньо очищені на локальних КОС стоки виробничих підприємств;

– *дощові*, що призначені для збору і відведення з територій населених пунктів вод, які утворюються в результаті випадання атмосферних опадів (дощу, граду, танення снігу).

У багатьох містах традиційно використовують комбіновану систему каналізації, наприклад, напівроздільну та загальносплавну в житлових масивах із різним ступенем благоустрою, районах історичної забудови, малим перевищенням позначок поверхні землі над горизонтом води у водотоках тощо.

Для відведення поверхневих вод з міських територій зазвичай застосовують ***закриту мережу*** водовідведення у вигляді підземних трубопроводів та колекторів різного профілю [101]. Допускається застосування ***відкритої мережі*** (каналів, канав, лотків) у районах малоповерхової забудови, парках, сільських населених пунктах, а також в умовах гірського рельєфу з облаштуванням містків або труб у місцях перетину вулиць, доріг, проїздів, тротуарів [50]. Неорганізований стік поверхневих вод різко знижує санітарно-гігієнічний стан вулиці, призводить до руйнування дорожніх конструкцій, порушує нормальний рух транспорту і пішоходів.

Відкрита мережа відведення поверхневих вод має ту перевагу, що дає можливість швидкого її влаштування за невеликих витрат коштів і будівельних матеріалів. Однак за великих витрат поверхневих вод відбувається переповнення лотків, канав і кюветів. Збільшення їхніх розмірів часто не є придатним для міських вулиць, оскільки це вимагає збільшення ширини вулиць, спорудження переїзних містків чи прокладання під труб у місцях бокових з'їздів. Це створює небезпеку для транспорту і вимагає постійного нагляду.

Закрита мережа дорожча за відкриту, але є більш придатною для сучасних населених пунктів, оскільки при її влаштуванні покращуються санітарно-гігієнічні умови і благоустрій міських вулиць. Крім системи підземних колекторів, вона охоплює такі споруди: дощоприймальні колодязі з приєднувальними гілками; оглядові та перепадні колодязі, випуски, камери спеціального призначення тощо.

У системі дощового водовідведення має бути забезпечено очищення найбільш забрудненої частини поверхневого стоку, що утворюється при випаданні дощів, танення снігу і митті дорожніх покриттів [50]. Для цього кожний випуск водовідвідної мережі у водойму повинен мати очисні споруди поверхневих стічних вод [50]. За умов дотримання вимог чинного законодавства для невеликих відокремлених систем дощової каналізації з випуском у водойми, що не використовуються для питного водопостачання, допускається не передбачати очищення атмосферних вод з територій міських парків та лісопарків; покрівель будівель окремо розташованих підприємств першої групи [50], що не мають викидів забруднень в атмосферу; невеликих сельбищних територій площею до 20 га.

5.1.3 Газопроводи населених пунктів

Системи газопостачання населених пунктів як технічні комплекси, до складу яких входять газопроводи для транспортування горючих газів (разом із

міжселищними), споруди та пристрої на газопроводах, засоби захисту від електрохімічної корозії, газифіковані промислові та інші підприємства, котельні, ТЕЦ, газонаповнювальні й газозаправні станції та пункти, резервуарні, групові та індивідуальні установки зріджених вуглеводневих газів, а також газифіковані житлові та громадські будинки, повинні забезпечувати надійну та безпечну подачу горючих газів з можливістю оперативного відключення відгалужень до відособлених житлових районів, підприємств, споживачів, а також відімкнення ділянок закільцьованих газопроводів з тиском газу понад 0,005 МПа [45].

За робочим тиском газу, що транспортується, газопроводи поділяють на [45]:

– *високого тиску I категорії* – від 0,6 МПа до 1,2 МПа для природного газу та газоповітряних сумішей і до 1,6 МПа для зріджених вуглеводневих газів;

– *високого тиску II категорії* – від 0,3 МПа до 0,6 МПа;

– *середнього тиску* – від 0,005 МПа до 0,3 МПа;

– *низького тиску* – до 0,005 МПа.

За кількістю рівнів тиску подачі газу споживачам газопроводи можуть бути [45]:

– *одноступеневі* – тільки одного тиску (низького чи середнього);

– *двоступеневі* – двох тисків: середнього і низького; середнього та високого I чи II категорії; високого II категорії і низького;

– *триступеневі* – трьох тисків (високого I чи II категорії, середнього та низького);

– *багатоступеневі* – чотирьох тисків (високого I та II категорій, середнього та низького).

Зв’язок між газопроводами різних тисків, що входять до системи газопостачання, повинен здійснюватися тільки через газорегуляторні комплекси (рис. 5.2, 5.3).

Залежно від потреби у визначеному напорі газу окремі споживачі можуть підключатись до будь-якої мережі за допомогою індивідуальних регуляторних установок.

Вибір систем розподілу газу за тиском, кількістю ступенів редукування, кількістю газорегуляторних комплексів та принципом побудови систем розподільних газопроводів (кільцеві, тупикові, змішані) виконують на підставі техніко-економічних розрахунків з урахуванням обсягу, структури і щільності газоспоживання, надійності та безпеки газопостачання, а також місцевих умов будівництва та експлуатації [45].

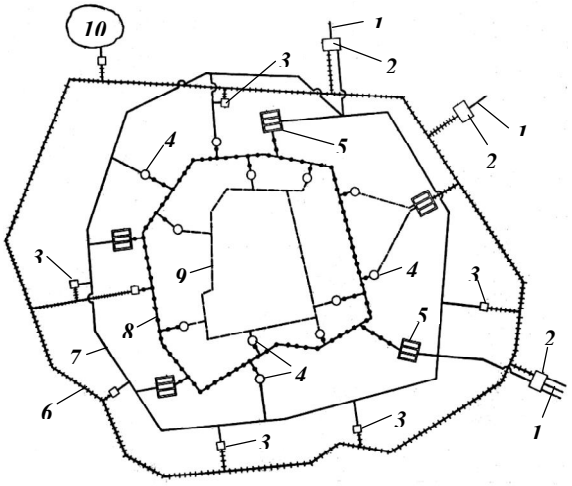


Рисунок 5.2 – Багатоступінчаста система газопостачання міста: 1 – магістральні газопроводи; 2 – газорозподільні станції магістральних газопроводів (ГРС); 3 – газорегуляторні пункти (ГРП) високого тиску; 4 – ГРП середнього тиску; 5 – газгольдерні станції (ГГС); 6–9 – трубопроводи, відповідно, високого I категорії, високого II категорії, середнього і низького тисків; 10 – підземне сховище газу

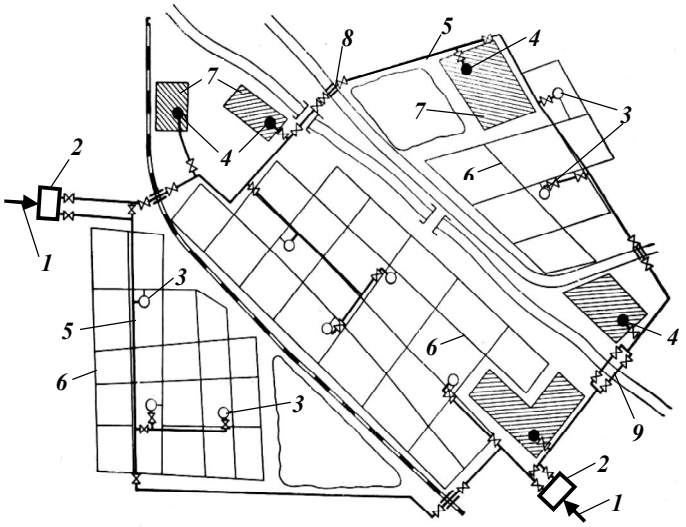


Рисунок 5.3 – Схема двохступінчастої системи газопостачання міста: 1 – магістральні газопроводи; 2 – газорозподільні станції магістральних газопроводів (ГРС); 3 – газорегуляторні пункти; 4 – газорегуляторні установки; 5 – трубопроводи середнього чи високого тиску II категорії; 6 – трубопроводи низького тиску; 7 – промислове підприємство; 8 – перехід під дорогою; 9 – дюкер

У газопроводах споживачів газу його тиск не повинен перевищувати значень [45]:

а) у житлових будинках – 0,003 МПа;

б) у котельнях, прибудованих чи вбудованих у будинки, або дахових – 0,005 МПа;

в) в окремих котельнях, виробничих будівлях або окремих побутових підприємствах (лазні, пральні, хімчистки тощо) – 0,6 МПа.

На території населених пунктів зовнішні газопроводи прокладають у ґрунті (*підземні газопроводи*), а також по фасадах будівель і опорах (*надземні газопроводи* низького тиску). На території промислових та комунально-побутових підприємств здійснюють *надземне прокладання* газопроводів більших тисків.

Не допускається прокладання газопроводів з тиском газу від 0,6 до 1,2 МПа в межах багатоповерхової житлової забудови населених пунктів, у місцях розташування і масового скупчення людей (базари, стадіони, торгові центри, культові споруди тощо) [45].

5.1.4 Системи теплопостачання

Системи теплопостачання як сукупність джерел теплової енергії (ТЕЦ та/чи районних котелень) магістральних, розподільних теплових мереж та мереж гарячого водопостачання, можуть бути [46]: *автономними, децентралізованими, помірно-централізованими та централізованими*.

За видом теплоносія (паровий, водяний, змішаний) у населених пунктах найчастіше влаштовують *водяні* системи теплопостачання [46], а за кількістю паралельно прокладених трубопроводів (одно-, дво-, три-, чотири-, багатотрубні) – *двотрубні* для теплових мереж і *одно-* чи *двотрубні* – для систем гарячого водопостачання (відповідно, *відкритих* і *закритих*). Тому в одному напрямі паралельно прокладають два, три або чотири трубопроводи [46].

У *відкритих системах* теплоносій повністю використовується споживачами (наприклад, у однотрубних системах гарячого водопостачання, у яких вода повністю розбирається споживачами). У *закритих системах* теплоносій повертається до джерела тепла, де він підігрівається, поповнюється і знову подається споживачам.

У населених пунктах влаштовують системи теплопостачання трьох категорій [46]:

1) ***перша*** – для споживачів, яким не допускається перерва у подачі теплової енергії та зниження температури повітря в приміщеннях нижче допустимого мінімуму (операційні, реанімаційні приміщення лікарень, пологові будинки, дитячі дошкільні заклади з цілодобовим перебуванням дітей, картинні галереї, хімічні та спеціальні виробництва тощо);

2) ***друга*** – для споживачів, яким допускається зниження температури повітря в опалюваних приміщеннях на період ліквідації технологічного пошкодження обладнання, але не більше за 50 год:

– житлових до +12 °С;

– громадських і адміністративно-побутових до +10 °С;

– промислових до +8 °С;

3) ***третя*** – для решти споживачів.

Вибір системи теплопостачання виконують на підставі техніко-економічного обґрунтування з урахуванням можливості поєднанням різних систем теплопостачання. Розвиток систем теплопостачання населених пунктів здійснюють згідно із затвердженими схемами теплопостачання, які переглядають кожні п’ять років [46].

Схему теплопостачання визначають на підставі техніко-економічних розрахунків з урахуванням оптимального поєднання систем централізованого, помірно-централізованого, децентралізованого та автономного теплопостачання.

Схеми теплових мереж населеного пункту чи окремого житлового масиву зображують на плані його забудови із врахуванням розташування джерел теплової енергії, рельєфу місцевості, гідрогеологічних умов, характеру планування і благоустрою міської території тощо (рис. 5.4, 5.5). З'єднання розподільних мереж із магістральними мережами має проводитись через центральні теплові пункти (ЦТП), індивідуальні теплові пункти (ІТП) або камери для секціонування [46] із встановленням у них запірної арматури.

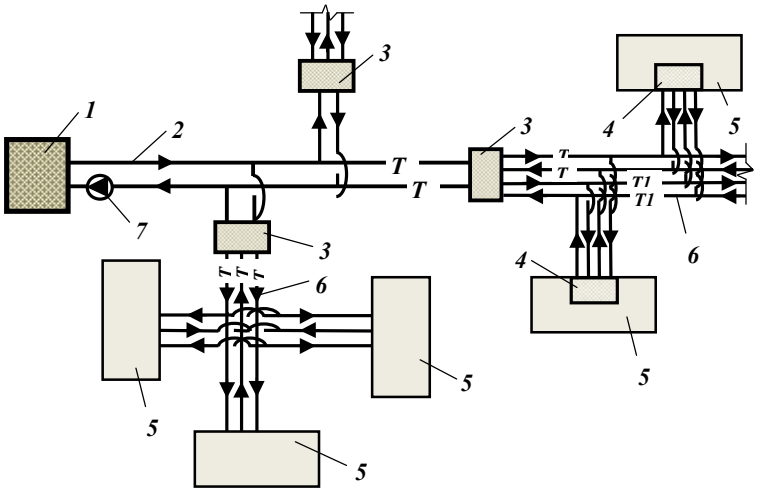


Рисунок 5.4 – Принципова схема теплопостачання житлового масиву:
1 – джерело теплопостачання; 2 – магістральна мережа; 3 – центральний тепловий пункт; 4 – індивідуальний тепловий пункт; 5 – будинок; 6 – розподільна мережа; 7 – циркуляційний насос

Розроблення схеми теплопостачання міста (району) необхідно проводити з урахуванням [46]:

– характеристик існуючої системи теплопостачання (джерел теплової енергії, теплових мереж та схеми теплопостачання із зазначенням під'єднання споживачів теплової енергії);

– існуючого житлового фонду, соціально-побутових та громадських закладів, громадських споруд та об'єктів соціально-культурного призначення та перспективи їхнього розвитку;

– даних про існуючі системи газо-, електро- та водопостачання;

– вибору місця розташування джерел теплової енергії, прокладання теплових мереж та їхнього резервування.

Схеми теплопостачання затверджують у встановленому порядку органи місцевого самоврядування у сфері теплопостачання. Термін дії затвердженої схеми – не менше п'яти років [46].

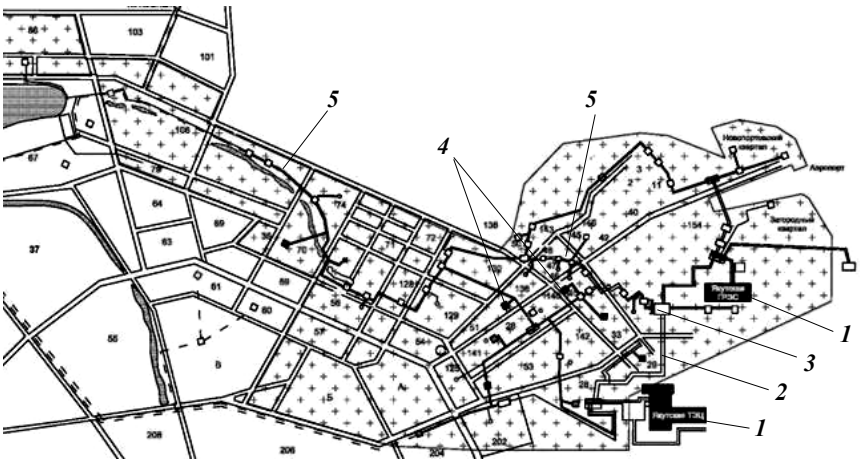


Рисунок 5.5 – Схема теплових мереж житлового масиву:
1 – джерела теплопостачання; 2 – магістральна мережа; 3 – центральний тепловий пункт; 4 – індивідуальний тепловий пункт; 5 – розподільна мережа

5.1.5 Електропостачання міста

Система електропостачання міста містить елементи енергетичної системи, що охоплює комплекс електроенергетичних споруд і ліній, основними ланками якого є (рис. 5.6): електростанції, підвищувальні трансформатори, повітряні лінії електропередач високої напруги (110 кВ або вище), понижувальні підстанції (центри живлення) з розподільними пунктами напругою 35 кВ, 20 кВ, 10 кВ або 6 кВ, розподільні лінії напругою 10 кВ (6 кВ) і 0,4 кВ, міські трансформаторні підстанції та ввідно-розподільні пристрої споживачів електроенергії.

Електрична мережа міста містить елементи системи електропостачання, що забезпечують розподіл електричної енергії споживачам на території міста після її трансформації і пересилання від електростанцій з напругою 110 кВ або вище. До складу міських електричних мереж входять:

– *районні понижувальні підстанції і мережі* – забезпечують трансформацію напруги з 110–750 кВ до 10–35 кВ, розподіл та пересилання електроенергії між населеними пунктами тощо;

– *понижувальні підстанції* населених пунктів, міських і сільських районів, підприємств – забезпечують зниження напруги до номінальних значень для окремих високовольтних (6–10 кВ) і низьковольтних (менше 1000 В) приймачів і споживачів електричної енергії та їхніх груп;

– *розподільні мережі* – забезпечують розподіл та пересилання електроенергії до окремих приймачів та електроспоживачів.

Електроприймачі відносно забезпечення надійності електропостачання поділяють на три категорії:

– *І категорії* – електроприймачі, перерва електропостачання яких може викликати: небезпеку для життя людей, значні економічні збитки, пошкодження дорогого устаткування, масовий брак продукції, розлад складних технологічних процесів чи функціонування особливо важливих ланок комунального господарства;

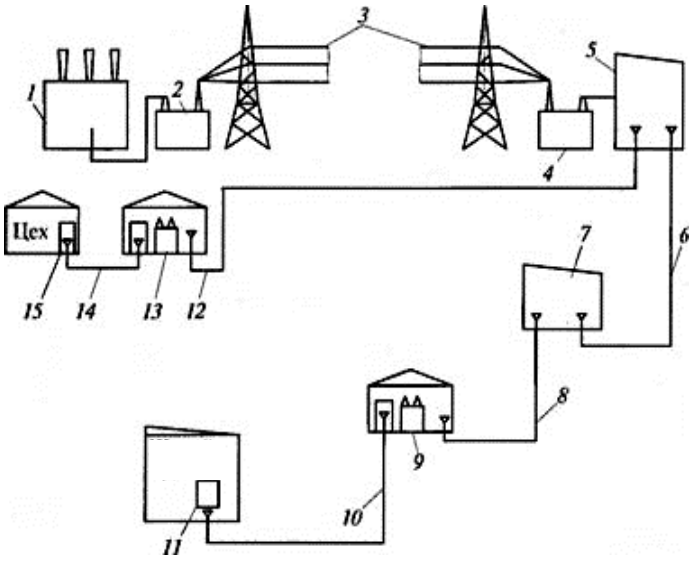


Рисунок 5.6 – Структурна схема електропостачання міста:
1 – електростанція; 2 – підвищувальна трансформаторна станція; 3 – повітряна лінія електропередач напругою 110 кВ або вище; 4 – понижувальна підстанція (центр живлення); 5, 7 – розподільні пункти; 6 – живильна кабельна лінія напругою 35, 20, 10 чи 6 кВ; 8 – розподільна кабельна лінія напругою 10 або 6 кВ; 9 – трансформаторна підстанція; 10 – розподільна мережа напругою 0,4 кВ; 11 – вводно-розподільний пристрій; 12 – кабельна лінія напругою 35 (10) кВ; 13 – головна понижувальна підстанція підприємства; 14 – розподільна мережа напругою 6 або 0,4 кВ; 15 – розподільні щити на напругу 6 і (або) 0,4 (0,22) кВ

– *ІІ категорії* – електроприймачі, перерва електропостачання яких призводить до масового недовипуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності міських і сільських жителів;

– *ІІІ категорії* – усі інші електроприймачі, що не відповідають І і ІІ категоріям.

Електроприймачів І категорії необхідно забезпечувати електроенергією від двох незалежних джерел живлення, які є взаємно зарезервованими і перерва їхнього електрозабезпечення при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення може бути тільки на час автоматичного відновлення живлення.

У складі електроприймачів І категорії виділяють *особливу групу* електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрози життю людей, вибухів, пожеж і пошкодження дорогого основного устаткування. Для цієї групи електроприймачів необхідно передбачати додаткове живлення від третього незалежного джерела живлення, яке є взаємно зарезервованим.

Електроприймачів ІІ категорії рекомендують забезпечувати електроенергією від двох незалежних взаємно зарезервованих джерел живлення. Перерва в електропостачанні від одного з джерел живлення допускається на час уві-

мкнення резервного джерела силами чергового персоналу або виїзної оперативної бригади. Допускається живлення електроприймачів II категорії по одній повітряній лінії, якщо час аварійного ремонту не перевищує 1 добу.

Для електроприймачів III категорії електропостачання може здійснюватись від одного джерела живлення, за умови ремонту і відновлення електропостачання не більше 1 доби.

Незважаючи на принципову єдність систем електропостачання міст (рис. 5.7), їхні ***схеми*** дуже різноманітні і залежать від типів і кількості споживачів, а також їхнього розташування на території міста. Вони відрізняються за рівнем напруги, схемами комутації, конструкції розподільних пристроїв, взаємного розташування електричних мереж різних напруг тощо.

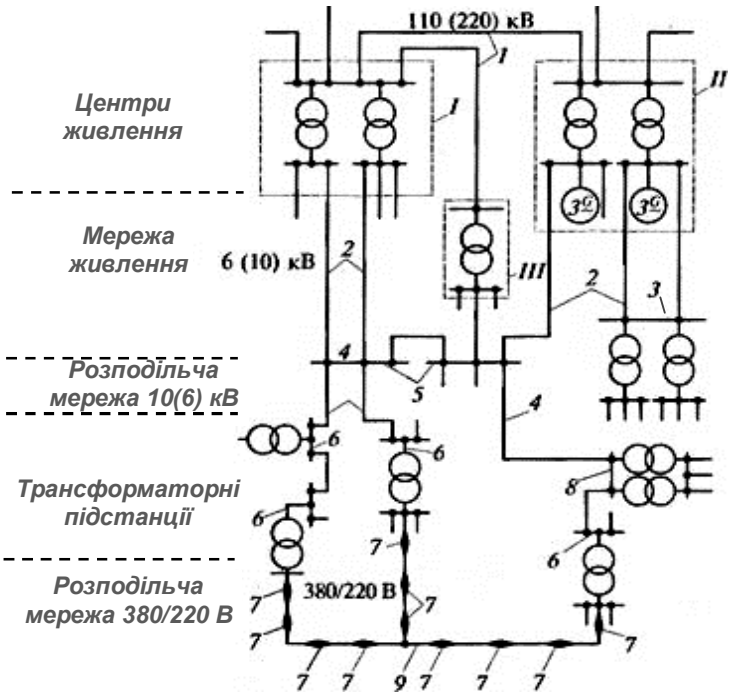


Рисунок 5.7 – Принципова схема електропостачання міста:
I – опорна понижувальна районна підстанція; II – ТЕЦ; III – підстанція глибокого вводу; 1 – повітряні або кабельні лінії напругою 110 (220) кВ; 2 – лінії живлення напругою 6 (10) кВ; 3 – трансформаторна підстанція з розподільним пунктом потужного промислового підприємства; 4 – розподільна мережа напругою 6 (10) кВ; 5 – розподільний пункт; 6 – мережева трансформаторна підстанція; 7 – вводи в житлові та громадські будівлі; 8 – трансформаторна підстанція для електропостачання промислового підприємства середньої потужності; 9 – лінії розподільної мережі напругою 380/220 В

Центрами живлення (ЦЖ) у системі електропостачання міста є опорні районні понижувальні підстанції, електростанції і підстанції глибокого вводу. Кількість і різновид ЦЖ залежать від багатьох факторів, зокрема, від розміру міста, його загального електричного навантаження, прийнятого способу теплопостачання тощо.

Підстанції глибокого вводу призначені для наближення ЦЖ до центрів електричних навантажень. Це дозволяє зменшити протяжність розподільних мереж і знизити в них втрати електроенергії. Від шин ЦЖ напругою 6 (10) кВ відходять лінії живлення, що постачають електроенергію до розподільних пунктів, які можуть бути пов’язані між собою лініями і мати одну, дві або три секції. Підстанції необхідно максимально наближа-

ти до центрів електричних навантажень районів міста, за необхідності застосовувати схеми глибоких введень напругою 35 кВ і вище.

Розподільні пункти (РП) та їхні секції можуть працювати паралельно й окремо. У разі відімкнення живильної лінії електропостачання РП може здійснюватися від сусіднього РП по лінії, що їх сполучає. За умовами надійності електропостачання і можливості відімкнення секцій ЦП для ремонтних робіт живлення РП напругою 6 (10) кВ може бути виконано за такими схемами:

– на двох лініях від різних секцій одного або від різних ЦП;

– на трьох лініях (кожна на свою секцію), дві з яких під'єднані до однієї секції ЦП, а третя – до іншої того ж або іншого ЦП.

Міські електролінії (лінії електропередач – ЛЕП) призначені для транспортування споживачам електричної енергії різної напруги. *Низьковольтні* лінії працюють під напругою до 1 кВ (~220 В; ~380 В), а *високовольтні* – понад 1 кВ (6 кВ, 10 кВ, 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ тощо). Вони передають одно або багатофазний струм по проводах або кабелях. За містом електричні мережі найчастіше влаштовують на високих опорах *у повітрі*. На території міст найбільш поширено прокладання електричних кабелів *під землею* (у траншеях під газонами, уздовж будинків і під тротуарами). У районах із щільною забудовою та розвиненими підземними комунікаціями кабелі прокладають *у колекторах і тунелях*.

У межах сельбищної території високовольтні лінії найчастіше влаштовують підземними кабельними, а низьковольтні – повітряними, підземними кабельними чи повітряно-кабельними. У *повітряних лініях* проводи закріплюють на опорах за допомогою ізоляторів. *Кабельні* лінії, змонтовані із одного або кількох кабелів, прокладають безпосередньо у землі, у кабельних каналах, трубах, на кабельних конструкціях, а також у воді чи відкрито. *Повітряно-кабельні* лінії влаштовують повітряним кабелем (електротехнічною конструкцією із скручених між собою ізольованих струмопровідних жил у загальній оболонці чи без неї, або яка має додаткову линву в середині оболонки, поза нею чи в одному пучку із скрученими жилами) підвішеним на опорах полегшеного типу.

Розподільні лінії напругою 6 (10) кВ, що відходять від кожного РП, виконані за магістральними схемами. Від цих розподільних ліній живляться трансформаторні підстанції (ТП) з одним або двома трансформаторами, які можуть бути обладнані пристроями автоматичного включення резерву. Від ТП відходять ***лінії розподільної мережі*** напругою 0,4 кВ, які в нормальному режимі працюють за розімкнутою схемою, але за необхідності можуть резервувати один одного, тому що їх пропускна здатність та обладнання ТП розраховані на додаткове навантаження.

Схема електропостачання повинна передбачати можливості її поетапного створення і подальшого розвитку без кардинального перевлаштування з використанням більш простих схем розподілу електричної енергії та застосуванням підвищеної напруги. Зокрема, для міських розподільних мереж рекомендують застосовувати напругу не нижче 10 кВ, а за розширення й реконструкції діючих мереж напругою 6 кВ – переводити їх на напругу 10 кВ.

У середніх і малих містах загальні електричні навантаження менші, тому схеми електропостачання таких міст значно спрощуються – зменшуються кількість ЦП, протяжність мережі живлення напругою 6 (10) кВ, кількість і потужність ТП.

5.1.6 Організаційно-економічні аспекти розвитку міських інженерних мереж

У сучасних населених пунктах відбуваються *зміни функціональних характеристик міських територій* (ущільнення забудови, розвиток інфраструктури закладів масового обслуговування, житлове будівництво на територіях колишніх промислових підприємств, військових частин тощо). Як наслідок, змінюються потреби у послугах міських інженерних мереж і навантаження на них.

З іншого боку, спостерігаються *зміни технічних параметрів міських інженерних мереж і споруд* у зв'язку із їхньою тривалою експлуатацією, здебільшого, старіння та зношення (погіршення стану гідро-, тепло- та електроізоляції комунікацій (труб і кабелів), збільшення гідравлічних опорів труб, зростання їх аварійності, зниження коефіцієнтів корисної дії насосних агрегатів тощо). Тому з часом виникає необхідність узгодити нові потреби споживачів та послуг для них до можливостей міських інженерних мереж та їхніх систем. Найчастіше потреби зростають, а пропускна здатність мереж – зменшується. Інколи – зменшуються і потреби (наприклад, суттєве зниження відборів води, тепла, газу і електроенергії промисловими підприємствами у зв'язку із їхнім перепрофілюванням чи ліквідацією), і пропускна здатність мереж. У будь-якому випадку *проблему оптимізації містобудівного перетворення територій потрібно вирішувати спільно з розвитком інженерних систем життєзабезпечення міста*.

Розвиток міських інфраструктур інженерного забезпечення необхідно проводити із врахуванням наявного потенціалу існуючих мереж і споруд, який створювався протягом десятків попередніх років і становить третину вартості всієї міської забудови. У містах України інженерна інфраструктура формувалась виходячи з потреб як наявних міських об'єктів, так і тих, що повинні були будуватись у перспективі. Тому нинішні міські системи інженерного забезпе-

чення мають і певний резерв в одній частині міста і недостатню розвиненість чи пропускну здатність в іншій.

Отже, виходячи із сучасних тенденцій формування міської забудови, стану об'єктів систем інженерного забезпечення та вимог чинної нормативної документації [8, 45, 46, 48, 50, 70, 74, 93], розвиток міських інженерних мереж потрібно проводити на підставі:

– *випереджувального характеру* розвитку інженерної інфраструктури під час формування міської забудови;

– *перманентної реконструкції* за проектами оптимізації кожної системи інженерного забезпечення, що передбачають її розвиток для всього міста;

– оптимізаційних розрахунків та схем кожної системи інженерного забезпечення, що уточнюються кожні 2–5 років.

Водночас ефективність того чи іншого варіанта розвитку системи інженерного забезпечення варто проводити за техніко-економічними розрахунками із врахуванням життєвого циклу капіталу [101, 102]. Для цього можливим є використання таких величин, як *чистий дисконтований дохід* (чиста нинішня вартість), *коефіцієнт дисконтування* (норма прибутку), *термін окупності.* Зокрема, ***чистий дисконтований дохід*** ($Ч_{дд}$) визначають за формулою:

$$Ч_{дд} = \sum_{t=0}^{T} \frac{P_t}{(1+e)^t}, \tag{5.1}$$

де t – роки реалізації проекту ($t = 0...T$); e – норма прибутку або коефіцієнт дисконтування; P_t – чистий грошовий потік у t–му періоді (році), який є різницею між сумою притоків (прибутків) $П_t$ і відтоків (затрат) B_t, що містять необхідні для реалізації проектів капітальні та поточні затрати без повторного визначення однакових витрат [102].

Під час порівняння варіантів влаштування систем інженерного забезпечення їх капітальні та поточні затрати повинні враховуватись без повторного визначення однакових витрат і містити [101, 102] будівельну вартість (капітальні затрати) K_t та експлуатаційні витрати $B_{екс_t}$, що є складовими тарифу на воду (тепло, газ, електроенергію) чи послугу C_{m_t} (амортизаційні відрахування, вартість електроенергії, витрати на заробітну плату та інші відрахування):

$$P_t = П_t - B_t = П_t - K_t - B_{екс\,t}. \tag{5.2}$$

Отже,

$$Ч_{дд} = \sum_{t=0}^{T} \frac{П_t - K_t - B_{екс_t}}{(1+e)^t} = П_н - B_н, \tag{5.3}$$

де $П_н$ і $В_н$ – дисконтовані величини прибутку і сумарних витрат на початок реалізації проекту, тобто, за $t = 0$.

Величини дисконтованих прибутків можна визначати за формулою:

$$П_н = \sum_{t=0}^{T} \frac{П_t}{(1+e)^t} = \sum_{t=0}^{T} \frac{Wp_t \cdot Cm_t}{(1+e)^t}, \qquad (5.4)$$

де Wp_t – реалізована кількість одиниць продукції (води, тепла, газу, електроенергії) чи наданих послуг за t-й рік, од./рік; Cm_t – тариф одиниці продукції чи послуги в t-му році, грн/од.

Для технічно рівнозначних варіантів влаштування системи інженерного забезпечення (однакова продуктивність та кількість реалізованої продукції чи послуги Wp_t та тарифів на них Cm_t) значення прибутків $П_н$, які визначаються за формулою (5.4), будуть однаковими ($П_н = const$). Отже, економічно вигідним завжди буде той варіант розвитку системи інженерного забезпечення, для якого сумарні витрати на початок реалізації проекту будуть мінімальними:

$$В_н = \sum_{t=0}^{T} \frac{К_t + Вексп_t}{(1+e)^t} \rightarrow min. \qquad (5.5)$$

Такий підхід не тільки спрощує розрахунки, але й відмежовує їх від тарифної і соціальної політики в умовах ринкової економіки. Фактично визначений варіант завжди буде економічно вигідним, незалежно від того, є системи інженерного забезпечення прибутковими, чи дотаційними.

Запитання для самоконтролю

1. *Яке призначення мають системи інженерного життєзабезпечення сучасного міста?*
2. *Які види міських інженерних мереж Ви знаєте?*
3. *Що таке система подачі і розподілення води?*
4. *Як влаштовують протипожежні водопроводи у містах?*
5. *Які типи протипожежних водопроводів влаштовують у населених пунктах?*
6. *Призначення і види систем водовідведення населених пунктів.*
7. *Як влаштовано дощове водовідведення у містах України?*
8. *Що таке відкрита і закрита мережа водовідведення?*
9. *Які споруди входять до складу системи газопостачання населених пунктів?*
10. *Які величини максимальних тисків потрібно забезпечити у будівлях основних споживачів газу?*
11. *Як влаштована багатоступінчаста система газопостачання міста?*
12. *Як прокладають зовнішні газопроводи на території населених пунктів?*
13. *Які об'єкти входять до складу системи теплопостачання?*
14. *Які категорії систем теплопостачання Ви знаєте?*
15. *Що зображують на схемі теплопостачання?*
16. *Які елементи входять до складу системи електропостачання міста?*

17. *Що входить до складу електричної мережі міста?*
18. *Назвіть категорії електроприймачів у місті.*
19. *Які об'єкти зображають на схемі електропостачання міста?*
20. *Основні типи міських електроліній.*
21. *Які функціональні зміни відбуваються у забудові сучасних міст?*
22. *Як змінюються технічні параметри міських інженерних мереж і споруд з часом?*
23. *На якій основі потрібно проводити розвиток міських інженерних мереж?*
24. *Як визначити економічно вигідний варіант розвитку системи інженерного забезпечення міста?*
25. *Що таке дисконтований дохід, прибуток і сумарні витрати?*

5.2 Влаштування інженерних мереж під час планування й забудови міст

У процесі проектування інженерної мережі будь-якого призначення важливе значення має визначення її структури, конструктивних і функціональних параметрів. Для цього на основі розрахункової схеми мережі проводять її розрахунки (техніко-економічні, гідравлічні, теплотехнічні, електротехнічні), у результаті яких визначають діаметри труб (перерізи кабелів), а також параметри роботи мережі у взаємодії з іншими елементами системи інженерного забезпечення, а саме витрати води (газу, тепла чи струму), втрати напорів (тисків, тепла, напруги), вільні напори (тиски, значення температури, напруги) тощо. За цими параметрами ведуть контроль допустимих режимів роботи мереж та їхніх елементів. Їх також застосовують для розрахунків інших споруд, що взаємодіють із інженерною мережею у складі системи інженерного забезпечення.

5.2.1 Трасування і складання розрахункових схем мереж

Структуру інженерної мережі визначають схемою розташування її комунікацій (трубопроводів чи кабелів) на плані населеного пункту, місцями підключення споруд (насосних станцій, напірно-регулювальних споруд, газорозподільних пунктів, теплових пунктів, трансформаторних підстанцій тощо), місцями розбору з мережі води, тепла, газу чи електроенергії. Остовом структури мережі є її розрахункова схема, яка становить графічне поєднання «розрахункових вузлів» та «розрахункових ділянок» мережі.

Розрахункову схему існуючої мережі формують на підставі плану розташування трубопроводів (чи кабелів) та інших споруд конкретної системи інженерного забезпечення на території населеного пункту, а в окремих випадках – і за його межами. Для цього виділяють магістральні лінії (що мають найбільші діаметри і несуть найбільше навантаження в місці їхнього розташування) і визначають вузли мережі (у місцях перетину магістральних ліній, під'єднання найбільшої кількості споживачів і розподільних ліній тощо) [102].

Розрахункову схему проектної мережі складають на основі трасування магістральних ліній, яке проводять залежно від функціонального призначення мережі; планувальної структури території населеного пункту; розташування на цій території окремих споживачів; розміщення точок живлення мережі (підключення до мережі насосних станцій, водоводів, башт, ГРП тощо); рельєфу місцевості; природних та штучних перешкод; вимог щодо надійності, категорії системи інженерного забезпечення тощо.

Під час трасування інженерних мереж різного призначення необхідно враховувати специфічні вимоги щодо їхнього функціонування та надійності роботи, які регламентуються чинними нормативами [8, 45, 46, 48, 50, 93].

Водопровідні мережі розташовують по всій території об'єкта водопостачання з метою доставки води до кожного її споживача під час їхнього трасування керуються такими рекомендаціями [101, 102]:

1) ***магістральні лінії*** влаштовують кільцевими (замкненими), але їхня сумарна довжина має бути щонайменшою;

2) *головні магістральні лінії* направляють найкоротшим шляхом від точок живлення до найкрупніших водоспоживачів, а також до водонапірних башт, резервуарів і насосних станцій;

3) магістральні лінії доцільно прокладати по найвищих відмітках місцевості, що дозволяє підтримувати вільні напори на рівні необхідних як у магістральних, так і розподільних лініях;

4) водопровідні лінії прокладають по вулицях, дорогах і проїздах паралельно лініям забудови і, якщо можливо, на їх обочинах за межами дорожніх покриттів, що забезпечує кращий доступ і умови їхнього ремонту;

5) перетин природних чи штучних перешкод (ріки, автомобільні шляхи, залізниці) здійснюють, переважно, під прямим кутом;

6) ***розподільні лінії*** влаштовують кільцевими чи тупиковими, прокладаючи їх практично на кожній вулиці чи дорозі для розміщення на них пожежних гідрантів [8];

7) *тупикові* можуть влаштовуватись для подачі води [8]:

– *на виробничі потреби* – за умови припустимості перерви у водопостачанні на час ліквідації аварії;

– *на господарсько-питні потреби* за діаметрів труб не більше ніж 100 мм;

– *на протипожежні* або господарські потреби за довжини ліній не більше ніж 200 м та за наявності у кінці тупика споживача з постійним відбором води (у населених пунктах з кількістю жителів до 5 тисяч і при витраті води на

зовнішнє пожежогасіння до 10 л/с або за кількості внутрішніх пожежних кранів у будівлі до 12 дозволяються тупикові лінії довжиною понад 200 м за умови влаштування в кінці тупика протипожежних резервуарів чи водойм або водонапірної башти з розрахунковим пожежним запасом води).

Розрахункову схему водопровідної мережі складають тільки для магістральних ліній (рис. 5.8) з метою проведення техніко-економічних і гідравлічних розрахунків мережі, у процесі яких визначають конструктивні (матеріал, діаметри і клас труб) та функціональні параметри (напори, витрати й швидкості води тощо).

Кількість вузлів на розрахунковій схемі має бути мінімальною, але достатньою для моделювання водовідбору відповідно до фактичних режимів розбору води із водопровідної мережі. Усі вузли схеми нумерують, наприклад, послідовно.

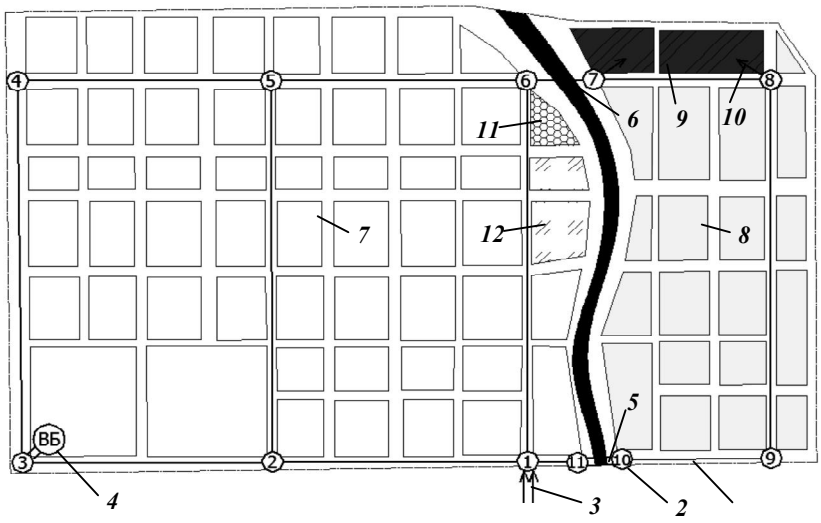


Рисунок 5.8 – Розрахункова схема водопровідної мережі:
1 – ділянки мережі; 2 – вузли та їхні номери; 3 – водоводи від насосної станції; 4 – водонапірна башта; 5 – дюкер; 6 – акведук; 7 – квартали багатоповерхової житлової зони; 8 – квартали малоповерхової житлової зони; 9 – промислове підприємство; 10 – вводи на підприємство; 11 – громадський заклад; 12 – парк

Мережі газопостачання розташовують на плані забудови населеного пункту за умови транспортування газу найкоротшим шляхом і з урахуванням таких чинників:

1) місць розташування газорозподільних станцій (ГРС), що зв'язують магістральні газопроводи з міською газовою мережею;
2) розташування споживачів газу на плані міста;
3) характеру планувальної забудови міської території;
4) планування кварталів уздовж траси газопроводу;
5) категорії вулиць і доріг уздовж траси газопроводу;
6) ширини проїздів і видів дорожнього покриття;
7) наявності вздовж трас різних споруд та перешкод;
8) рельєфу місцевості.

Трасування мереж розпочинають з попереднього визначення місць розміщення газорегуляторних пунктів та установок для зосереджених споживачів (промислових і великих комунально-побутових підприємств, ТЕЦ, котелень), а також мережевих ГРП, що обслуговують мережу низького тиску.

Необхідна кількість ГРС і ГРП повинна визначатись техніко-економічним розрахунком. На практиці приймають одну ГРС на кожні 200–300 тисяч жителів міста, а ГРП – залежно від радіусу дії (від 400 м до 1 000 м) і пропускної здатності (500–3 000 м^3/год). За менших витрат (до 900 м^3/год) застосовують шафові регуляторні пункти (ШРП) з радіусом дії 50–250 м.

Газопроводи *високого тиску* трасують в околицях населеного пункту або в районах із малою щільністю населення, а газопроводи *середнього* і *низького тиску* – по усіх вулицях. Основні лінії газових мереж влаштовують кільцевими, а вводи до окремих споживачів, чи їхніх груп – тупиковими. Зв'язок між газопроводами різних тисків повинен здійснюватись тільки через ГРП [45].

Зовнішні газопроводи на території населених пунктів передбачають зазвичай *підземними*. *Надземне* та *наземне* прокладання зовнішніх сталевих газопроводів допускається всередині житлових кварталів та подвір'їв, на ділянках траси по вулицях (проїздах) у разі неможливості підземного прокладання через насиченість підземними комунікаціями, наявність скельних ґрунтів, що виходять на поверхню, а також за перетинання газопроводами природних перешкод (рік, струмків, ярів, балок тощо). Надземне прокладання зовнішніх газопроводів погоджують з місцевими органами містобудування та архітектури [45].

Лінії газових мереж зазвичай потрібно прокладати у відведених для інженерних комунікацій технічних зонах, смугах зелених насаджень паралельно червоним лініям доріг або вулиць, поза проїзною частиною. Варто враховувати також розташування інших підземних споруд, наявність удосконалених дорожніх покриттів та інших елементів міського благоустрою. Не рекомендується траси мереж із металевих трубопроводів намічати уздовж електрифікованих залізничних і трамвайних колій для запобігання їхньої корозії блукаючими струмами.

Під час вибору варіантів трас газопроводів перевагу потрібно віддавати тим варіантам, у яких ступінь негативного впливу газопроводів та споруд на них на навколишнє природне середовище буде мінімальним [45] і які мають кращі техніко-економічні показники.

Розрахункові схеми газових мереж складають окремо для мереж різних тисків з метою проведення їх гідравлічних розрахунків. Їх створюють на основі проведеного трасування газових мереж і розташування ГРС, ГРП та ГРУ, а для

мереж низького тиску і всіх споживачів (житлових будинків, громадських і комунальних закладів та підприємств).

У розрахункові схеми мереж високого і середнього тисків включають зазвичай всі лінії кільцевих мереж, а низького тиску – тільки основні, що несуть найбільше навантаження – для головних транспортних магістралей. Для гідравлічно незалежних мереж, що не мають з'єднувальних трубопровідних ліній хоча б з одним вузлом мереж сусідніх районів, складають окремі розрахункові схеми (першочергово, мереж низького, а потім середнього тиску). Для мережі, схема якої наведена на рисунку 5.3, – три розрахункових схеми мереж низького тиску та одна середнього чи високого тиску II категорії. Гідравлічного зв'язку між мережами низького тиску немає, а з мережею вищого тиску – здійснюється через ГРП.

Теплові мережі трасують на підставі детального плану забудови населеного пункту чи його житлового масиву залежно від:

1) розташування джерел теплопостачання (ТЭЦ, котелень);

2) радіуса дії проектної мережі;

3) характеру планувальної забудови міської території;

4) рельєфу місцевості;

5) гідрогеологічних умов тощо.

Для правильного вибору траси теплових мереж, що дає якнайкраще рішення з технічного, економічного та екологічного погляду, необхідно враховувати:

1) у містах та інших населених пунктах виконують зазвичай *підземне прокладання* теплових мереж (*безканальне* із попередньо ізольованих трубних секцій, *у каналах*, *у тунелях* спільно чи роздільно з іншими інженерними мережами) [46];

2) магістральні мережі потрібно прокладати поблизу центрів теплових навантажень, їхні траси повинні бути, якщо можливо, прямолінійними і мати найкоротші відстані;

3) теплові мережі не повинні проходити через території:

– цвинтарів, смітників, скотомогильників, місць поховання радіоактивних відходів, землеробних полів зрошування, полів фільтрації та інших ділянок, що становлять загрозу хімічного, біологічного та радіоактивного забруднення теплоносія;

– дитячих ігрових і спортивних майданчиків, пішохідних доріжок і садово-паркової зону лікувальних закладів;

– затоплюваних районів міст, а також територій з високими рівнями ґрунтових вод.

Під час трасування теплових мереж необхідно враховувати розташування інших підземних споруд, наявність удосконалених дорожніх покриттів та інших елементів міського благоустрою. Підземні траси теплових мереж не варто намічати уздовж електрифікованих залізничних і трамвайних колій для запобігання електрокорозії металевих трубопроводів. Не рекомендується траси мереж розташовувати на місці наміченої забудови, вони не повинні заважати роботі транспортної системи міста і забезпечувати зручності під час проведення ремонтних робіт.

Підземне прокладання теплової мережі допускається приймати спільно з іншими інженерними мережами [46]:

– *у непрохідних каналах* – з водопроводом, трубопроводами стисненого повітря тиском до 1,6 МПа, мазутопроводами, контрольними кабелями, призначеними для обслуговування теплових мереж;

– *у тунелях* (прохідних каналах) – із водопроводами діаметром до 500 мм, кабелями зв'язку, силовими кабелями напругою до 10 кВ, трубопроводами стисненого повітря тиском не більше 1,6 МПа, трубопроводами напірної каналізації.

Прокладання трубопроводів теплових мереж у каналах і тунелях з іншими інженерними мережами, окрім зазначених, не допускається.

Уздовж трас теплових мереж встановлюють *охоронні зони* [46] у вигляді земельних ділянок шириною не менше ніж 3 м у кожний бік від краю каналу, тунелю чи зовнішньої поверхні теплоізольованого теплопроводу. У межах охоронних зон не допускається виконувати роботи, які можуть призвести до порушень нормальної роботи теплової мережі та її пошкоджень [46].

Розрахункова схема теплової мережі складається на основі її траси із врахуванням ролі ділянок у системі теплопостачання, розміщення теплових пунктів, підключень до мережі споживачів, природних і штучних перешкод. Розрахункові схеми для магістральної і розподільних мереж, найчастіше, складають окремо, керуючись тими саме правилами, що і для водопровідної мережі.

Мережі водовідведення трасують у межах басейнів каналізування, межі яких визначають за рельєфом місцевості та проектом вертикального планування території населеного пункту. Вони зазвичай співпадають з лініями вододілів. Крім того, вибирають місця розташування каналізаційних очисних споруд (КОС), випуску очищених стічних вод у водойми, а за необхідності, і місця розташування каналізаційних насосних станцій. Очисні споруди розташовують пе-

реважно нижче населеного пункту за течією водойми із забезпеченням санітарно-захисних зон до житлової забудови.

Очисні споруди поверхневих стічних вод необхідно проектувати для кожного водозбірного басейну, який має випуск у водойму [50].

Трасування мереж здійснюють у такій послідовності:

1) територію населеного пункту розділяють лініями вододілів на басейни каналізування;

2) по знижених місцях кожного басейну каналізування трасують їхні збірні колектори;

3) уздовж річок і тальвегів трасують головні колектори, перехоплюючи колектори басейнів каналізування, по яких стічні води відводять на КОС і після очищення скидають у водойму;

4) трасують вуличні мережі з таким розрахунком, щоб кожна гілка вуличної мережі мала мінімальну довжину.

Трубопроводи водовідведення потрібно укладати прямолінійно. У місцях приєднань, а також зміни напрямку, ухилів і діаметрів варто передбачати влаштування колодязів. Кут повороту потоку стічних вод у плані має бути не більше 90°. За необхідності більшого кута повороту потрібно передбачати перепадні колодязі. Проектуючи трасу каналізаційної мережі, необхідно уникати або зводити до мінімуму кількість перетинів із залізничною колією, підземними спорудами та водними перешкодами.

Основні колектори водовідведення прокладають найкоротшим шляхом і якомога ближче до користувачів міської каналізації, по вулицях, дорогах чи проїздах найближче до кварталів міської забудови за трьома основними схемами (рис. 5.9).

Трасування з понижених сторін кварталів передбачає влаштування вуличних мереж лише уздовж понижених сторін кварталів. Цю схему застосовують за значного спадання рельєфу місцевості з ухилами поверхні землі до однієї або двох меж кварталу 0,008–0,01 і більше.

За охоплюючою схемою трасування вуличні мережі прокладають по вулицях з кожної сторони кварталу. Цю схему застосовують за плаского рельєфу місцевості з ухилом – 0,005–0,007 та великих розмірів кварталів.

За черезквартальною схемою вуличні мережі прокладають усередині кварталів прямолінійно або з мінімальною кількістю кутів поворотів. Ця схема дозволяє значно скоротити довжину мереж і вартість їхнього будівництва, але створює певні труднощі під час експлуатації.

Самопливні та вакуумні мережі каналізації проектуються переважно в одну лінію [50]. Кількість напірних каналізаційних трубопроводів визначають залежно від категорії надійності каналізаційної насосної станції [50]. Для населених пунктів першої категорії, у яких не допускається перерва або зниження подачі стічних вод (крім зниження подачі під час включення резервного обладнання), найчастіше влаштовують у дві нитки.

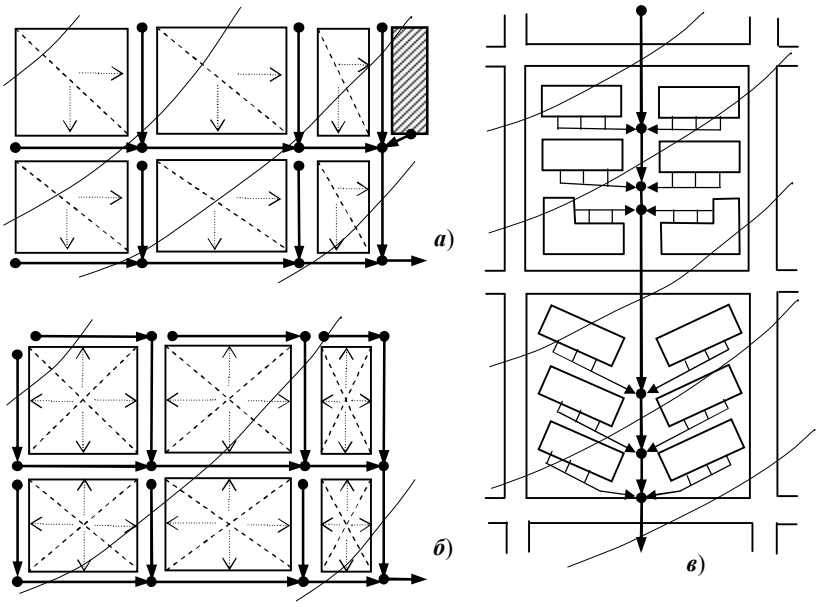


Рисунок 5.9 – Схеми трасування каналізаційних мереж:
а) з понижених сторін кварталів; б) охоплююча; в) черезквартальна

5.2.2 Визначення матеріалу та діаметрів труб

Труби *– пустотілі вироби кільцевого перетину з відносно великою довжиною порівняно з ним*. Для влаштування міських інженерних мереж використовують труби, які за основними ознаками поділяються на [101]:

– *за робочим тиском у середині труб*: ***напірні*** та ***безнапірні***;

– *за матеріалом*: ***металеві*** (сталеві та чавунні) і ***неметалеві*** (пластмасові, залізобетонні, керамічні, азбестоцементні);

– *за призначенням*: ***водопровідні***, ***газові***, ***каналізаційні*** тощо;

– *за способами з'єднань*: ***розтрубні***, ***зварні***, ***муфтові*** (різьбові, клейові, з гумовими ущільнювачами, приварні та насувні), ***фланцеві***, ***фальцеві***.

Крім того, *різні види труб* поділяють за способом виготовлення, товщиною стінки і відповідного класу чи типу труб, величиною стандартних діаметрів тощо.

На кожний вид труб затверджено державні стандарти (ДСТУ, ГОСТ, ТУ). У них вказуються вимоги до матеріалу труб (параметрів міцності та хімічного складу; наприклад, водопровідні труби повинні мати маркування «Питна» і в контакті з водою не погіршувати її якості), діаметри (умовного проходу, зовнішній та внутрішній), товщини стінок, довжини (стандартних відрізків, у бухтах чи на котушках).

Матеріал і клас міцності труб необхідно вибирати залежно від способу прокладання, умов роботи трубопроводів та відповідно до вимог чинних нормативів, що регламентують їхнє застосування в системі інженерного забезпечення відповідного призначення [8, 45, 46, 48, 50].

Газові трубопроводи

Вибір матеріалу труб газопроводів, що прокладають у населених пунктах, потрібно здійснювати на підставі техніко-економічного обґрунтування з урахуванням корозійної агресивності ґрунтів та наявності блукаючих струмів [45]. Для будівництва міських газових мереж з тиском до 0,6 МПа використовують *сталеві* електрозварні прямошовні труби (ГОСТ 10705-91). Газопроводи високого тиску до 1,2 МПа влаштовують із безшовних гарячедеформованих труб (ГОСТ 8732-78*). Із безшовних холоднодеформованих труб (ГОСТ 8733-74 і ГОСТ 8734-75) будують особливо відповідальні ділянки газопроводів високого і середнього тисків (переходи через перешкоди – ріки, під автодорогами, залізницями тощо). Водогазопровідні труби (ГОСТ 3262-75) використовують для будівництва зовнішніх і внутрішніх газопроводів низького тиску.

З'єднання сталевих труб передбачають переважно зварними. Роз'ємні (фланцеві та різьбові) з'єднання влаштовують у місцях встановлення трубопровідної арматури, конденсатозбірників і гідрозатворів, у місцях приєднання контрольно-вимірювальних приладів і обладнання електрозахисту від корозії [45].

Підземні сталеві газопроводи потрібно захищати від ґрунтової корозії і корозії блукаючими струмами. Вони повинні мати захисне ізоляційне покриття дуже посиленого типу [45].

Надземні сталеві газопроводи потрібно захищати від атмосферної корозії покриттям, що складається з двох шарів ґрунтовки та двох шарів фарби, лаку або емалі, призначених для зовнішніх робіт за температури зовнішнього повітря району будівництва [45].

Поліетиленові труби застосовують для підземних газопроводів, що транспортують природний газ (ДБН В.2.5-41:2009):

- високого тиску I категорії – за тиску не більше 1,0 МПа;
- високого тиску II категорії – за тиску 0,3–0,6 МПа;
- середнього тиску – за робочого тиску газу від 0,005–0,3 МПа;
- низького тиску – за робочого тиску газу до 0,005 МПа.

На території населених пунктів газові мережі із поліетиленових труб потрібно передбачати [45] для міст – тиском до 0,3 МПа; для селищ і сіл та на міжселищних газопроводах – тиском до 0,6 МПа.

Не допускається застосовувати поліетиленові труби [45] для транспортування газів, що містять ароматичні та хлоровані вуглеводні, а також парові і рідкі фази зріджених газів; для наземних та надземних газопроводів; у тунелях та колекторах; на підроблюваних територіях.

Поліетиленові труби (ДСТУ Б В.2.7-73-98) випускають у прямих відрізках довжиною 5–12 м, бухтах (діаметрами до 90 мм) та на котушках (діаметрами до 160 мм). Порівняно зі сталевими поліетиленові труби мають такі переваги: меншу питому масу, менший гідравлічний опір, стійкість проти корозії.

З'єднання поліетиленових труб здійснюється методом зварювання в стик або в розтруб нагрітим інструментом чи терморезисторним (електромуфтовим) зварюванням.

Зовнішні газові мережі на території населених пунктів передбачають, здебільшого, підземними. Надземне та наземне прокладання допускається із сталевих труб у середині житлових кварталів та подвір'їв, на ділянках траси по вулицях, де неможливе підземне прокладання через насиченість підземними комунікаціями, наявність скельних ґрунтів, що виходять на поверхню, а також при перетині газопроводами природних перешкод (рік, струмків, ярів, балок тощо). Надземне прокладання зовнішніх газопроводів необхідно узгоджуватися з місцевими органами містобудування та архітектури [45].

На території промислових підприємств прокладання сталевих зовнішніх газопроводів потрібно здійснювати зазвичай надземним.

Розрахункові діаметри трубопроводів газових мереж необхідно визначати гідравлічним розрахунком за умови забезпечення безперебійного газопостачання всіх споживачів у години максимального споживання газу [45].

Для визначення діаметрів труб газових мереж з транспортування потрібної кількості газу при заданих перепадах тиску в системі необхідно підготувати (визначити, розрахувати) такі вихідні дані:

– розрахункову схему мережі;

– кількість і місця розташування ГРС (тільки для мережі найвищого тиску), ГРП і ГРУ;

– витрати подачі газу у точках живлення: ГРС – для мережі найвищого тиску; ГРП і (чи) ГРУ – для мереж нижчих тисків;

– витрати газу в точках споживання газу: ГРП і (чи) ГРУ – для мереж високого і середнього тисків; зосереджені та розосереджені споживачі газу – для мереж низького тиску;

– витрати газу та розрахункові втрати тиску на ділянках мережі.

Необхідну кількість ГРС, ГРП і ГРУ встановлюють за фактом їхнього розташування на території населеного пункту або визначають техніко-економічним розрахунком залежно від газового навантаження тощо. Місця їхнього розташування, а відповідно і точки під'єднання до газової мережі, вибирають залежно від їхнього типу, плану забудови кварталів, вимог щодо мінімальних відстаней до елементів житлової забудови [45]. Для мереж середнього і, особливо, низького тисків бажано, щоб точка під'єднання була якомога ближче до найбільших споживачів газу і центру розрахункової мережі.

Розрахункові витрати газу в точках розташування кожного ГРП і (чи) ГРУ визначають розрахунками за їхньою кількістю і газовим навантаженням у мережах нижчого рівня. Вузлові витрати газу в мережі низького тиску визначають пропорційно довжинам ділянок або кількості споживачів у зоні впливу кожного вузла [101].

Витрати газу на ділянках мережі визначають за результатами попереднього потокорозподілу [101]. Розподіл газу починають із тупикових ділянок, а продовжують від точок живлення.

Розрахункові (максимально допустимі) втрати тиску в газопроводах високого та середнього тисків приймаються в межах категорії тиску, прийнятого для газопроводу [45]. Розрахункові сумарні втрати тиску газу в газопроводах низького тиску (від ГРП до найбільш віддаленого приладу споживача) приймаються не більш 180 даПа (*дека-паскаль* – 1 даПа = 10 Па), зокрема у розподільних газопроводах 120 даПа, газопроводах-вводах і внутрішніх газопроводах – 60 даПа [45].

Попередньо, як вихідну величину, діаметри труб газових мереж визначають [45] за формулою:

$$d = 0{,}36238\sqrt{\frac{Q(273+t)}{P_{cp}\cdot V}}, \qquad (5.6)$$

де d – розрахунковий внутрішній діаметр трубопроводу, мм; Q – витрата газу, м^3/год, на ділянці за температури 0 °С та тиску 0,10132 МПа; t – температура газу, °С; P_{cp} – середній тиск газу (абсолютний) на ділянці, МПа; V – швидкість газу в трубопроводі, м/с.

Швидкості руху газу при гідравлічному розрахунку надземних та внутрішніх газопроводів, варто приймати не більше: 7 м/с – для газопроводів низького тиску; 15 м/с – для газопроводів середнього тиску; 25 м/с – для газопроводів високого тиску [45].

За отриманими величинами попередніх діаметрів труб приймають їхні стандартні значення, які уточнюють із врахуванням сумарних втрат тисків від

джерел живлення до найбільш віддалених споживачів газу. Для цього виділяють головну магістраль (з найбільшими витратами газу та сумарною довжиною ділянок). Для головної магістралі за формулами [45], або побудованими на їхній основі номограмами, визначають втрати тисків на ділянках. За необхідності, корегують діаметри труб, так, щоб сумарні втрати тисків не перевищили допустимі. Тиски у вузлах не повинні бути нижче мінімальних розрахункових. Діаметри відгалужень у напрямах подачі газу від головної магістралі визначають із врахуванням наявних тисків у точках під'єднань.

На практиці уточнення діаметрів труб розпочинають із визначення середніх питомих втрат тиску $R_{ср}$ чи їхніх коефіцієнтів $\alpha_{ср}$ по головній магістралі та кожному напряму подачі газу від неї. Для мережі *низького тиску* середні питомі втрати тиску визначають за формулою:

$$R_{ср} = \frac{\Delta P_{доп}}{1{,}1 \cdot \sum_i L_i}, \tag{5.7}$$

де $\Delta P_{доп}$ – допустимі розрахункові втрати тиску газу за напрямом (не більше 1 200 Па), Па; *1,1* – коефіцієнт, що враховує додаткове падіння тиску від місцевих опорів (колін, трійників, запірної арматури тощо) [45]; $\sum L_i$ – сума всіх геометричних довжин ділянок вибраного напряму, м.

Для газових мереж *високого і середнього тисків* обчислюють орієнтовне значення коефіцієнта втрат тиску за формулою:

$$\alpha_{ср} = \frac{P_n^2 - P_к^2}{1{,}1 \cdot \sum_i L_i}, \tag{5.8}$$

де P_n і $P_к$ – тиски, відповідно, на початку і в кінці магістралі, кПа.

За допомогою номограм залежно від витрат газу на ділянках Q і питомих втрат тиску $R_{ср}$ чи коефіцієнтів $\alpha_{ср}$ встановлюють діаметри газопроводу і дійсні значення питомих втрат тиску R чи коефіцієнтів α, потім за їхніми величинами і втрати тиску газу на ділянках ΔP.

Теплові мережі

Матеріал труб теплових мереж приймають залежно від параметрів теплоносія і місця трубопроводу в системі теплопостачання [46]. Наприклад, для *магістральних трубопроводів* варто застосовувати труби сталеві безшовні або електрозварні. Для будівництва і реконструкції магістральних і розподільних теплових мереж необхідно переважно застосовувати попередньо теплоізольо-

вані труби, фасонні вироби та арматуру, у яких провідними можуть бути труби сталеві, поліпропіленові ПП-80 типу 3 або структурованого поліетилену РЕ-Х згідно з ДСТУ Б В.2.5-31.

Для *розподільних теплових мереж* з робочим тиском $P \leq 1{,}6$ МПа здебільшого застосовують попередньо теплоізольовані труби, стійкі до корозії залежно від проектної температури теплоносія (води) $t_в$:

– за $t_в \leq 115$ °С – труби з реактопластів (вуглепластиків та високотемпературних склопластиків на основі епоксидних смол), сталеві труби та труби з ковкого чавуну;

– за $t_в \leq 90$ °С – труби із структурованого поліетилену РЕ-Х;

– за $t_в \leq 80$ °С – труби із структурованого поліетилену РЕ-Х, поліпропілену ПП-80 типу 3 або хлорованого полівінілхлориду ХПВХ.

Допускається використання труб з інших термостійких полімерних матеріалів згідно з чинною нормативною документацією, що затверджена у встановленому порядку Мінрегіонбудом України.

Термостійкість ізоляційного матеріалу повинна відповідати проектній температурі теплоносія трубопроводу тепломережі та забезпечувати термін його експлуатації не менше 25 років [46].

Для мереж *гарячого водопостачання* мають бути використані попередньо теплоізольовані труби з полімерних матеріалів: труби із структурованого поліетилену РЕ-Х, поліпропілену ПП-80 типу 3 та хлорованого полівінілхлориду ХПВХ.

Теплові мережі прокладають одним із таких способів:

– *підземне* – безканальне, у каналах і тунелях окремо та разом з іншими інженерними комунікаціями;

– *надземне* – на естакадах або на висотних опорах; на низьких опорах; по стінах зовні або всередині споруди.

У житлових районах міст застосовують переважно *підземні способи прокладання* теплових мереж.

Визначення діаметрів теплопроводів і втрат тиску в них проводять на основі гідравлічних розрахунків теплових мереж. За їхніми результатами розробляють гідравлічні режими систем теплопостачання, підбирають мережеві та підживлювальні насоси, авторегулятори, дросельні пристрої, обладнання теплових пунктів.

Гідравлічний розрахунок теплової мережі проводять на підставі її розрахункової схеми, де вказують довжини всіх ділянок мережі й розрахункові витрати води споживачами.

Діаметри труб можна визначати одним із двох способів:

– *за швидкостями:*

$$d_{р.вн} = 10^3 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot G_{р.д}}{\pi \cdot \rho \cdot V}}; \quad (5.9)$$

– *за питомими втратами тиску R* (діаметр підбирають за відповідними таблицями чи графіками):

$$R = \frac{\Delta P}{L_{зв}}, \quad (5.10)$$

де $d_{р.вн}$ – розрахунковий внутрішній діаметр трубопроводу, м; $G_{р.д}$ – розрахункові витрати теплоносія на ділянці, кг/с; ρ – питома маса теплоносія (для води за температури $t_в$ = 95 °С – ρ = 962 кг/м^3); V – швидкість руху теплоносія в трубопроводі (для попередніх розрахунків може прийматись такою, що дорівнює V = 1,2–1,5 м/с); ΔP – розрахункові втрати тиску на ділянках, Па; $L_{зв}$ – зведена довжина ділянок (із врахуванням місцевих опорів), м.

Розрахункові втрати тиску на ділянках визначають за формулою:

$$\Delta P = P_н - P_к, \quad (5.11)$$

де $P_н$ – наявний тиск на початку ділянки (після мережевого насоса, у точці під'єднання до магістралі відгалужень тощо), Па; $P_к$ – тиск у кінці останньої ділянки (найчастіше – в ІТП), Па.

Зведена довжина ділянок може розраховуватись як сума фактичної довжини та еквівалентної, що за втратами тиску відповідає сумі місцевих опорів [74], або наближено за формулою:

$$L_{зв} = k_м \cdot L_г, \quad (5.12)$$

де $k_м$ – коефіцієнт, що враховує додаткові місцеві опори і становить $k_м$ = 1,05…1,2; $L_г$ – геометрична довжина ділянки, м.

Якщо наявний тиск $P_н$ невідомий, то питомі опори R приймають рівними:

– на ділянках головної магістралі 20–50 Па/м, але не більше 80 Па/м;

– на відгалуженнях – за наявним перепадом тиску (не більше 300 Па/м).

За отриманими величинами R і $G_{р.д}$ за таблицями чи графіками підбирають діаметри труб. Діаметри подавального та зворотного трубопроводів двотрубної водяної теплової мережі за сумісного подавання теплової енергії на

опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання потрібно приймати однаковими [46].

Водопровідні труби

Матеріал водопровідних труб вибирають на підставі статистичного розрахунку з урахуванням даних інженерно-технічних вишукувань, умов роботи трубопроводів, а також вимог до якості води, що ними транспортується [8]. Для напірних водоводів і мереж зазвичай потрібно застосовувати неметалеві труби (напірні залізобетонні, пластмасові).

Застосування чавунних напірних труб (зокрема високоміцних із кулеподібним графітом) дозволяється для мереж у межах населених пунктів, територій промислових та сільськогосподарських підприємств.

Застосування сталевих труб рекомендується [8]:

– на ділянках з розрахунковим внутрішнім тиском понад 1,6 МПа;

– для переходів під залізничними й автомобільними дорогами, через водні перешкоди та яри;

– у місцях перетину питного водопроводу під трубами каналізації;

– під час прокладання трубопроводів під автодорожніми мостами, на опорах естакад і в тунелях.

У разі застосування металевих труб, особливо сталевих, необхідно передбачати захист їхніх зовнішніх та внутрішніх поверхонь від корозії [8]. У містах для магістральних ліній доцільно застосовувати чавунні труби (бажано із високоміцного чавуну), і тільки в місцях проходження під залізницею, річкою та ін. – сталеві. Розподільні лінії краще влаштовувати із пластмасових труб (ПЕ, ПВХ, ПП, склопластикові, композитні).

Підбір діаметрів трубопроводів потрібно здійснювати на підставі техніко-економічних розрахунків, враховуючи умови їхньої роботи у разі аварійного вимкнення окремих ділянок водоводів і водопровідної мережі. Величини діаметрів труб для населених пунктів і промислових підприємств з об’єднаними системами протипожежного водопостачання потрібно приймати не менше 100 мм [8]. Діаметри труб магістральних ліній не повинні бути меншими за діаметри розподільних мереж, які до них приєднані. Мінімальні діаметри розподільних ліній визначають за умови проходження протипожежних витрат води житлових зон [101, 102].

Економічно вигідні діаметри труб ділянок магістральної водопровідної мережі визначають на підставі виконаного потокорозподілу для I розрахункового випадку (максимального водоспоживання). Їх визначають за формулою:

$$d_{ek} = E \cdot k_{qt} \cdot Q_{HC}^{\frac{\beta+1}{\alpha+m}}, \qquad (5.13)$$

де E – параметр, що враховує показники вартості будівництва та експлуатації трубопроводу на i-й ділянці (економічний фактор), для умов України потрібно приймати 0,8–1,1 [102]; k_{qt} – узагальнений коефіцієнт відносного завантаження ділянки, який залежить від коефіцієнта завантаження ділянки $k_Д$ і змін впливових параметрів: вартості електроенергії, коефіцієнтів корисної дії насосних агрегатів, розмірів водоспоживання, нерівномірності подачі води, кредитних ставок і строків реалізації проектів, які визначають за емпіричними формулами або номограмами [102]; Q_{HC} – повна розрахункова витрата води, що подається насосними станціями у водопровідну мережу, м^3/с; α, β, m – показники ступеня, що залежать від матеріалу труб [102].

Для практичних розрахунків створено сервісний програмний модуль ТЕР_dек.xls у середовищі Microsoft Excel [102], за допомогою якого враховують впливові фактори та визначають величину розрахункового діаметра $d_{ек}$. Витрати води q, л/с, для кожної ділянки мережі приймають за результатами потокорозподілу [102],

За величинами $d_{ек}$ приймають найближче значення внутрішнього діаметра труб $d_{вн}$ та його умовний прохід d_y [102]. Враховують, що мінімальний діаметр труб міських водопровідних мереж становить 100 мм [8]. Якщо величина швидкості води V, розрахованої за формулою (5.14), перевищуватиме 2,0 м/с (для d_y > 300 мм – 2,5 м/с), тоді приймають наступне більше значення стандартного діаметру труб.

Швидкість води в трубах V, м/с, для витрат q, л/с, і діаметра $d_{вн}$, мм, визначають за номограмою [102] або за формулою:

$$V = \frac{4000 \cdot q}{\pi \cdot d_{вн}^2}. \qquad (5.14)$$

Мережі водовідведення

Матеріал труб і колекторів водовідведення вибирають з урахуванням будівельних, технологічних та економічних вимог, яким найбільшою мірою відповідають *бетонні*, *залізобетонні*, *керамічні*, *азбестоцементні* та *пластмасові* труби. Для безнапірних мереж особливої уваги заслуговують труби із *непластифікованого полівінілхлориду* (НПВХ), а напірних – труби із *високоміцного чавуну* (ВЧ) з кулевидним графітом, що мають заводські захисні антикорозійні покриття [101].

Діаметри труб безнапірних мереж водовідведення d визначають у процесі гідравлічних розрахунків, які передбачають знаходження за відомих максима-

льних витрат води на ділянках $q_{р.макс}$ (або q_r) таких ухилів труб i, щоб заглиблення труб H було мінімальним та забезпеченні вимоги щодо граничних обмежень розрахункових параметрів, а саме:

– *діаметри труб* – не менше мінімально допустимих $d \geq d_{мін}$;

– *швидкості* руху потоку стічних рідин V знаходились у допустимих межах $V_{мін} \leq V \leq V_{макс}$;

– *наповнення* труб h/d – не більше максимального $h/d \leq h/d_{макс}$;

– *ухили* самопливних трубопроводів i не менше мінімально допустимих $i \geq i_{мін}$;

– *глибини закладання* труб H не менше мінімально допустимих $H \geq H_{доп}$;

– *позначки рівнів води* на початку кожної ділянки не повинні перевищувати відповідні позначки в кінці ділянок, що розташовані вище за рухом води, разом із бічними підключеннями.

Глибину закладання трубопроводів каналізаційної мережі розраховують від поверхні ґрунту до лотка трубопроводу. Вона має бути мінімальною (мінімальні будівельні затрати), але не меншою допустимої $H_{з.доп}$. Глибина закладання труб повинна виключати замерзання рідин у трубах, їхнє руйнування під дією зовнішніх навантажень, забезпечувати приєднання до вуличних колекторів внутрішньоквартальних мереж і бічних підключень, а також враховувати паралельне прокладання і перетин з іншими комунікаціями.

Найменшу допустиму глибину закладання $H_{з.доп}$ каналізаційних трубопроводів необхідно приймати на підставі досвіду експлуатації каналізаційних мереж у певному районі. За відсутності таких даних $H_{з.доп}$ потрібно приймати: для труб діаметром до 500 мм – на 0,3 м, для труб більшого діаметра – на 0,5 м менше найбільшої глибини проникнення в ґрунт нульової температури $H_{пр}$, але не менше 0,7 м до верху труби від поверхні землі або планування [50]. Отже, $H_{з.доп}$, м, становить:

$$H_{з.доп} = H_{пр} - (0{,}3...0{,}5) \geq 0{,}7 + D_{тр}, \qquad (5.15)$$

де $D_{тр}$ – діаметр трубопроводу, м.

Максимальну глибину закладання труб $H_{з.макс}$ потрібно визначати розрахунком відповідно до прийнятої схеми каналізування, матеріалу труб, тимчасових навантажень, ґрунтових умов і методів виконання робіт із забезпеченням водонепроникності, довговічності, можливості проведення огляду і ремонтних робіт [50]. Із практичних міркувань під час будівництва мереж відкритим спо-

собом приймають у сухих ґрунтах $H_{з.макс} \le 7–8$ м, а у водонасичених – $H_{з.макс} \le 5–6$ м.

Глибина закладання труб господарсько-побутової каналізації повинна забезпечити прийом стічних вод від будівель (житлових, громадських й промислових), розташованих на території кварталів, що приєднуються до визначеної ділянки мережі (рис. 5.10).

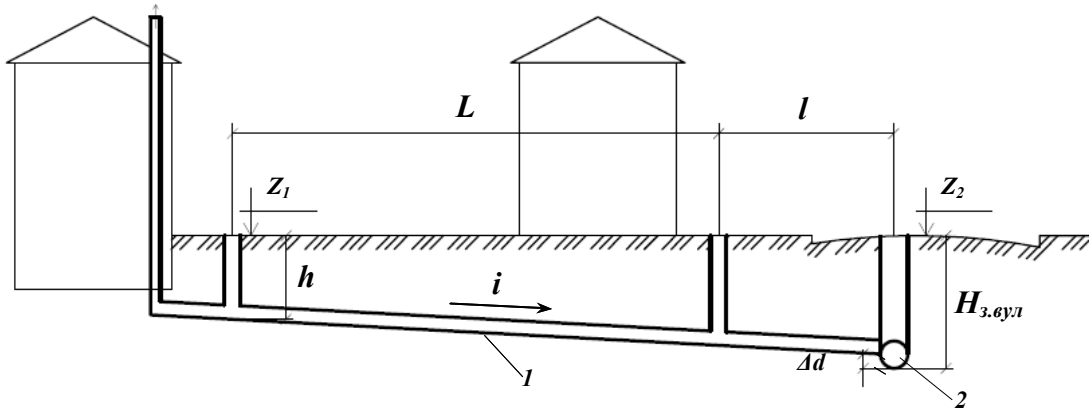


Рисунок 5.10 – Схема визначення мінімальної глибини закладання вуличної мережі $H_{з.вул}$:
***1* – внутрішньоквартальна мережа; *2* – вуличний колектор**

За умови під'єднання внутрішньоквартальної мережі до вуличного колектора мінімальна глибина його закладання $H_{з.вул}$ становить:

$$H_{з.вул} = h + i \cdot (L + l) + Z_2 - Z_1 + \Delta d\,, \qquad (5.16)$$

де h – мінімальна глибина закладання на початку внутрішньоквартальної мережі для найбільш невигідного варіанта, м; i – уклон труб внутрішньоквартальної мережі; L – довжина внутрішньоквартальної мережі в межах кварталу, м; l – те саме, поза кварталом (на вулиці, дорозі тощо), м; Z_1 і Z_2 – позначки землі, відповідно, на початку і в кінці внутрішньоквартальної мережі, м; Δd – різниця в діаметрах труб вуличної і внутрішньоквартальної мережі в місці їхнього з'єднання, м.

Отримані під час гідравлічних розрахунків каналізаційних мереж величини заглиблень від поверхні ґрунту до лотка трубопроводу $H_{з.л}$ у будь-якій точці вуличного колектора не повинні бути меншими за *мінімальну допустиму глибину закладання* $H_{з.доп}$ (формула 5.15) і *мінімальну глибину закладання колектора* $H_{з.вул}$ (формула 5.16):

$$H_{з.доп} \le H_{з.л} \ge H_{з.вул}\,. \qquad (5.17)$$

5.2.3 Визначення перерізів і підбір типів кабелів

Перерізи жил кабелів вибирають залежно від низки технічних і економічних факторів. Першочергово враховують технічні фактори:

– нагрівання від тривалого виділення тепла у разі проходження розрахункової величини струму;

– нагрівання від короткочасного виділення тепла струмом короткого замикання;

– втрати напруги в провідниках від проходження ними струму в нормальному та аварійному режимах;

– механічна міцність – стійкість до механічного навантаження, обумовлена матеріалом провідника, власною масою, ожеледдю, вітром, силою натягу в прольоті.

Вибір перерізу за механічною міцністю для кабельних ліній вирішений заводами-виготовлювачами, які випускають кабель за умови того, що найменший (за каталогом) переріз є механічно стійким. Для повітряних ліній приймають найближче більше значення стандартного перерізу, ніж розрахункове за механічною міцністю.

Для остаточного вибору перерізу потрібно провести всі розрахунки, необхідні за ПУЕ. Прийняти потрібно найбільше значення перерізу провідника, визначене розрахунками.

За припустимим нагрівом перерізи провідників визначають залежно від граничної температури нагріву провідників, тривалості проходження струму, матеріалу струмопровідних частин та ізоляції проводу або кабелю.

Вибір перерізу провідника за нагріванням тривалим струмом навантаження зводиться до порівняння розрахункового струму I_p з табличним значенням тривало припустимого струму нагріву $I_{тд}$ для прийнятих марок проводу або кабелю та умов їхнього прокладання. За тривалий розрахунковий струм лінії електропередачі приймають струм півгодинного максимуму $I_{макс}$, тобто найбільший з середніх півгодинних значень. При виборі має виконуватись умова:

$$I_p = I_{макс} \le I_{тд}. \qquad (5.18)$$

Тривало припустимий струм нагріву $I_{тд}$ *– це струм, що тривалий час протікає по провіднику, за якого встановлюється тривала припустима температура нагріву жил +65 °С за температури навколишнього повітря +25 °С і землі +15 °С.* Величини $I_{тд}$ нормовані залежно від марки проводу або кабелю та від умов їхнього прокладання.

За нагріванням тривалим струмом вибирають всі провідники електричних мереж не тільки для нормальних, але й післяаварійних режимів, а також режимів у період ремонту і можливих нерівномірностей розподілу струмів між лініями, секціями шин тощо.

У режимі *короткого замикання* необхідно перевіряти електричні апарати, струмопроводи, кабелі та інші провідники, а також опорні й несучі конструкції для них.

У режимі короткого замикання струмопровідна жила короткочасно може знаходитись з температурою 250 ºС. Тривалість режиму короткого замикання зумовлена тривалістю дії релейного захисту на вимикання лінії.

Розрахунковий струм короткого замикання потрібно визначати, виходячи з умов пошкодження в такій точці розглянутої схеми, коли апарати і провідники знаходяться в найбільш важких умовах. Цей струм не повинен перевищувати *допустимого струму короткого замикання* тривалістю 1 с, який визначають за даними виробника кабельної продукції.

За економічною щільністю струму мають бути перевірені перерізи провідників, які несуть основне електричне навантаження. Економічно доцільний переріз S, мм^2, визначають за формулою:

$$S = I_p / J_{ек}, \tag{5.19}$$

де I_p – розрахунковий струм у години максимальних навантажень нормального режиму роботи, А; $J_{ек}$ – нормоване значення економічної щільності струму для заданих умов роботи, А/мм^2 (табл. 5.1).

Збільшення кількості ліній або ланцюгів понад необхідну за умовами надійності електропостачання з метою задоволення економічної щільності струму проводять на основі техніко-економічних розрахунків. Водночас, щоб уникнути збільшення кількості ліній або ланцюгів, допускається дворазове перевищення нормованих значень, наведених у таблиці 5.1.

За втратою напруги по довжині перевіряють доведення електроенергії до її приймачів на напрузі, що знаходиться в припустимому діапазоні. Він може бути визначений міждержавним стандартом на якість електричної енергії (ГОСТ 13109-97), за яким нормально припустимі відхилення напруги становлять ±5 %, а гранично припустимі ±10 %. Перепад напруги розраховують за формулою:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot \left(R \cdot \cos\varphi + x \cdot \sin\varphi\right), \tag{5.20}$$

де R, x – активний та індуктивний опір ліній відповідно, Ом; φ – кут зсуву фаз між струмом і напругою, градус.

Таблиця 5.1 – Економічна густина струму $J_{ек}$, А/мм^2

Провідники	Значення $J_{ек}$ за тривалості використання максимуму навантаження протягом року		
	від 1 000 год до 3 000 год	від 3 000 год до 5 000 год	понад 5 000 год
Неізольовані проводи й шини: – мідні; – алюмінієві	 2,5 1,3	 2,1 1,1	 1,8 1,0
Кабелі з паперовою та проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з жилами: – мідні; – алюмінієві	 3,0 1,6	 2,5 1,4	 2,0 1,2
Кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією з жилами: – мідними; – алюмінієвими	 3,5 1,9	 3,1 1,7	 2,7 1,6

В умовах різної віддаленості приймачів електричної енергії від джерел живлення і неоднакового завантаження елементів електричних мереж у кожен момент часу до різних електроприймачів спостерігаються неоднакові втрати напруги. Це призводить до того, що практично неможливе вирішення завдання підтримки напруги у всіх електроприймачів в один і той же момент часу таким, що дорівнює номінальному. Тому актуальним є завдання доведення електроенергії до приймачів з напругою, що знаходиться в припустимому діапазоні, для якого зниження ефективності перетворення електроенергії є незначним.

5.2.4 Гідравлічні розрахунки мереж

Напірні мережі

Гідравлічні розрахунки водопровідних мереж передбачають перерозподіл потоків води на ділянках мережі з метою визначення умов гідравлічної рівноваги мережі, яка досягається виконанням аналогів обох правил Кірхгофа:

– *першого* – для будь-якого вузла мережі алгебраїчна сума витрат води дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^{m_j} q_{ij} + q_{вуз.j} = 0; \qquad (5.21)$$

– *другого* – для будь-якого замкненого контуру мережі алгебраїчна сума втрат напорів дорівнює нулю:

$$\Delta h_k = \sum_{i=1}^{m_k} h_i = 0\,, \tag{5.22}$$

де m_j – кількість ділянок, що прилягають до j-го вузла; m_k – кількість ділянок, що входять до k-го замкненого контуру; q_{ij} – витрати на i-тій ділянці, що прилягає до j-го вузла; Δh_k – неув'язка втрат напорів у k-му замкненому контурі.

Алгебраїчні суми у формулах правил Кірхгофа потребують врахування витрат води і втрат напорів зі «своїми» знаками:

– якщо витрати води q надходять у вузол, тоді їх приймають зі знаками «+» і, навпаки, якщо із вузла – тоді знаками «–»;

– якщо витрати води q на ділянках контуру спрямовані за годинниковою стрілкою, тоді їхні втрати напорів h приймають зі знаками «+», якщо проти годинникової стрілки – тоді зі знаком «–».

У результаті гідравлічних розрахунків визначають фактичні витрати води, втрати напору та швидкості руху води на ділянках, а також п'єзометричні позначки та вільні напори у вузлах мережі. Для цього застосовують такі залежності основних параметрів:

1) ***втрат напору*** на ділянках – залежно від їхніх конструктивних параметрів, що характеризуються гідравлічним опором S, і витрат води q:

$$h = S \cdot q^{\beta}\,; \tag{5.23}$$

2) ***п'єзометричних позначок*** у суміжних вузлах, що пов'язані із втратами напорів на ділянках між ними (знак «+» приймають, якщо витрати направлені від k-го до j-го вузла, а «–» – коли навпаки):

$$\Pi_k = \Pi_j \pm h; \tag{5.24}$$

3) ***вільних напорів*** у вузлах, як різниці між п'єзометричними позначками Π і геодезичними позначками поверхні землі Z:

$$H = \Pi - Z\,. \tag{5.25}$$

Гідравлічний опір кожної ділянки залежить від діаметра d, довжини l, матеріалу труб, стану їхнього внутрішнього покриття тощо:

$$S = \frac{k \cdot K_s \cdot l}{d^m}\,, \tag{5.26}$$

де k і m– коефіцієнт і показник степеня, які залежать від матеріалу труб [102]; K_s – коефіцієнт збільшення гідравлічного опору труб у процесі експлуатації $K_s \geq 1{,}0$ [102].

Самопливні мережі

Гідравлічні розрахунки мереж водовідведення орієнтовані на те, щоб за відомих максимальних витрат води на ділянках $q_{р.макс}$ (або q_r) підібрати діаметри d, ухили труб i, їхнє наповнення h/d так, щоб швидкості руху потоку стічних рідин V були достатніми для самоочищення труб [50], а заглиблення труб H були б мінімальними, але не менше допустимих величин $H_{доп}$.

Гідравлічні розрахунки самопливних колекторів проводять за формулами [50] (зокрема і на ПК), або створеними на їхній основі таблицями [61] чи графіками [101]. У вітчизняній практиці гідравлічні розрахунки каналізаційних трубопроводів (лотків, каналів) проводять за розрахунковою максимальною секундною витратою стічних вод [50], яку визначають за формулою:

$$q = \omega V = \omega C\sqrt{RI}\ , \tag{5.27}$$

де q – розрахункова витрата стічних вод, м^3/с; ω – площа перерізу, заповненого стічними водами, м^2; V – середня швидкість руху стічних вод, м/с; R – гідравлічний радіус (відношення площі живого перерізу до змоченого периметра), м; I– гідравлічний ухил, частки одиниці; C – коефіцієнт опору, що залежить від гідравлічного радіуса й шорсткості змоченої поверхні каналу або трубопроводу, який визначають за формулою:

$$C = \frac{R^y}{n}, \tag{5.28}$$

де n – коефіцієнт шорсткості змоченої поверхні трубопроводу, лотка або каналу, приймають за відповідними довідковими даними [61]: n = 0,0014 – для розрахунків мереж; n = 0,013 – для розрахунків дюкерів; y – показник степеня, що залежить від шорсткості внутрішньої поверхні і гідравлічного радіуса R:

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}7\sqrt{R}\cdot\left(\sqrt{n} - 0{,}1\right). \tag{5.29}$$

Гідравлічний радіус R визначається як відношення площі живого перерізу до змоченого периметра:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \tag{5.30}$$

де χ – змочений периметр.

Гідравлічні ухили по довжині трубопроводів, лотків і каналів можна визначати за формулою [50]:

$$I = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{V^2}{2g}, \tag{5.31}$$

де λ – коефіцієнт опору тертю по довжині, який потрібно визначати за формулою, що враховує різний ступінь турбулентності потоку, шорсткості і розмірів каналізаційних колекторів:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2lg\left(\frac{\Delta_e}{13{,}68 \cdot R} + \frac{a_2}{Re}\right), \tag{5.32}$$

де Δ_e – еквівалентна шорсткість, м; a_2 – безрозмірний коефіцієнт, який, як і еквівалентну шорсткість, потрібно приймати за [50]; Re – число Рейнольдса:

$$Re = 4 \cdot \frac{V \cdot R}{\upsilon}, \tag{4.33}$$

де υ – кінематична в'язкість, м^2/с, значення якої залежить від температури і концентрації зважених речовин у стічних водах [57], і для температури стічних вод t = 11–12 °С і концентрації зважених речовин до 400 мг/л становить $\upsilon \approx 1{,}3 \cdot 10^{-6}$ м^2/с.

Під час гідравлічних розрахунків мереж водовідведення необхідно забезпечити такі граничні обмеження розрахункових параметрів:

а) для всіх видів мереж:

– *найменші ухили* самопливних трубопроводів $i_{мін}$ потрібно приймати залежно від допустимих мінімальних швидкостей руху стічних вод $V_{мін}$ за найбільшого розрахункового наповнення труб $h/d_{макс}$; для труб діаметрами: d = = 150 мм – $i_{мін}$ = 0,008; d = 200 мм – $i_{мін}$ = 0,007; як виняток, для окремих ділянок мережі можна приймати ухили: d = 150 мм – 0,007; d = 200 мм – 0,005, а при застосуванні пластмасових труб – відповідно 0,006 і 0,004 [50];

– *мінімальну допустиму глибину закладання* $H_{з.доп}$ лотка трубопроводу для умов України – не менше 0,7 м до верху труби від поверхні землі або планування плюс діаметр труби [50];

б) для господарсько-побутової каналізації:

– *мінімальні діаметри* труб внутрішньоквартальної мережі – 150 мм, а вуличної – 200 мм [50];

– *мінімальні швидкості* стічних вод $V_{мін}$ за діаметра труб $d \le 250$ мм – 0,7 м/с; d = 300–400 мм – 0,8 м/с; d = 450–500 мм – 0,9 м/с; d = 600–800 мм – 1,0 м/с; d = 900 мм – 1,15 м/с; d = 1 000–1 200 мм – 1,2 м/с; d =1 500 мм – 1,3 м/с; d > 1 500 мм – 1,5 м/с [50];

– *максимальні швидкості* стічних вод $V_{макс}$ для металевих труб – 8,0 м/с; для неметалевих – 4,0 м/с [50];

– *максимальне наповнення* труб $h/d_{макс} = 0,6–0,8$ (за діаметра $d \leq 250$ мм – 0,6; $d = 300–400$ мм – 0,7; $d = 450–900$ мм – 0,75; $d \geq 1\,000$ мм – 0,8) [50];

в) для дощової каналізації:

– *мінімальні діаметри* труб внутрішньоквартальної мережі – 200 мм, а вуличної – 250 мм [50];

– *мінімальні швидкості* руху стічних вод в трубах $V_{мін}$ за періоду одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу $P = 0,33$ року приймають 0,6 м/с [50];

– *максимальні швидкості* стічних вод $V_{макс}$ для металевих труб – 10,0 м/с; для неметалевих – 7,0 м/с [50];

– *максимальне наповнення* труб $h/d_{макс} = 1,0$ [50], тому труби з'єднують, здебільшого, по шелигах;

– *найменші ухили* самопливних трубопроводів $i_{мін}$ потрібно приймати залежно від припустимих мінімальних швидкостей руху стічних вод $V_{мін}$ за найбільшого розрахункового наповнення труб $h/d_{макс}$; для труб діаметрами $d = 200$ мм – $i_{мін} = 0,007$, як виняток, залежно від місцевих умов для окремих ділянок самопливної мережі, допускається приймати ухили 0,005, а при застосуванні пластмасових труб – 0,004 [50];

– *мінімальну припустиму глибину закладання* $H_{з.доп}$ лотка трубопроводу для умов України – не менше 0,7 м до верху труби від поверхні землі або планування [50].

Особливістю гідравлічних розрахунків дощових мереж є те, що при визначенні розрахункових витрат води на кожній розрахунковій ділянці враховують швидкості, а за ними і час проходження стічних вод по всіх вище розташованих ділянках.

Гідравлічні розрахунки починають із побудови розрахункових схем за результатами трасування мережі (п. 5.2.1), визначення розрахункових витрат води на кожній ділянці [101] і з урахуванням вимог, наведених у п. 5.2.2. Їх проводять *табличним* або *графічним* способами. Результати розрахунків наводять або в формі таблиць [101] або розрахункових схем (рис. 5.11). За ними будують поздовжні профілі колекторів мережі.

Поздовжній профіль виконують у масштабах: *горизонтальному* – що дорівнює масштабу проекту планування (М 1:5 000 або М 1:10 000), і *вертикальному* – М 1:50; М 1:100 або М 1:200.

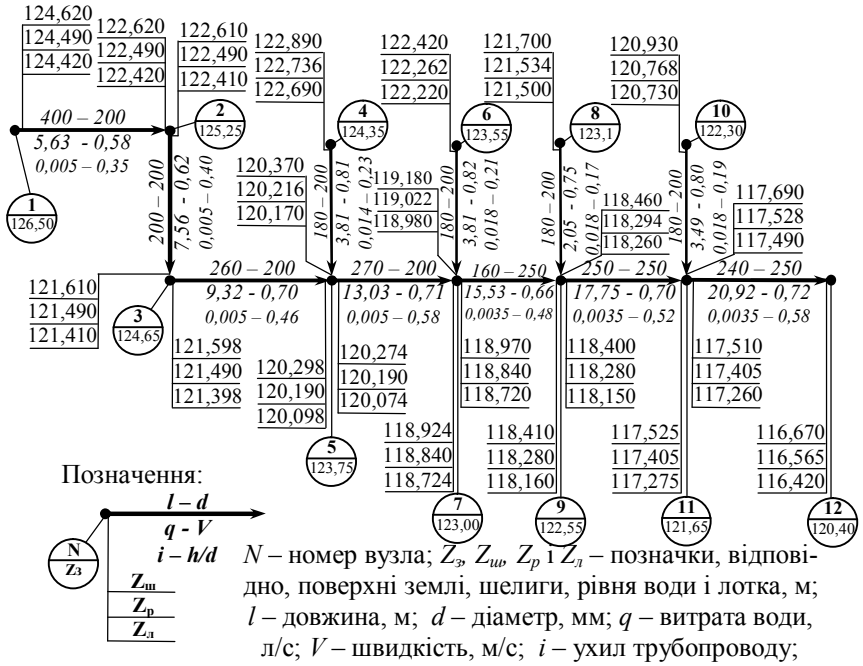


Рисунок 5.11 – Розрахункова схема висотної ув'язки господарсько-побутової каналізаційної мережі

На поздовжньому профілі (рис. 5.12) наносять проектну лінію поверхні землі та запроектований трубопровід із колодязями в розрахункових точках.

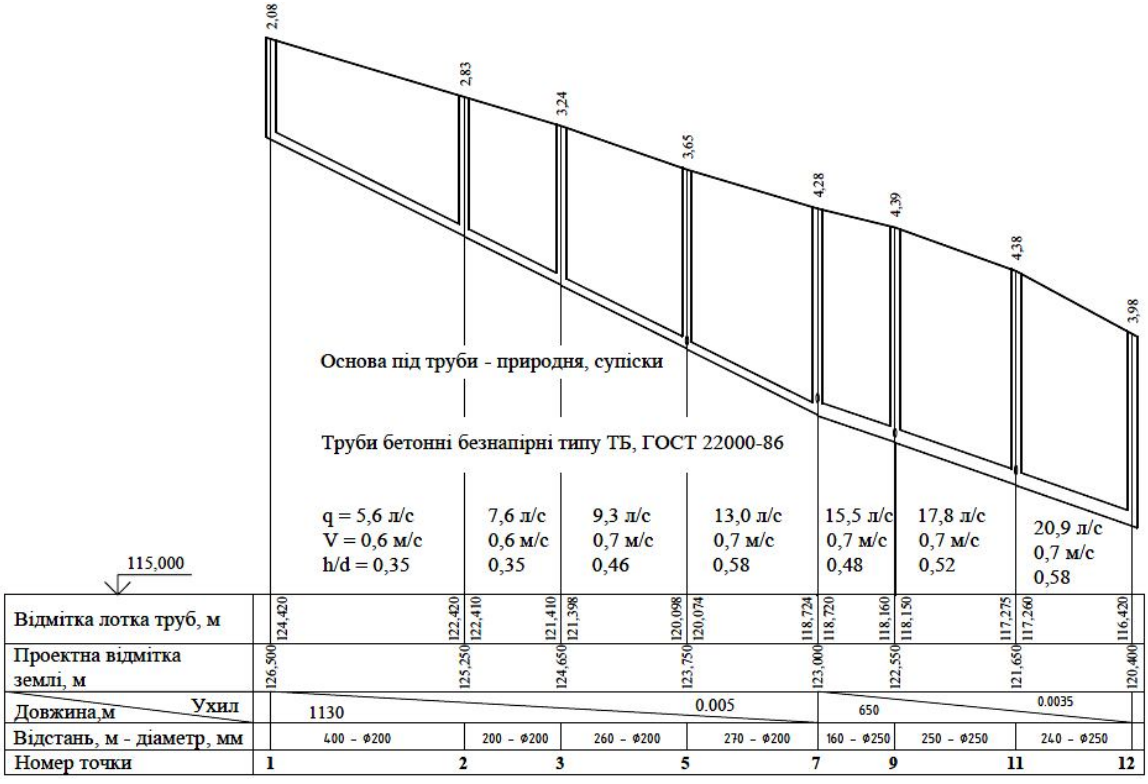


Рисунок 5.12 – Поздовжній профіль вуличного колектора господарсько-побутової каналізації

Нижче трубопроводу на кожній розрахунковій ділянці вказують: розрахункову витрату q, швидкість V, наповнення труб h/d, а також основу під труби (ґрунтові умови, рівні ґрунтових вод, підсилення дна траншеї тощо), матеріал труб та номери їх стандартів (ДСТУ, ГОСТ тощо). Номери вузлових точок, довжини, діаметри, ухили ділянок, позначки поверхні землі і лотків вказують знизу під профілем, а глибини закладання лотків труб $H_{з.л}$ – над поверхнею землі біля колодязів. Позначки лотка труби підписують із точністю – 0,001 м, поверхні землі та глибин закладання – 0,01 м.

Крім того, на профілі вказують перетини з усіма природними і штучними перешкодами (ріки, залізниці, трамвайні колії тощо), а також іншими підземними комунікаціями.

На основі поздовжніх профілів каналізаційних мереж розробляють більш детальні профілі робочих креслень (за результатами уточненого нівелювання по трасі колектора) із зазначенням всіх колодязів (оглядових, перепадних, промивних, дощоприймачів тощо), а не тільки розрахункових. Для цих колодязів та інших споруд на трасах колекторів розробляють їх робочі креслення, специфікації труб, залізобетонних елементів та необхідного обладнання.

5.2.5 Особливості проектування мереж дощової каналізації

Влаштування мережі дощового водовідведення (відкритої і закритої) є одним із основних елементів інженерної підготовки території. У процесі вертикального планування визначають ухили лотків, канав, кюветів, наявність швидкостоків, перепадів, водопропускних та інших споруд. Їх параметри розраховують за розрахунковими витратами дощових вод, які випадають на територію стоку і поступають на цю споруду. Залежно від ухилів, витрат і швидкостей води важливе значення має правильний вибір конструкцій та матеріалів окремих елементів мережі.

Визначення розрахункових витрат дощових вод

Витрати вод, л/с, на ділянках дощової каналізації визначають за методом граничних інтенсивностей [50] за формулою:

$$q_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} F}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot \beta \cdot \eta \cdot m, \qquad (5.34)$$

де z_{mid} – середнє значення коефіцієнта покриву, що характеризує поверхню басейну стоку і залежить від виду поверхні покриття міської території [50]; для водонепроникних покриттів (асфальтових, бетонних, покрівель будинків і споруд) можна прийняти $z_{mid} \approx 0{,}25$; A, n – параметри, які потрібно визначати за результатами обробки багаторічних записів самописних

дощомірів, зареєстрованих у певному конкретному пункті [50], або за формулою (5.36); F – розрахункова площа стоку, га; t_r – розрахункова тривалість дощу, що дорівнює тривалості протікання води поверхнею, по лотках та трубах до розрахункової ділянки, хв; β – коефіцієнт, що враховує збільшення пропускної здатності ділянок колекторів дощової каналізації, які працюють з підйомом рівня води в колодязях [50], і становить: $\beta = 1{,}0$, якщо ухил місцевості $i > 0{,}03$; $\beta = 0{,}6$–$0{,}8$ – та інших випадках [50]; η – коефіцієнт, що враховує нерівномірність випадання дощу на площі стоку: $\eta = 1{,}0$ за $F < 500$ га; за $F \geq 500$ га визначається згідно з ДБН В.2.5-75 [50]; m – коефіцієнт, що враховує тривалість дощу, і приймається: $m = 1{,}0$ за $t_r > 10$ хв; для $t_r = 2$–10 хв, визначається за формулою:

$$m = 0{,}457 \cdot t_r^{0{,}34}. \tag{5.35}$$

За відсутності оброблених даних записів дощомірів параметр A розраховують за формулою:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{lg\, P}{lg\, m_p}\right)^{\gamma}, \tag{5.36}$$

де q_{20} – інтенсивність дощу, л/на 1 га, тривалістю 20 хв для певної місцевості за $P = 1$ рік [50]; m_r – середня кількість дощів за рік; n і γ – показники ступеня, які залежать від географічного розташування регіону [50]; P – період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу, який можна визначати залежно від характеру об'єкта каналізування, умов розташування колектора (з урахуванням наслідків, які можуть статися при дощах, що перевищують розрахункові) і для населених пунктів приймати за таблицями 5.2, 5.3 та [50].

Розрахункову тривалість дощу t_r приймають рівною сумі часу добігання краплини дощу від найвіддаленішої точки кварталу до розрахункового перерізу трубопроводу [50]:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_{mp}, \tag{5.37}$$

де t_{con} – тривалість протікання дощових вод до вуличного лотка, а за наявності дощоприймачів у межах кварталу – до вуличного колектора (час поверхневої концентрації), яку можна визначати розрахунком або приймати від 5 хв до 10 хв у населених пунктах за відсутності внутрішньоквартальних закритих дощових мереж, а за їх наявності – 3–5 хв [50] (при розрахунках внутрішньоквартальної каналізаційної мережі – 2–3 хв); t_{can} – тривалість протікання дощових вод вуличними лотками до дощоприймачів (за відсутності їх у межах кварталу), хв, яку можна визначати за формулою (5.38); t_{mp} – тривалість протікання дощових вод по трубах до розрахункового перерізу, хв, яку можна визначати за формулою (5.39).

Таблиця 5.2 – Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу *P* для населених пунктів

Умови розташування колектора (табл. 5.3)		**Величини періоду *P*, роки, при значеннях інтенсивності дощу q_{20}, л/на 1 га**		
Проїзди місцевого значення	*Магістральні вулиці*	*60–80*	*80–120*	*понад 120*
Сприятливі й середні	Сприятливі	0,33–1	0,5–1	1–2
Несприятливі	Середні	1–1,5	1–2	2–3
Особливо несприятливі	Несприятливі	3–5	3–5	5–10
–	Особливо несприятливі	5–10	5–10	10–20

Таблиця 5.3 – Фактори, що визначають умови розташування колекторів

Умови розташування колектора	**Басейн водозбору колектора**			**Особливості розташування колектора**
	площа, га	**рельєф**	**ухил**	
Сприятливі	≤ 150	плаский	≤ 0,005	будь-де
	будь-яка	будь-який	будь-який	у межах до 400 м від вододілу
Середні	>150	плаский	≤ 0,005	будь-де, крім низу схилу
	≤ 150	будь-який	0,005–0,02	тальвег
Несприятливі	>150	будь-який	будь-який	низ схилу
	будь-яка	крутий	> 0,02	тальвег
Особливо несприятливі	будь-яка	будь-який	будь-який	відводить воду із котловини

$$t_{can} = 0{,}021 \sum_i \frac{l_{can.i}}{V_{can.i}}; \tag{5.38}$$

$$t_{mp} = 0{,}017 \sum_i \frac{l_{mp.i}}{V_{mp.i}}, \tag{5.39}$$

де $l_{can.i}$ і $l_{mp.i}$ – довжини i-х ділянок лотків і трубопроводу, м; $V_{can.i}$, $V_{mp.i}$ – розрахункові швидкості течії в лотку та у трубопроводі, м/с.

Величини l_{can} залежать від розмірів кварталів, місць розташування перших дощоприймачів, категорій вулиць, їхніх поздовжніх ухилів, інтенсивностей руху і становлять 100–250 м [93]. Швидкості течії в лотках V_{can}, зі свого боку, залежать від розмірів і типів лотків, їхніх поздовжніх ухилів, наповнення тощо. У середньому можна прийняти V_{can} = 0,3–1,0 м/с, а t_{can} = 2–15 хв.

Враховуючи залежність тривалості протікання дощових вод, особливо величини t_{mp}, від результатів гідравлічного розрахунку ділянок дощової мережі, розташованих вище розрахункової, визначення розрахункових витрат дощових

вод зручно проводити паралельно з гідравлічними розрахунками трубопроводів.

Влаштування водовідвідних канав, лотків і кюветів

Водовідвідні канави, лотки і кювети є елементами відкритої системи водовідведення, яка незважаючи на невеликі витрати коштів і будівельних матеріалів має цілу низку недоліків (див п. 5.1.2). Їх застосовують, здебільшого, у невеликих населених пунктах, рекреаційних та приміських зонах міст різної величини. Ці споруди часто влаштовують для збору і доставки дощових вод до найближчих дощоприймачів закритої системи дощового водовідведення. Ширину вулиць між червоними лініями збільшують на ширину, необхідну для розміщення кюветів.

Розміри поперечних перерізів окремих елементів визначають розрахунком (п. 5.2.4). У водонепроникних ґрунтах канавам і кюветам надають частіше трапецоїдний переріз глибиною не більше 0,8–1,2 м і мінімальною шириною по дну 0,4 м. Укоси канав у виїмках проектують крутістю 1:1,5, а в насипах внутрішній укіс канав улаштовують крутістю 1:3. Якщо земляне полотно зводять у сухих місцях із забезпеченим швидким стоком поверхневих вод, бічні канави влаштовують трикутного перерізу глибиною не менше 0,3 м від поверхні землі з крутістю укосів 1:3. У водопроникних піщаних, щебенистих і рінистих ґрунтах, що забезпечують швидке всмоктування води в будь-який час року, канави не влаштовують.

Канави, кювети, лотки укріплюють по дну чи по всьому периметру. Укріплення виконують з обдернування, кам’яного мощення, бетонних плит, монолітного бетону і збірних залізобетонних елементів (рис. 5.13).

а) б) в)

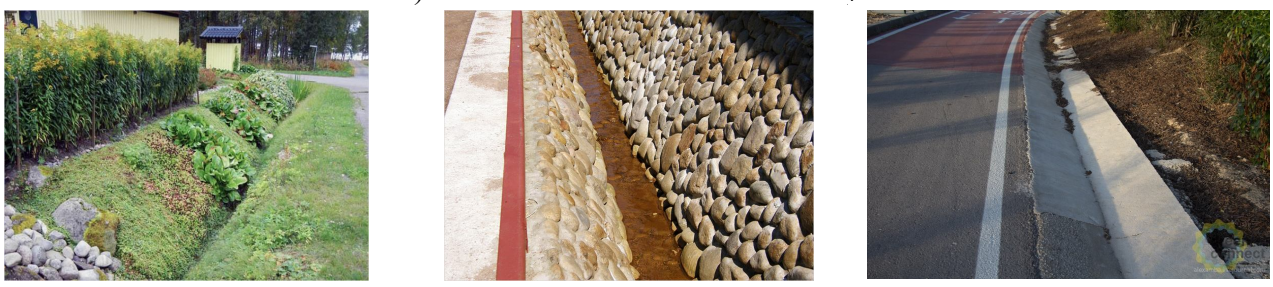


Рисунок 5.13 – Укріплення канав і лотків:
а) обдернуванням; б) мощенням; в) бетонними плитами

У місцях проїздів через канави, лотки чи кювети влаштовують водоперепускні труби (рис. 5.14). Їхня пропускна здатність має бути достатньою для стоку дощових вод (формула 5.40). Пропускну здатність безнапірних водоперепускних труб визначають за формулою:

$$Q = \varphi_б \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)}, \qquad (5.40)$$

де $\varphi_б$– коефіцієнти витрат, який для обтічних оголовків дорівнює 0,95, а для інших – 0,85; ω_c – площа стисненого перерізу труби, м^2; H – глибина води перед трубою, м; h_c – глибина потоку у стиснутому перерізі потоку, м.



Рисунок 5.14 – Прокладання водоперепускної труби під проїздом

У поздовжньому профілі найменші ухили водовідвідних споруд приймають залежно від типу покриття (у дужках наведені значення для умов реконструкції):

– лотки проїзної частини з асфальтобетонним покриттям – 5 (4) ‰;

– те саме із брущатим чи щебеневим покриттям – 5 (4) ‰;

– те саме на бруківці – 5 ‰;

– окремі лотки і кювети – 5 ‰;

– водовідвідні канави –5 (3) ‰.

Ці ухили забезпечують найменшу незамулювальну швидкість руху дощових вод, що має бути не менше 0,4–0,6 м/с. Максимальні швидкості руху води, за яких не розмиваються покриття водовідвідних споруд, приймають за таблицею 5.4.

Таблиця 5.4 – Максимальні швидкості руху води у водовідвідних спорудах

Вид покриття:	**Максимальна швидкість руху води, м/с, при глибині потоку 0,4–1 м**
Укріплення бетонними плитами	4
Обдернування суцільне	1
Обдернування в стінку	1,6
Мощення	2,0
Пил, мул	0,15–0,20
Пісок	0,20–0,60
Гравій	0,60–1,20
Супісок і суглинок	0,6–1,8
Глина	1,0–1,8
Скельні породи	2,5–4,5
Бетонне облицювання	5,0–10,0
Дерево	1,5–2,5

Влаштування дощоприймальних колодязів

Під час розміщення дощоприймальних колодязів перший колодязь встановлюють на лотку проїзної частини в низовому кінці ділянки вільного пробігу води, рахуючи від вододілу. Потім намічають дощоприймальники на перехрестях, положення яких передбачено проектом вертикального планування (рис. 5.15), і в знижених місцях.

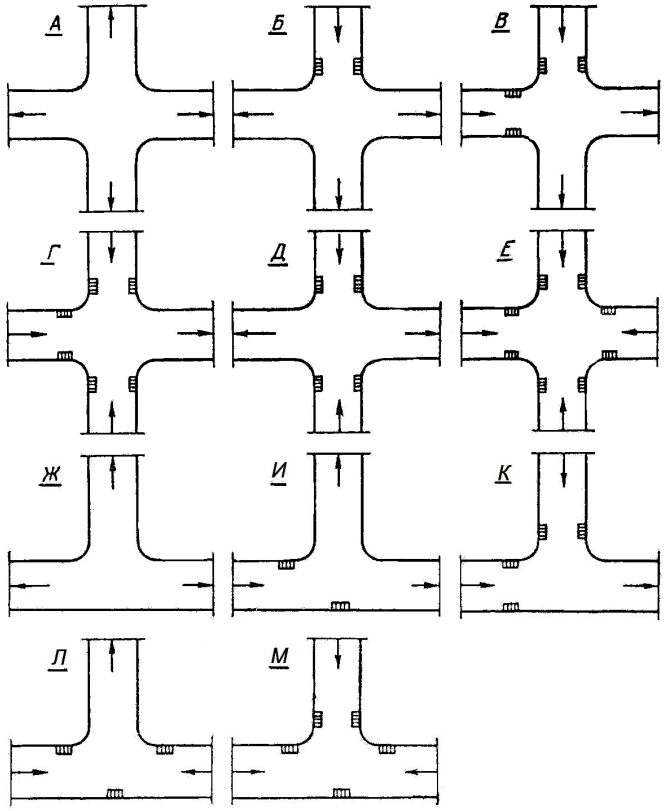


Рисунок 5.15 – Розміщення дощоприймальних колодязів на перехрестях і примиканнях, що розташовані:
а, ж) на пагорбі; б, и) на вододілі; в) на косогорі; г, д, к, л) у тальвегу; е, м) в улоговині

Дощоприймальні колодязі (рис. 5.16) потрібно передбачати [50]:

– на міських площах, вулицях і проїздах;

– на перехрестях вулиць і перед пішохідними переходами збоку припливу поверхневих вод;

– на території промислових підприємств та комунально-складських зон;

– у знижених місцях житлових кварталів, дворових і зелених зон;

– у середині міських кварталів;

– на затяжних ділянках спусків (підйомів) і наприкінці цих спусків;

– у знижених місцях пилкоподібного профілю лотків вулиць і проїздів;

– у підземних переходах через вулиці, якщо сходи не захищено від атмосферних опадів;

– на виїздах із дворів і кварталів.

Відстані між дощоприймальними колодязями на ділянці вулиць або проїздів встановлюють розрахунком, виходячи з умови, що ширина потоку в лотку перед дощоприймачем не перевищуватиме 2 м при дощі розрахункової інтенсивності [50].

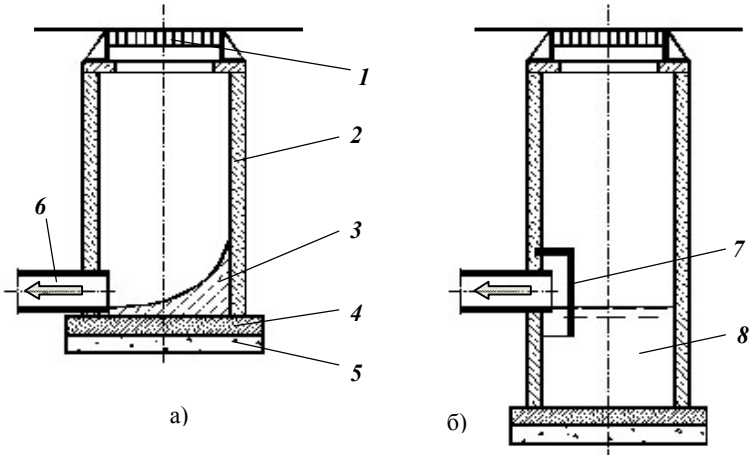


Рисунок 5.16 – Дощоприймальні колодязі: а) без осадової частини; б) з осадовою частиною і гідрозатвором; 1 – решітка; 2 – камера колодязя; 3 – лоток колодязя; 4 – плита днища; 5 – гравійно-щебенева чи бетонна основа; 6 – відвідний трубопровід; 7 – гідрозатвор; 8 – осадова частина

За ширини вулиці до 30 м і відсутності надходження дощових вод із території кварталів відстань між дощоприймальними колодязями $L_{дп}$ допускається приймати залежно від ухилу вулиці $i_в$ [50]: $i_в \le 0{,}004$ – $L_{дп} = 50$ м; $i_в = 0{,}004–0{,}006$ – $L_{дп} = 60$ м; $i_в = 0{,}006–0{,}01$ – $L_{дп} = 70$ м; $i_в = 0{,}01–0{,}03$ – $L_{дп} = 80$ м; $i_в > 0{,}03$ – $L_{дп} = 90$ м. За наявності внутрішньоквартальної дощової мережі зазначені відстані можна збільшувати в 1,5–2 рази за умов розташування їх на водорозділах та в лотках доріжок бульварів і скверів або на проїзній частині вулиць.

За ширини вулиці понад 30 м відстань між дощоприймальними колодязями повинна становити не більше 60 м. При поздовжніх ухилах вулиць більше 0,05 перед перехрестями з боку припливу поверхневих вод, а також на прямих ділянках вулиць через 300–400 м улаштовують дощоприймальні колодязі посиленої приймальної здатності – подвійні ґрати, колодязі спеціальної конструкції, колодязі з дощоприймачами у вигляді лотків з решітками тощо [50].

Довжина приєднання від дощоприймального колодязя до колодязя на колекторі має бути не більше ніж 40 м. Допускається встановлення не більше одного проміжного дощоприймального колодязя. Діаметр приєднання визначають за розрахунковою витратою води від дощоприймального колодязя при ухилі 0,02, але він має бути не менше ніж 200 мм. Допускається зменшувати ухил (до 0,005), а діаметр потрібно збільшувати до 300 мм [50].

За напівроздільної системи каналізації дощоприймальні колодязі потрібно влаштовувати із осадовою частиною (приямком глибиною від 0,5 м до 0,7 м) та гідравлічним затвором висотою не менше ніж 0,1 м [50].

При поздовжньому ухилі вулиці чи дороги більше 50 ‰ на прямих ділянках через 300–400 м улаштовують дощоприймальні колодязі посиленої приймальної здатності (подвійні ґрати, колодязі спеціальної конструкції).

Кількість дощоприймальних колодязів має бути достатнім для забезпечення швидкого водовідводу. Розміщення їх не повинно перешкоджати руху транспортних і пішохідних потоків.

Дощоприймальники на бульварах, смугах зелених насаджень розміщують через інтервали в 1,5–2 рази більше, ніж на вулицях, тобто через 100–180 м.

Приєднання водовідвідної канави дощової каналізації до закритої мережі потрібно виконувати через колодязь із відстійною частиною. В оголовку канави необхідно передбачати решітки з прозорами шириною не більше ніж 50 мм. Діаметр приєднувального трубопроводу потрібно приймати за розрахунком, але не менше 250 мм. До дощоприймальних колодязів допускається робити приєднання внутрішніх водостічних труб будинків, а також дренажних трубопроводів [50].

Запитання для самоконтролю

1. *Особливості розташування мереж різного призначення на території населених пунктів.*
2. *Що таке розрахункова схема інженерної мережі?*
3. *Основні схеми трасування мереж водовідведення.*
4. *Які фактори впливають на вибір матеріалу труб?*
5. *Як визначити матеріал та діаметри труб різного призначення?*
6. *Які граничні обмеження необхідно враховувати під час влаштування мереж водовідведення?*
7. *Як визначити мінімальну глибину закладання вуличної мережі водовідведення?*
8. *За якими показниками підбирають типи кабелів та розміри їхніх перерізів?*
9. *Як і для чого виконують гідравлічні розрахунки напірних мереж?*
10. *Подайте визначення аналогам правил Кірхгофа.*
11. *Як провести попередній потокорозподіл?*
12. *Як провести аналіз результатів гідравлічних розрахунків водопровідних мереж?*
13. *Як визначити необхідні напори в мережі водопостачання?*
14. *На основі яких формул проводять гідравлічні розрахунки самопливних мереж?*
15. *Як побудувати повздовжній профіль мережі водовідведення?*
16. *Особливості гідравлічних розрахунків дощових мереж.*
17. *Як влаштувати водовідвідні канави, лотки і кюветі?*
18. *Як влаштовують дощоприймальні колодязі?*

5.3 Конструювання інженерних мереж

5.3.1 Труби і трубопровідна арматура

Міські інженерні мережі переважно представлені трубопроводами, що транспортують холодну та гарячу воду, горючі гази, стічні побутові та дощові води. Будь-який трубопровід складається із послідовно з’єднаних між собою труб та установленою на них трубопровідною арматурою, яку зазвичай поміщають у колодязі та камери.

Під землею в трубах прокладають більшість ліній електричного зв'язку та окремі силові кабелі. Тому вибір матеріалу труб і способів їх з'єднань (рис. 5.17) залежно від призначення, місця знаходження та умов роботи і має суттєве значення для функціонування мереж.

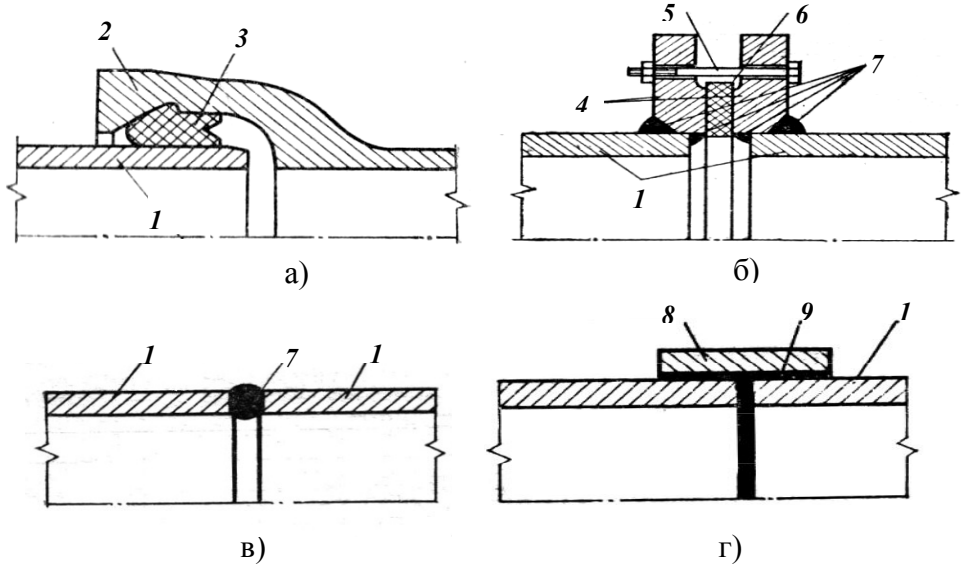


Рисунок 5.17 – Найпоширеніші з'єднання труб:
а) розтрубне чавунних труб на гумовій манжеті; б) фланцеве сталевих труб;
в) зварне встик труб ПЕ; г) клейове муфтове пластмасових труб;
***1* – кінці труб; *2* – розтруб; *3* – гумова ущільнювальна манжета; *4* – фланці; *5* – болт;**
***6* – гумова прокладка; *7* – зварні шви; *8* – муфта; *9* – шар клею**

Стандартами передбачено, що труби одного діаметра умовного проходу (типова величини кратна 100 мм, 50 мм чи 25 мм) мають однакові зовнішні діаметри за різних товщин їхніх стінок. Це дозволяє з'єднувати між собою труби із різних матеріалів.

Трубопровідна арматура *– це пристрої, що встановлюють на трубопроводах чи ємкостях і які забезпечують управління потоком робочого середовища (води, газу, суспензії тощо) шляхом зміни прохідного отвору*. Трубопровідна арматура характеризується трьома основними параметрами: умовний прохід (номінальний розмір) d_y, мм; умовний (номінальний) тиск P_y, МПа; робоча температура робочого середовища t °С.

За функціональним призначенням трубопровідну арматуру міських інженерних мереж поділяють на такі види і типи:

– ***запірна*** – для перекриття потоку робочого середовища (*засувки, поворотні дискові затвори, вентилі, коркові та кульові крани*);

– ***запобіжна*** – для автоматичного захисту устаткування і трубопроводів від неприпустимих змін параметрів робочого середовища (перевищення тиску – *запобіжні клапани*, утворення вакууму – *вантузи* та *аераційні клапани*, недопущення зворотного потоку – *зворотні клапани*);

– ***регулювальна*** – для регулювання параметрів робочого середовища зміною його витрати (*регулятори витрат і тиску*);

– ***водорозбірна*** – для розбору води із зовнішніх водопровідних мереж (*пожежні гідранти* і *водорозбірні колонки*);

– ***вимірювальна*** – для вимірювання витрати робочого середовища (*витратоміри, лічильники води чи газу*).

За видами з'єднань трубопровідну арматуру виготовляють:

– ***фланцевою***;

– ***муфтовою*** (із внутрішньою різьбою);

– ***цапфовою*** чи ***штуцерною*** (із зовнішньою різьбою);

– ***приварною***.

За матеріалом трубопровідна арматура може бути ***чавунною, сталевою, латунною, бронзовою***. Ущільнювачі рухомих елементів арматури виготовляють із бронзи, латуні, пластмас, гуми чи шкіри.

За приведенням у дію різні типи арматури можуть бути:

– ***автоматичними*** – спрацьовують під дією робочого середовища (*клапани, регулятори, вантузи, витратоміри і лічильники*);

– ***примусовими*** – спрацьовують через зовнішні приводи, які, зі свого боку, можуть бути:

– ***ручними*** – приводяться в дію мускульною силою через *маховики запірної арматури, важелі водорозбірних колонок*, *пожежні колонки гідрантів*;

– ***механічними*** – працюють від переносних механічних пристроїв через *редуктори запірної арматури*;

– ***з електроприводом*** – приводяться в дію стаціонарним електродвигуном, встановленим на редукторі *запірної арматури*;

– ***з гідроприводом*** – функціонують від сил тиску, що утворюються в гідравлічному циліндрі, з'єднаному зі штоком *запірної арматури*; робочим середовищем у гідравлічному циліндрі може бути рідина чи газ, що транспортується в трубопроводі, або спеціальна рідина чи газ від ресивера гідравлічного преса.

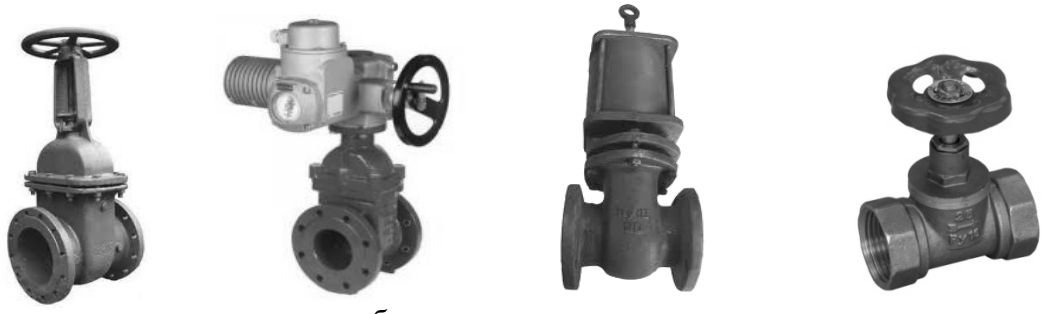
За ущільненням рухливих елементів арматуру поділяють на:

– ***сальникову*** – ущільнення сальниковою набивкою (більшість типів трубопровідної арматури з примусовим приводом);

– ***сильфону*** і ***мембрану*** – з ущільненням за допомогою сильфонів чи мембран (окремі типи запобіжної і регулювальної арматури).

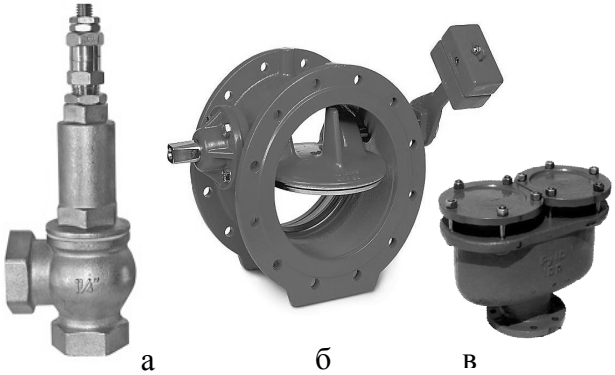
Окремі типи трубопровідної арматури наведені на рисунках 5.18–5.20.

Для з’єднання між собою труб різних матеріалів, різних діаметрів, під різними кутами, із водопровідною арматурою тощо застосовують *стандартні фасонні частини*: ***чавунні*** (ГОСТ 5525-88), ***пластмасові*** (ДСТУ Б В.2.7-141:2007, ДСТУ Б В.2.7-142:2007), ***сталеві приварні*** (ГОСТ 17375-83*, ГОСТ 17376-83*, ГОСТ 17378-83*). В окремих випадках можуть застосовувати *нестандартні фасонні частини*, які виготовляють за попередньо підготовленими робочими кресленнями безпосередньо на будові. Їх найчастіше зварюють із заготовок сталевих труб, фланців чи інших сталевих деталей. В останні роки нестандартні фасонні частини зварюють і з поліетиленових труб та деталей до них. Застосування нестандартних фасонних частин значно збільшує вартість будівництва, збільшує його строки та знижує якість будівельно-монтажних робіт. Тому їх застосування, за можливістю, потрібно обмежувати.



а б в г

Рисунок 5.18 – Найпоширеніші типи запірної арматури:
а) засувка фланцева; б) поворотний затвор; в) вентиль; г) кульовий кран



а б в

Рисунок 5.19 – Основні типи запобіжної арматури:
а) запобіжний клапан пружинний;
б)зворотний клапан поворотний з противагою; в) вантуз двосекційний

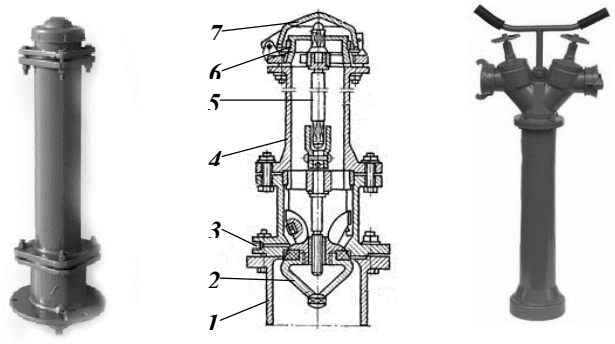


Рисунок 5.20 – Пожежний гідрант підземного типу:
а) загальний вид; б) конструктивна схема; в) пожежна колонка;
1 – пожежна підставка; 2 – кулеподібний клапан; 3 – отвір для зливання води;
4 – корпус; 5 – шток з чотиригранним хвостовиком; 6 – різьбова головка під пожежну колонку; 7 – кришка

Фасонні частини для зовнішніх інженерних мереж залежно від матеріалу труб і фасонних частин з’єднують зварюванням, за допомогою розтрубів чи фланців (рис. 5.21).

Чавунні фасонні частини переважно сталеві, тому що їхню внутрішню і зовнішню поверхні покривають на заводах-виробниках нафтовим бітумом. В останні десятиліття почали застосовувати труби і фасонні частини із високоміцного чавуну з кулевидним графітом, які мають заводські композитні антикорозійні покриття.



а) б) в)

Рисунок 5.21 – Зразки стандартних фасонних частин: а) сталевих; б) полівінілхлоридних; в) чавунних

На схемах інженерних мереж фасонні частини позначають згідно з наведеними вище нормативами [101].

5.3.2 Конструктивні та монтажні схеми мереж

Конструктивна схема інженерної мережі становлять схему трубопроводів міста, житлового масиву, кварталу чи його частини з розміщенням на лініях мережі трубопровідної арматури та іншого обладнання з номерами колодязів і камер, у яких їх встановлюють.

Монтажна схема уточнює конструктивну з деталізацією її вузлів (колодязів, камер, безколодязних з'єднань, поворотів тощо). На ній показують усі трубопроводи, трубопровідну арматуру, фасонні частини, контури колодязів та їхню прив'язку до осей трубопроводів.

Конструктивна і монтажна схеми мають свої специфічні особливості залежно від призначення інженерної мережі (водопроводу, газопроводу тощо) і складаються окремо для кожної із них. Нижче наведено вимоги і особливості влаштування конструктивних та монтажних схем водопровідних мереж, які є найпоширенішими серед міських інженерних мереж.

Конструктивна схема водопровідної мережі містить схеми розміщення на водопровідних лініях (водоводах, магістральних та розподільних лініях, а також підключеннях до них – випуски, вводи до споживачів тощо) трубопровідної арматури (водорозбірної, запірної, регулювальної й запобіжної), а також водовипусків для спорожнення ділянок мережі, компенсаторів тощо [8].

Водорозбірну арматуру (пожежні гідранти і водорозбірні колонки) на зовнішніх водопровідних мережах першочергово встановлюють на розподільній мережі. Водорозбірні колонки встановлюють тільки у районах житлової забудови будинками з водокористуванням із водорозбірних колонок за норм водоспоживання на одного жителя 25–60 л/добу [8].

Пожежні гідранти потрібно встановлювати уздовж вулиць та автомобільних доріг на відстані не більше ніж 2,5 м від краю проїзної частини, але не ближче ніж 5 м від стін будівель. Допускається розташовувати гідранти на проїзній частині. Встановлення гідрантів на відгалуженнях з відхиленням осі гідранта від вертикальної осі траси не допускається [8].

Першочергово пожежні гідранти встановлюють *на розподільних лініях* на перехрестях вулиць. Якщо відстань між цими гідрантами перевищує розрахункову $L_{ПГ}$, тоді між ними встановлюють додаткові гідранти. Розрахункова відстань між гідрантами не повинна перевищувати радіус дії пожежного гідранта: $L_{ПГ} < R_{ПГ}$.

Радіус дії (впливу) одного пожежного гідранта визначають за умови, що будь-яка точка території населеного пункту повинна забезпечуватись водою не менше, ніж від двох пожежних гідрантів, а у разі витрат на зовнішнє пожежогасіння до 15 л/с (включно) – від одного [8], за формулою:

$$R_{ПГ} = k \cdot L_p + r - H_{буд}, \tag{5.41}$$

де $R_{ПГ}$ – радіус дії пожежного гідранта, м; L_p – розрахункова довжина ліній пожежних рукавів, яка залежить від засобів пожежогасіння за наявності пожежного автомобіля, обладнаного пожежним насосом – 200 м, пожежних мотопомп – від 100–150 м залежно від їхнього типу [8]; k – коефіцієнт, який враховує згини та повороти пожежних рукавів, приймають у межах 0,8–0,95; r – радіус дії компактної частини струменя води, який залежить від величин витрат води, діаметра отвору брандспойта і становить 11–17 м; $H_{буд}$ – висота будинку від поверхні землі до його найвищої точки, яка залежить від кількості поверхів, м; орієнтовно можна прийняти:

$$H_{буд} = 3 \cdot (n_{пов} + 1), \tag{5.42}$$

де $n_{пов}$ – кількість поверхів забудови.

Як виняток, пожежні гідранти можна встановлювати на магістральних лініях із діаметром труб тільки до 400 мм, враховуючи, що пожежні гідранти знижують надійність їхньої роботи. Для більших діаметрів магістральних ліній влаштовують *дублювальні лінії* (рис. 5.22, а) менших діаметрів (як для розподільної мережі). Їх доцільно прокладати, якщо ширина вулиць у червоних лініях більше ніж 20 м [8], і обов'язково – якщо ширина проїзної частини більше за 22 м [8]. Пожежні гідранти доцільно встановлювати на розподільних чи внутрішньоквартальних мережах (рис. 5.22, б) або, як виняток, на під'єднаннях споживачів (рис. 5.22, в), у місцях їхніх підключень до магістральних ліній.

Не допускають встановлення пожежних гідрантів на тупикових відгалуженнях від ліній водопроводу, якщо в них відсутнє постійне протікання води, що призводить до застоювання води та погіршення її якості.

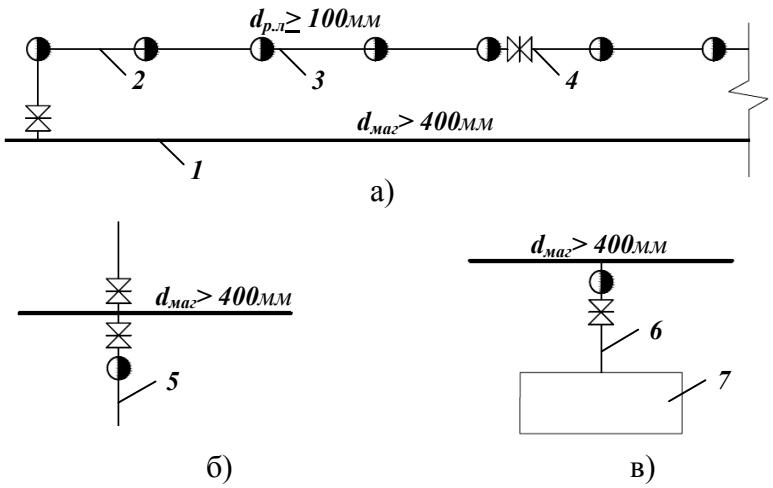


Рисунок 5.22 – Можливі схеми встановлення пожежних гідрантів на магістральних лініях із діаметром понад 400 мм:
а) на дублювальних розподільних лініях; б) на розподільних чи внутрішньоквартальних лініях, у місці їхнього приєднання до магістральних ліній; в) на відгалуженнях до споживачів;
1 – магістральна лінія; 2 – дублювальна (розподільна) лінія; 3 – пожежний гідрант; 4 – засувка або поворотний затвор; 5 – розподільні чи внутрішньоквартальні лінії; 6 – ввід до споживача; 7 – споживач

Запірну арматуру (*поворотні дискові затвори* або *засувки*) застосовують для повного відключення ділянок мережі під час ремонтів і профілактичного обслуговування, а також для регулювання витрат води та напорів у мережі. Їх встановлюють на водоводах і водопровідній мережі в таких місцях (рис. 5.23):

- *приєднання* до магістральної мережі *водоводів* та водонапірних башт;
- у точках підключення *розподільних ліній* до магістральних;
- на *вводах до підприємств* (їх має бути не менше двох із підключенням до різних ремонтних ділянок);
- на *початку і в кінці кожної ремонтної ділянки* з розрахунком [8], щоб відключалось не більше п’яти пожежних гідрантів.

Запірна арматура на водоводах і лініях водопровідної мережі має бути з *ручним* або *механічним* приводом (від пересувних засобів). Якщо передбачено дистанційне або автоматичне управління, то арматуру потрібно оснащувати *електричним* або *гідропневматичним* приводом [8].

Запобіжну арматуру (зворотні клапани, вантузи, клапани для впуску і випуску повітря, пристрої для попередження підвищення тиску, зокрема, при гідравлічних ударах, інші типи клапанів автоматичної дії для відключення ремонтних ділянок) на зовнішніх водопровідних мережах і водоводах встановлюють у місцях, де можлива загроза дії негативних факторів, що можуть призвести до руйнування трубопроводів або створення небажаних ситуацій, які погіршують експлуатаційні показники [101].

Водовипуски встановлюють у найнижчих точках ремонтних ділянок для спорожнення під час ремонтів чи промивання труб. Воду від випусків відводять у найближчу водойму, канаву, яр або в спеціальний, так званий мокрий колодязь, із якого її відкачують автонасосами чи мотопомпами [8].

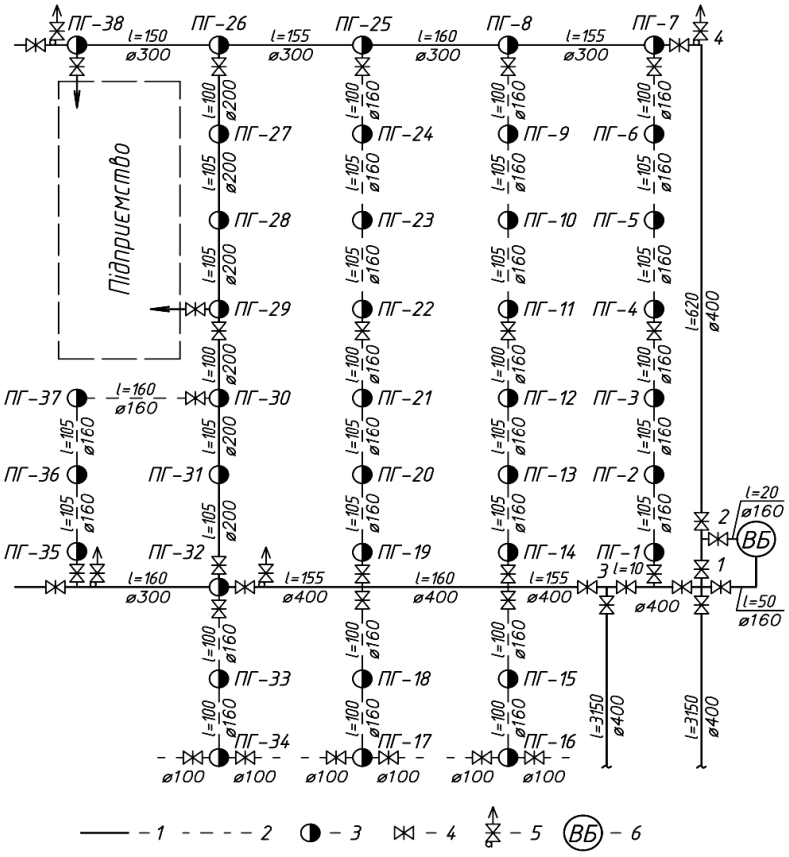


Рисунок 5.23 – Конструктивна схема водопровідної мережі:
1 – водоводи і магістральні лінії; 2 – розподільні лінії; 3 – пожежний гідрант; 4 – засувка або поворотний затвор; 5 – водовипуск; 6 – водонапірна башта;
l – довжина ділянки, м; ∅ – діаметр труб;
ПГ-12 – номер колодязя із пожежним гідрантом; колодязі номер 2 і 4 – теж саме, без гідранта

Як запірну арматуру на випусках потрібно використовувати поворотні затвори. Діаметри випусків і обладнання для впускання повітря приймають такими, щоб забезпечити спорожнення ремонтних ділянок не більше як за 2 год [8].

Конструкції випусків і пристроїв для промивання трубопроводів повинні забезпечувати можливість створення в трубопроводі швидкості руху води на 10 % більше максимальної розрахункової.

На трубопроводах з діаметром менше 250 мм водовипуски можуть не встановлювати, якщо при спорожненні труб застосовують сучасну відкачувальну техніку, що забезпечує спорожнення ремонтних ділянок не більше як за 2 год.

На конструктивній схемі мережі всі колодязі разом із камерами нумерують. Колодязі без гідрантів мають тільки порядковий номер, наприклад, 1, 2 на рисунку 5.23. Для колодязів із пожежними гідрантами номер проставляють після абревіатури «ПГ-», наприклад, ПГ-17.

На ***монтажній схемі*** (рис. 5.24) показують усі трубопроводи, трубопровідну арматуру та інші елементи, визначені конструктивною схемою водопровідної мережі. контури колодязів та їхню прив’язку до осей трубопроводів. Для

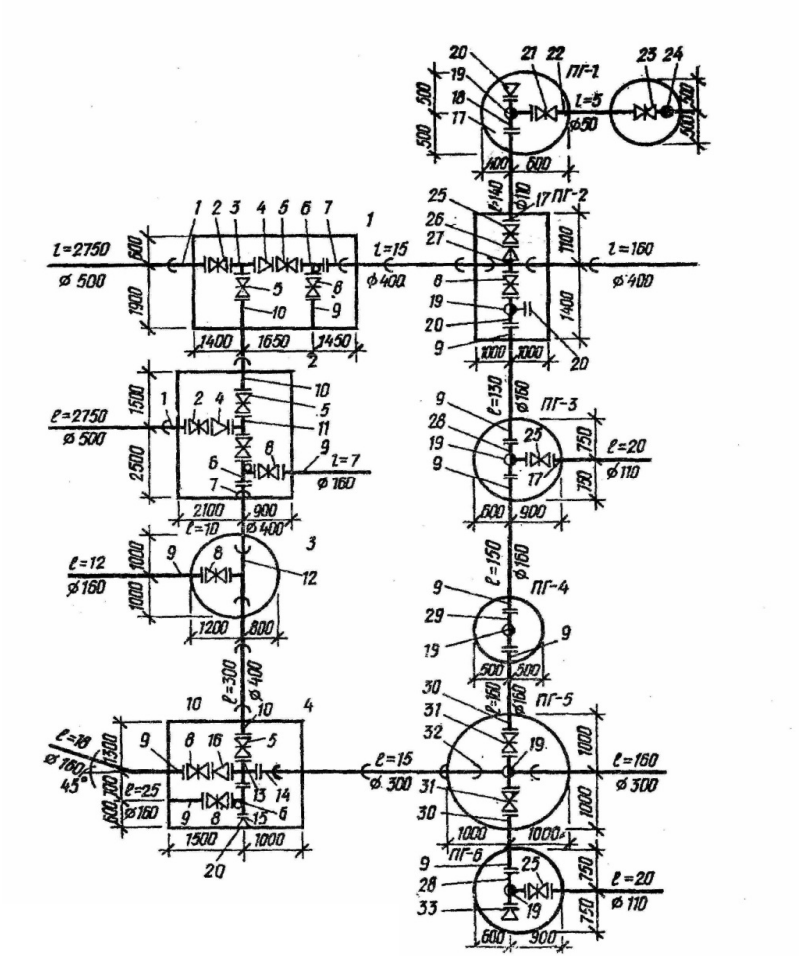


Рисунок 5.24 – Монтажна схема частини водопровідної мережі:
1, 10 – патрубок «фланець – гладкий кінець»;
2, 5, 8, 25, 31 – засувки; 3, 11 – трійник фланцевий;
4, 16, 26 – перехід фланцевий; 6 – випуск фланцевий;
9, 17, 30 – патрубок з насувним фланцем;
7, 14 – патрубок «фланець-розтруб»; 12 – трійник «розтруб-фланець»; 13 – хрест фланцевий;
15, 33 – заглушка; 18, 28 – пожежна підставка «трійник фланцевий»; 19 – пожежний гідрант; 20 – упор;
21, 23 – вентиль; 24 – водорозбірна колонка;
27 – хрест «розтруб-фланець»; 29 – пожежна підставка фланцева (нестандартна); 32 – пожежна підставка «хрест розтруб-фланець»

цього за відомими діаметрами труб, арматури, випусків та інших елементів, використовуючи їхні умовні позначення [101], складають монтажну схему водопровідної мережі. Деталям одного призначення, матеріалу і однакових розмірів (діаметри, довжини) присвоюють один (наскрізний) номер (позицію).

Усю водопровідну арматуру, яка має фланцеві з'єднання, встановлюють у водопровідних колодязях. Розтрубні та муфтові з'єднання необхідно виносити за межі колодязів. Це дозволить зменшити їхні розміри, а значить і вартість будівництва.

За монтажною схемою мережі упорядковують *специфікації труб* [101], *фасонних частин та арматури* [101], розробляють робочі креслення колодязів, камер та інших споруд, а під час будівництва виконують їхній монтаж. На основі специфікацій складають кошторис водопровідної мережі та проводять замовлення труб, фасонних частин, арматури та інших деталей для будівництва мережі.

5.3.3 Колодязі та камери

Трубопровідну арматуру розміщують зазвичай у водопровідних колодязях чи камерах з метою її збереження і запобігання шкідливого впливу на неї корозійних процесів, а також для зручності експлуатації (оперативного управління роботою арматури, проведення її профілактичного обслуговування, планових ремонтів, аварійно-відновлювальних робіт, моніторингу робочого стану тощо). Допускається безколодязне встановлення трубопровідної арматури.

Колодязь складається з *робочої камери і горловини*, яку зверху перекриває *люк*. Розміри водопровідних колодязів і камер визначають залежно від розмірів арматури та фасонних частин, а також з урахуванням мінімально допустимих відстаней від них до стін колодязя [8] (рис. 5.25, табл. 5.5).

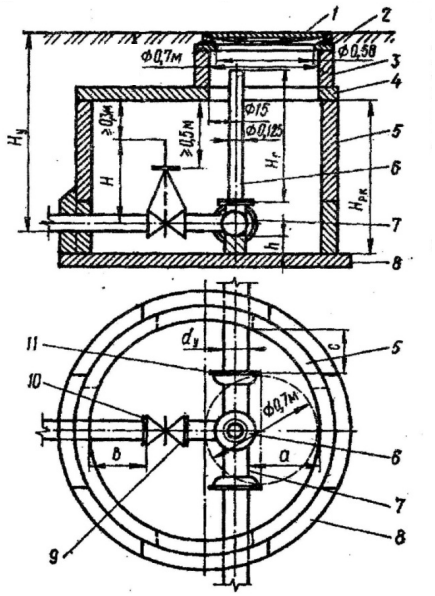


Рисунок 5.25– Схема водопровідного колодязя із круглих залізобетонних елементів:
***1* – люк; *2* – опірне кільце; *3* – стінове кільце горловини; *4* – плита перекриття; *5* – стінове кільце робочої камери; *6* – пожежний гідрант; *7* – пожежна підставка «трійник розтруб-фланець» (ППТРФ); *8* – плита днища; *9* – засувка; *10* – фланець; *11* – розтруб**

Таблиця 5.5 – Мінімальні відстані до внутрішніх поверхонь колодязя

$d_у$, мм	*a*	*b*	*c*	*h*	*H*	$H_{рк}$	$H_г$
100	0,3	0,3	0,4	0,25	0,5	1,5	0,75
150	0,3	0,3	0,4	0,25	0,7	1,5	1,0
200	0,3	0,3	0,4	0,25	0,9	1,6	1,25
250	0,3	0,3	0,4	0,25	1,1	1,8	1,25
300	0,3	0,3	0,4	0,25	1,3	2,0	1,5
400	0,3	0,3	0,5	0,25	1,7	2,5	–
500	0,5	0,5	0,5	0,30	1,35	2,4	–
600	0,5	0,5	0,5	0,30	1,6	2,7	–
800	0,7	0,5	0,5	0,35	2,1	3,4	–
1000	0,7	0,5	0,5	0,35	2,3	3,6	–

Висота робочої частини колодязів повинна бути не менше ніж 1,5 м. За розміщення в колодязі пожежного гідранта має бути забезпечена можливість встановлення пожежної колонки та вільного приєднання до неї пожежних рукавів з рівня позначки землі (прилеглого проїзду) [8]. За цієї умови відстань від верха гідранта до низу люка повинна знаходитись у межах 0,15–0,4 м. Вона за-

безпечується вибором висоти гідранта, яка за нині чинним ГОСТ 8220-85 змінюється від 500 мм до 3 500 мм з інтервалом 250 мм.

Залежно від місця розташування колодязя (тротуар, газон чи проїзна частина) застосовують люки різних модифікацій [101]: *легкі* – типу «*Л*»; *середні* – типу «*С*»; *тяжкі* – типу «*Т*»; *тяжкі магістральні* – типу «*ТМ*»; *надтяжкі* – типу «*СТ*» (ДСТУ Б В.2.5-26:2005). На дорогах з твердим покриттям люки встановлюють у рівень з його поверхнею. В інших випадках люки повинні знаходитись вище поверхні землі [8]:

– у зеленій зоні на 5–7 см;

– на незабудованих територіях – на 20 см.

Визначивши розміри колодязів, стандартні залізобетонні елементи для них приймають *круглими* або *прямокутними* в плані.

Колодязі із *стандартних круглих залізобетонних кілець* можуть мати діаметри: 1,0 м, 1,5 м, 2,0 м, 2,5 м (ДСТУ Б В.2.6-106:2010). Висота окремих стінових кілець 0,3 м, 0,6 м, 0,9 м або 1,2 м [101].

Прямокутні колодязі монтують із збірних конструкцій розмірами в плані 2,0 м × 2,5 м та 4,0 м × 4,5 м висотою 0,6 м, 0,9 м або 1,8 м.

З *цегли* чи з *монолітного залізобетону* колодязі влаштовують діаметром до 3 м, або прямокутними в плані. Їх влаштування потребує більше матеріалів, триваліших строків будівництва і коштів.

Для спуску в колодязі влаштовують на їхніх стінах скоби або застосовують переносні металеві драбини.

Якщо глибина укладання труб невелика, то для забезпечення висоти робочої частини колодязя його перекривають ***дорожніми плитами*** з отвором під люк [101].

Робочі креслення складають для типових колодязів, великих і складних робочих камер та унікальних споруд (акведуків, дюкерів, переходів під залізницями тощо).

5.3.4 Розміщення інженерних мереж на міських територіях

Способи прокладання інженерних комунікацій

Інженерні мережі сучасних міст розташовують по всій їх території і охоплюють сотні, а то й тисячі, кілометрів трубопроводів водо-, тепло-, газопостачання і водовідведення, підземних кабелів та надземних ліній електропостачання і зв’язку. Влаштування міських вулиць і доріг, прибудинкових територій, зелених насаджень необхідно узгоджувати із розташуванням інженерних мереж

як комплексної системи, що поєднує всі підземні, наземні й надземні мережі та споруди, з урахуванням перспективного розвитку міста.

У населених пунктах інженерні мережі прокладають одним із таких способів:

1) підземно:

– у траншеях: роздільних і загальних (суміщено);

– у каналах: прохідних, напівпровідних і непрохідних;

– у горизонтальних ґрунтових виробках, влаштованих проколюванням, продавлюванням або горизонтальним бурінням;

2) *наземно* – на підсипках і (чи) опорах;

3) *надземно*:

– на низьких чи високих опорах;

– по стінах будинків і споруд.

Основним способом прокладання інженерних комунікацій на території населених пунктів є ***підземний в траншеях*** – переважно у межах поперечних профілів вулиць і доріг.

Комунікації кожного виду (водопроводу, каналізації, газопроводу, теплопостачання, силові кабелі чи зв'язку) на одній ділянці території можуть прокладати в різні часові періоди або одночасно, наприклад, під час реконструкції вулиці. Тому, у першому випадку застосовують *роздільне прокладання* – кожен вид комунікацій в окремій траншеї, а в другому – *спільне прокладання* – у загальній траншеї розміщують усі комунікації, влаштування яких передбачено проектом на цій ділянці міської території (рис. 5.26). Із погляду доступу до комунікацій на випадок ремонтів їх необхідно розташовувати поза проїзними частинами вулиць та доріг. Першочергово це стосується напірних трубопроводів, пошкодження яких призводить до руйнування дорожнього покриття.

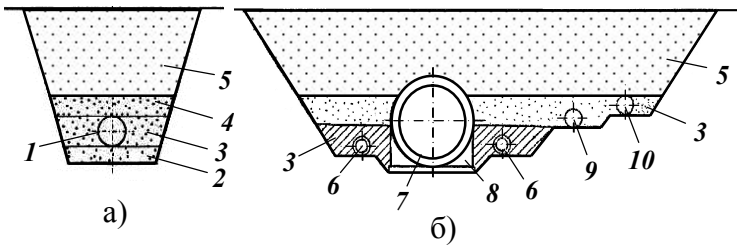


Рисунок 5.26 – Прокладання інженерних мереж у траншеях:
а) роздільних; б) загальних;
1 – трубопровід; 2 – підсипка дна траншеї; 3 – бокова засипка – трамбований ґрунт; 4 – засипка верху труби; 5 – місцевий ґрунт; 6 – побутова каналізація; 7 – дощова каналізація; 8 – бетонна основа; 9 – водопровід; 10 – газопровід

Залежно від характеру ґрунтів, у які укладають комунікації, рівня ґрунтових вод, матеріалу труб, їхніх захисних покриттів чи оболонок кабелів влаштовують різні типи основ під труби чи кабелі.

Природні основи влаштовують у більшості ґрунтів з

укладанням труб безпосередньо на вирівняне дно траншеї. Виняток становлять скельні та слабкі ґрунти, у яких влаштовують *штучні основи*.

У скельних ґрунтах необхідно передбачати укладання труб на подушку товщиною не менше ніж 10 см з місцевого піщаного або гравелистого ґрунту. Це запобігає пошкодженню труб та врівноважує навантаження по всій площі їхньої зовнішньої поверхні.

У слабких ґрунтах (мулистих, торф'янистих, пливунних, болотистих, із нерівномірним осіданням та з просіданням від власної ваги тощо) влаштовують гравійно-щебеневі, бетонні, залізобетонні та інші основи (рис. 5.27) або проводять заміну ґрунту.

Прокладання мереж у каналах застосовують у разі значного насичення підземного простору інженерними комунікаціями, на ділянках забудови у складних ґрунтових умовах (лесові, просідаючі ґрунти), у разі перетину транспортних магістралей чи інших перешкод, при технологічній доцільності, за економічним обґрунтуванням. Канали влаштовують відкритими або закритими (щитової проходки) способами.

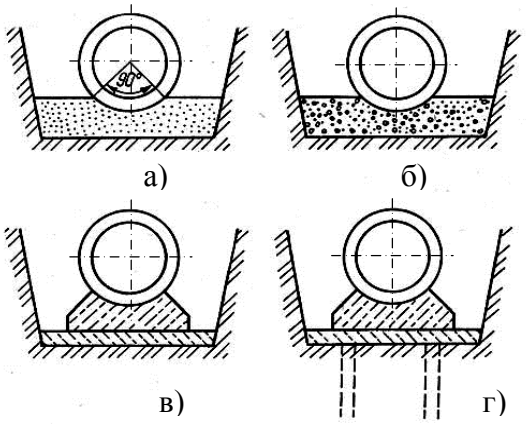


**Рисунок 5.27 – Типи штучних основ під комунікації:
а) піщане; б) гравійне; в) бетонне; г) пальове**

Непрохідні канали (рис. 5.28, а) мають найбільше розповсюдження серед інших видів каналів. У них найчастіше укладають трубопроводи теплових мереж, які не потребують постійного нагляду.

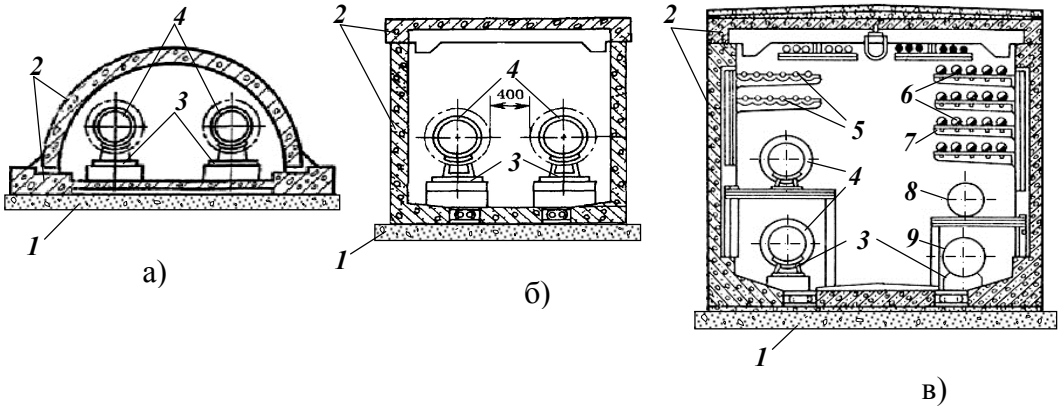


**Рисунок 5.28 – Типи каналів із збірних залізобетонних елементів для інженерних мереж:
а) непрохідний; б) напівпрохідний; в) прохідний (тунель);
1 – бетонна основа; 2 – збірні залізобетонні елементи каналів; 3 – опори під труби;
4 – труби тепломережі; 5 – кабелі зв'язку; 6 – силові кабелі; 7 – кронштейни;
8 – водопровід; 9 – напірна каналізація**

Напівпрохідні канали (рис. 5.28, б) використовують в обмежених умовах, коли неможливо зведення прохідних каналів, здебільшого, для прокладання мереж на коротких ділянках, що не допускають розкриття каналів для їх ремонтів (під проїздами з інтенсивним вуличним рухом, під залізничними коліями тощо). Висота в світлі напівпрохідних каналів становить зазвичай 1 400–1 600 мм (прохід людини в напівзігнутому стані) з шириною проходу – 400 мм. *Прохідні канали* (рис. 5.28, в) застосовують для прокладання в одному напрямку кількох труб та кабелів у разі нестачі місця у поперечному профілі вулиць для розміщення мереж у траншеях, на перетинах із магістральними вулицями і залізничними об'єктами. Прохідні канали (тунелі) обладнують монтажними отворами, вентиляцією, освітленням, телефонним зв'язком та засобами водовідливу. Їх споруджують із цегли, монолітного або збірного залізобетону.

У тунелях спільно прокладають телефонні лінії, силові кабелі, трубопроводи теплопостачання, водопроводу, напірної каналізації, повітропроводів та інших мереж. Спільне прокладання газопроводів і трубопроводів, які транспортують легкозаймисті й горючі рідини, з кабельними лініями не допускається [70].

Горизонтальні ґрунтові виробки влаштовують методами проколювання, продавлювання чи горизонтального буріння (рис. 5.29).

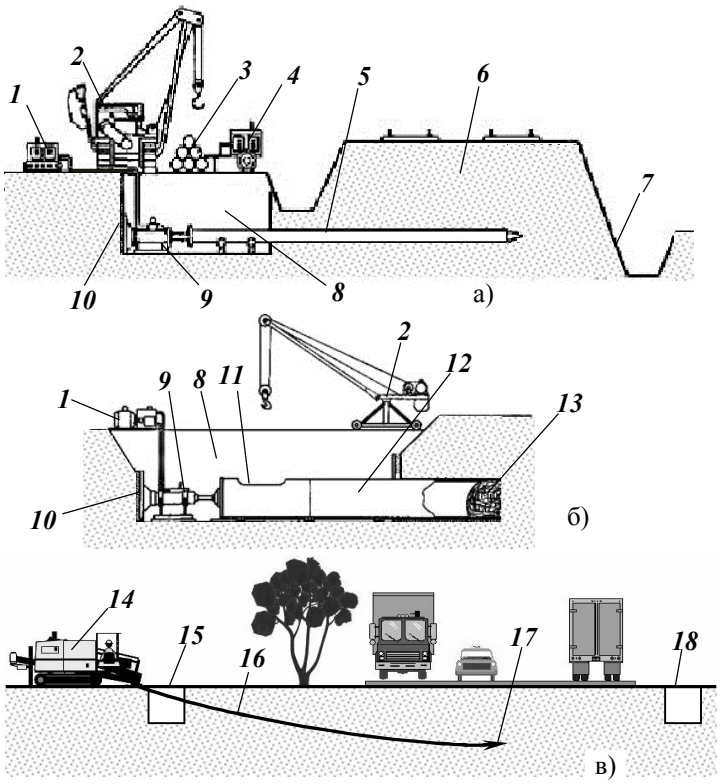


Рисунок 5.29 – Способи влаштування горизонтальних ґрунтових виробок:
а) проколюванням; б) продавлюванням; в) горизонтальним бурінням;
1 – насос домкрата; 2 – автокран; 3 – труби; 4 – зварювальний агрегат; 5 – труба проколювання; 6 – залізничний насип; 7 – прийомний котлован; 8 – робочий котлован; 9 – гідродомкрат; 10 – упорна стінка; 11 – вікно для видалення керну; 12 – труба продавлювання; 13 – керн; 14 – установка направленого горизонтального буріння; 15 – вхідний приямок; 16 – бурові штанги; 17 – буровий наконечник; 18 – прийомний приямок

Кожен із розглянутих способів підземного прокладання інженерних мереж має свої переваги і недоліки і тому застосовується тільки тоді, коли інші способи неприйнятні за технічними обставинами (наприклад, відсутність достатнього підземного простору на вузьких вуличках чи через насиченість підземними комунікаціями),

або приймається за економічним обґрунтуванням.

Роздільний спосіб є основним під час будівництва підземних мереж. До його *переваг* зараховують мінімальну довжину мереж усіх видів, будівництво комунікацій в різні часові періоди. Серед *недоліків* – значні сумарні обсяги земляних робіт, проблеми благоустрою територій після прокладання кожної комунікації, загроза пошкодженню раніше збудованих комунікацій внаслідок влаштування біля них траншей і зміни тиску та зв'язності ґрунту, збільшення загальних термінів будівництва, більша сумарна вартість будівництва.

У суміщеному способі комунікації укладають одночасно, а в одній траншеї можуть розташовувати кабелі, трубопроводи та непрохідні канали. Цей спосіб застосовують як при реконструкції вулиць, так і створенні нової забудови. Його *переваги* – зменшення обсягу земляних робіт (на 20–40 %), скорочення строків будівництва, більша продуктивність праці, більш ефективне використання механізмів, транспорту та спеціального обладнання, зменшення кошторисної вартості будівництва (на 5–7 %). *Недоліки* – великі одночасні обсяги земляних робіт, припинення на вулиці транспортного, а часто і пішохідного руху на весь період будівництва.

Прокладання мереж у колекторах дозволяє скоротити обсяги земляних робіт і терміни будівництва. Цей спосіб значно полегшує експлуатацію, спрощує ремонт і заміну комунікації із незначними об'ємами земляних робіт або взагалі без них.

Таке влаштування міських мереж дозволяє вдало вирішити складну проблему організації підземного простору великих міст і водночас забезпечує довговічну експлуатацію і планове будівництво нових комунікацій, зокрема ліній зв'язку.

Недоліками прокладання мереж у колекторах є неможливість суміщення окремих видів комунікацій в одному каналі (зокрема, газопроводів і трубопроводів, що транспортують легкозаймисті й горючі рідини, із кабельними лініями), додаткові витрати на освітлення, вентиляцію, дренаж і пожежну безпеку каналів.

На сельбищних територіях у складних планувальних і гідрогеологічних умовах допускається прокладання наземних теплових мереж за відповідного обґрунтування згідно з нормативами [45, 70] і з дозволу виконкомів місцевих рад. Надземне і наземне прокладання інженерних мереж широко застосовують на територіях промислових підприємств, а наземні комунікації влаштовують безпосередньо на ґрунті чи насипах – на опорах чи плитах або в каналах чи без них [101]. Надземні мережі влаштовують на низьких або високих опорах (еста-

кадах). Газові мережі тиском до 0,6 МПа можуть бути влаштовані на стінах будинків.

Розміщення трубопроводів і кабелів на міських вулицях

Інженерні мережі потрібно розміщувати переважно у межах поперечних профілів вулиць і доріг: під тротуарами і розділювальними смугами – інженерні мережі в колекторах, каналах або тунелях; у межах розділювальних смуг – теплові мережі, водопровід, газопровід, господарсько-побутову й дощову каналізацію (рис. 5.30). За ширини проїзної частини більше 22 м варто передбачати розміщення мереж водопроводу з обох боків вулиці [70].

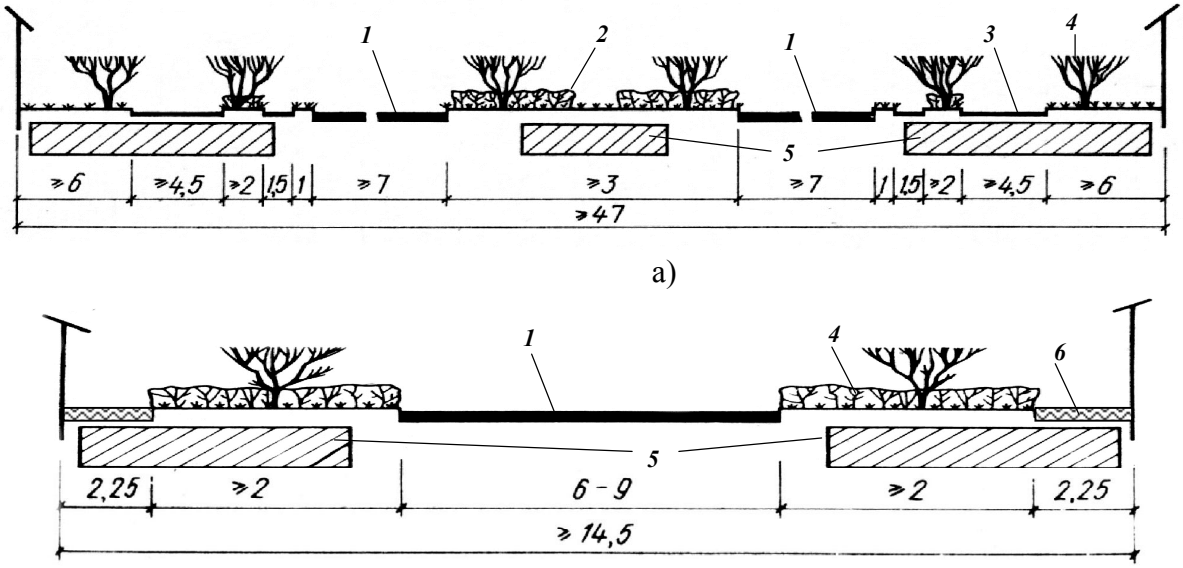


Рисунок 5.30 – Можливі зони для прокладання інженерних мереж:
а) на магістральних вулицях; б) на житлових вулицях;
1 – основна проїзна частина; 2 – розділювальні смуги та смуги озеленення; 3 – місцеві (бічні) проїзди; 4 – зелені насадження; 5 – зони для розміщення комунікацій; 6 – тротуари

Під час реконструкції проїзної частини вулиць і доріг з улаштуванням дорожніх капітальних покриттів, під якими розміщені підземні інженерні мережі, слід передбачати винесення цих мереж на розділювальні смуги і під тротуари. За відповідного обґрунтування допускається під проїжджими частинами вулиць збереження існуючих, а також прокладання у каналах і тунелях нових мереж.

На існуючих вулицях, що не мають розділювальних смуг, допускається розміщення нових інженерних мереж під проїжджою частиною за умови розміщення їх у тунелях або каналах. За технічної необхідності допускається прокладання газопроводу під проїжджими частинами вулиць [70]. Під проїзною частиною допускається, як виняток, за погодженням з організацією, що експлуатує вулицю (дорогу), прокладання водостоків, каналізації, дренажів та інших

підземних інженерних мереж [93]. Можливі варіанти прокладання інженерних мереж у поперечних профілях міських вулиць наведено на рисунках 5.31 і 5.32.

Прокладання в сельбищній зоні трубопроводів із легкозаймистими і горючими рідинами або із зрідженими газами для постачання промислових підприємств і складів не допускається [70].

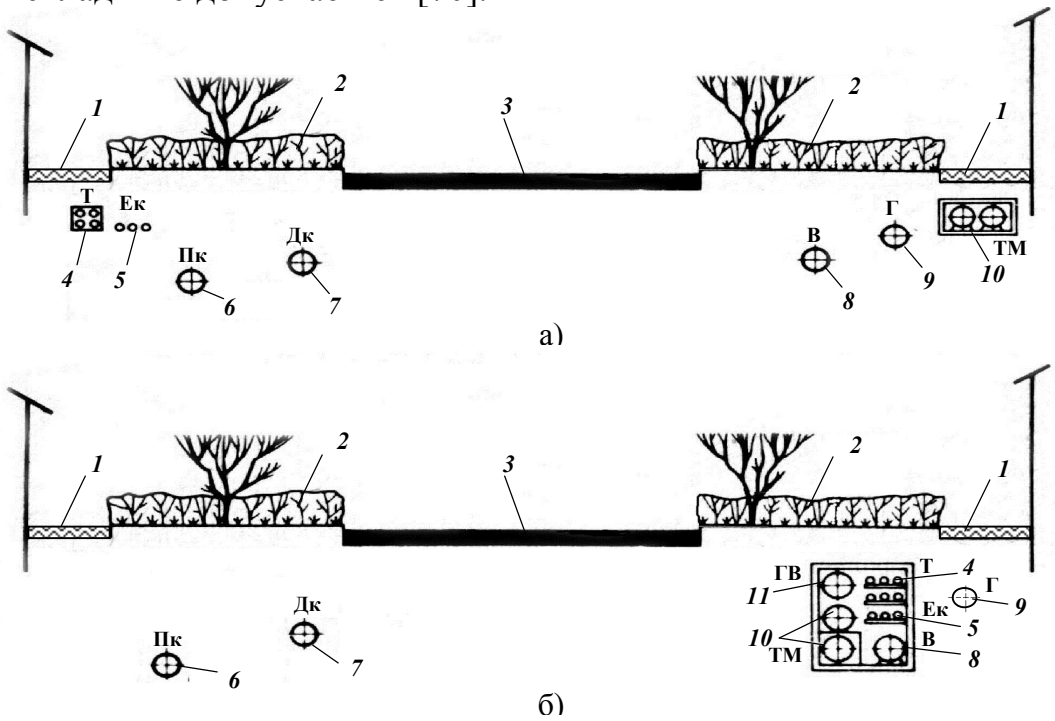


Рисунок 5.31 – Можливі варіанти прокладання інженерних мереж на житловій вулиці: а) роздільне прокладання; б) із застосуванням прохідних каналів; 1 – тротуари; 2 – смуги озеленення; 3 – основна проїзна частина; 4 – телефон (Т); 5 – силові електрокабелі (Ек); 6 – побутова каналізація (Пк); 7 – дощова каналізація (Дк); 8 – водопровід (В); 9 – газ (Г); 10 – теплові мережі (ТМ); 11 – гаряче водопостачання (ГВ)

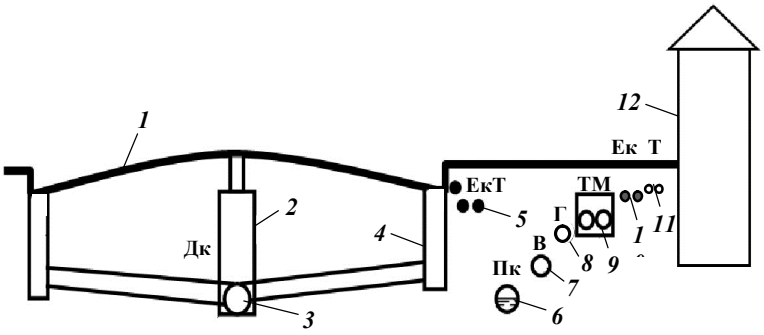


Рисунок 5.32 – Рекомендоване розміщення інженерних мереж відносно будівель: 1 – проїзна частина вулиці; 2 – оглядовий колодязь; 3 – дощова каналізація (Дк); 4 – дощоприймальні колодязі; 5 – силові електрокабелі для трамваїв чи тролейбусів (ЕкТ); 6 – побутова каналізація (Пк); 7 – водопровід (В); 8 – газ (Г); 9 – теплові мережі (ТМ); 10 – силові електрокабелі (Ек); 11 – телефон (Т); 12 – будівля

При роздільному способі прокладання мереж під тротуарами влаштовують телефонні та слабкострумові кабелі або теплові мережі у непрохідних каналах, а всі інші – у зоні зелених насаджень. Ближче до ліній забудови розміщують мережі неглибокого закладання (кабельні лінії, тепломережі, газ). Трубопроводи більш глибокого закладання (водопроводу і каналізації) роз-

міщують якомога далі від будівель (рис. 5.32). Це зумовлено недопущенням пошкодження фундаментів будівель у разі влаштування траншей для заміни чи ремонту комунікацій.

Влаштування тунелів для спільного прокладання трубопроводів і кабелів здійснюють зазвичай під тротуарами чи зеленими зонами і, як виняток, під проїзною частиною вулиць. Для видалення води із трубопроводів при плановому чи аварійному їх спорожнюванні, дренажних вод та конденсату ухил тунелів зазвичай приймають паралельно рельєфу місцевості, але не менше 0,002.

Будівництво тунелів доцільне на територіях, де вільний підземний простір обмежений – особливо під час реконструкції існуючої забудови.

Підземні комунікації кожного виду прокладають на певній глибині, що обумовлено захистом їх від пошкоджень та умовами експлуатації. Для забезпечення монтажних і ремонтних робіт відстані між їх поверхнями мають бути не менше мінімально допустимих. Крім того, при паралельному прокладанні чи перетині окремих комунікацій наявний взаємний вплив на режими їхньої роботи і можуть виникнути небажані процеси чи аварійні ситуації (підвищення температури, утворення конденсату, забруднення тощо).

Глибини закладання інженерних мереж визначають розрахунками з врахуванням специфіки їхнього функціонування:

а) *водопроводу* – на 0,5 м нижче глибини промерзання ґрунту, рахуючи до низу труби, але не менше за 0,5 м до її верху для запобігання нагріванню води влітку [8];

б) *каналізації* – за результатами гідравлічних розрахунків, але не менше *мінімальної глибини закладання* $H_{з.доп}$ (див. п. 5.3.4);

в) *газопроводів* – до верху труб або футлярів [45]:

– із сталевих труб – не менше за 0,8 м під проїзними частинами доріг та вулиць і 0,6 м у місцях, де відсутній рух транспорту;

– із поліетиленових труб – відповідно, не менше 1,2 м і 1,0 м;

г) *теплових мереж* – до верху [46]:

– перекриття каналів і тунелів – не менше ніж 0,5 м;

– перекриття камер – не менше ніж 0,3 м;

– оболонки безканального прокладання – не менше ніж 0,7 м;

д) *кабелів зв'язку* – до верху футлярів із труб [70]:

– сталевих – не менше ніж 0,4 м;

– бетонних і керамічних – не менше ніж 0,7 м;

– азбестоцементних і пластмасових – не менше ніж 0,6 м;

е) *силових кабелів* напругою – до їхнього верху:

– до 20 кВ − не менше за 0,7 м;

– 27 кВ і 35 кВ − не менше за 1,0 м;

– від 110 кВ до 330 кВ − не менше за 1,5 м.

Відстані по горизонталі (у світлі) від підземних інженерних мереж до будинків і споруд та між сусідніми комунікаціями за їхнього паралельного прокладання не мають бути меншими за мінімально допустимі [70]. Якщо зазначені відстані до фундаментів будинків чи споруд від мереж водопостачання або водовідведення неможливо забезпечити, то трубопроводи потрібно укладати в захисних водонепроникних футлярах, кожухах або каналах. Відстані між футлярами та іншими мережами і спорудами визначають згідно з умовами проведення робіт.

За різниці в глибині залягання суміжних трубопроводів понад 0,4 м відстані необхідно збільшувати з урахуванням стрімкості схилів траншей, але не менше глибини траншеї до підошви насипу і брівки виїмки [70].

Допускається передбачати прокладання підземних інженерних мереж у межах фундаментів опор і естакад трубопроводів, контактної мережі за умови вжиття заходів, які унеможливлюють пошкодження мереж при осіданні фундаментів, а також пошкодження фундаментів під час аварій на цих мережах.

У разі перехрещення підземних інженерних мереж з пішохідними переходами потрібно передбачати прокладання трубопроводів під тунелями, а кабелів силових і зв’язку – над тунелями [70].

За паралельного прокладання газопроводів в одній траншеї відстань між ними має бути не менше: 0,4 м – для труб діаметром до 300 мм; 0,5 м – понад 300 мм.

У місцях перетину підземних інженерних комунікацій відстані між їхніми зовнішніми поверхнями мають бути не менше:

а) від *трубопроводів питної води* до [8]:

– *каналізаційних та технологічних з отруйними речовинами або з неприємним запахом*, розташованими нижче – 0,4 м; допускається сталеві або пластмасові трубопроводи питної води прокладати нижче або вище каналізаційних із чавунних або пластмасових труб на відстані не менше 0,2 м, заключаючи один із трубопроводів у футляр довжиною не менше 5 м у кожний бік у глинистих ґрунтах і 10 м – у скальних і піщаних ґрунтах;

– *силових кабелів напругою до 35 кВ* – 0,5 м; якщо кабель поміщають у трубі в кожен бік від перетину не менше 2 м – до 0,15 м;

– *силових кабелів напругою 110–330 кВ* – 1 м; в умовах щільної забудови допускається до 0,5 м, якщо кабелі розміщують у трубах або залізобетонних лотках;

– *кабелів зв'язку* – 0,25 м; допускається до 0,15 м, якщо кабелі розміщують у трубах;

– *інших комунікацій* – 0,2 м;

б) від *теплових мереж* до [46]:

– *водопроводу, водозливу, газопроводу, каналізації* – 0,2 м;

– *силових кабелів напругою до 35 кВ* – 0,5 м; у стиснених умовах допускається до 0,25 м із підсиленням теплоізоляції труб;

– *силових кабелів напругою 110–330 кВ* – 1 м; у стиснених умовах допускається до 0,5 м із підсиленням теплоізоляції труб;

– *блока телефонної каналізації* або до *броньованого кабелю зв'язку в трубах* – 0,15 м;

в) від *газових мереж* до [45]:

– *мереж газопроводу, теплопостачання, силових кабелів напругою до 35 кВ* – 0,5 м; у стиснених умовах допускається до 0,15 м за умови відділення кабелів залізобетонними плитами чи трубами не менше ніж на 2 м у кожний бік від перетину;

– *силових кабелів напругою 110–330 кВ* – 1 м; у стиснених умовах допускається до 0,5 м, якщо кабелі розміщені у трубах чи лотках;

– *інших комунікацій* – 0,2 м.

У каналах та тунелях допускається сумісне прокладання тих інженерних мереж, які не мають негативного взаємного впливу та у випадку пошкоджень не призводять до катастрофічних ситуацій (вибух, утворення і поширення отруйних речовин, руйнування каналу і дорожнього полотна тощо).

Водопровідні мережі у тунелях або прохідних каналах прокладають разом з іншими комунікаціями, за винятком тих, що транспортують токсичні, легкозаймисті та горючі рідини і горючі гази. Питний водопровід у тунелі потрібно розташовувати вище каналізаційних трубопроводів [8].

Напірні каналізаційні трубопроводи у комунікаційних тунелях (каналах) розміщують нижче електричних кабелів, водопроводу та теплових мереж [50].

Теплові мережі спільно з іншими інженерними мережами допускається прокладати [46]:

– у каналах – з водопроводом, трубопроводами стисненого повітря тиском до 1,6 МПа, мазутопроводами, контрольними кабелями, призначеними для обслуговування теплових мереж;

– у тунелях – з водопроводами діаметром до 500 мм, кабелями зв'язку, силовими кабелями напругою до 10 кВ, трубопроводами стисненого повітря тиском не більше 1,6 МПа, трубопроводами напірної каналізації.

Прокладання трубопроводів теплових мереж у каналах і тунелях з іншими інженерними мережами, окрім вказаних, не допускається. Прокладання трубопроводів теплових мереж потрібно здійснювати в одному ряді або над іншими трубопроводами інженерних мереж.

Підземні газопроводи прокладати крізь будь-які канали та комунікаційні колектори не допускається [45].

У тунелях відстані між поверхнями труб та до стінки тунелю варто приймати не менше ніж 0,2 м. Кріплення арматури до стіни днища тунелю потрібно виконувати з використанням анкерних болтів і хомутів або заливати бетоном [50].

У каналах відстані від поверхні труб до стінок визначають за умови фіксації трубопроводів і проведення будівельно-монтажних робіт. Ухил дна каналу в бік контрольного колодязя потрібно приймати не менше ніж 0,001 [8].

Розташування підземних комунікаційних тунелів і відстані в плані між ними, іншими підземними мережами й спорудами приймають за умов безпеки будівельно-монтажних та можливих аварійно-ремонтних робіт із розкопуванням, а також захисту від пошкоджень самого тунелю й підземних комунікацій [70]. Глибину закладання, рахуючи від поверхні землі до верху конструкції тунелю зазвичай приймають 1–1,2 м. Це дозволяє в місцях влаштування камер і монтажних вузлів підвищувати їхнє перекриття на 0,3–0,6 м, усувати утворення конденсату на стелі тунелю, прокладати комунікації (кабелі, газопроводи й поливальний водопровід) над перекриттям тунелю при їх перетині.

У місцях перехрещення підземних газопроводів із каналами теплової мережі, комунікаційними тунелями, каналами різноманітного призначення газопроводи прокладають переважно над ними. Як виняток, їх прокладають під каналами у футлярах, що виходять на 2 м по обидва боки від зовнішніх стінок каналів [45].

При перетині каналів газопроводами із сталевих труб потрібно перевіряти фізичними методами контролю всі зварні стики в межах футляра і на відстані 5 м у кожен бік від зовнішніх стінок каналів.

При перехрещенні поліетиленовими газопроводами теплових мереж відстані по вертикалі у просвіті між ними повинні визначатися за умовою унеможливлення нагрівання поверхні поліетиленових труб вище плюс 30 °С. Величини цих відстаней встановлюють під час проектування залежно від конкретних

умов (влаштування теплової ізоляції газопроводу, можливість збільшення відстані у просвіті між газопроводами і тепловими мережами тощо).

У місцях перехрещення поліетиленових газопроводів із підземними інженерними мережами на висоті 400–500 мм над ними повинна укладатися попереджувальна жовта полімерна стрічка шириною не менше ніж 200 мм із незмивним написом «Газ» [45].

Запитання для самоконтролю

1. На які види поділяють труби за основними ознаками?
2. Із яких матеріалів виготовляють труби для міських інженерних мереж?
3. Якими можуть бути основні види з'єднань труб?
4. Що становить трубопровідна арматура?.
5. За якими ознаками поділяють трубопровідну арматуру?
6. Як поділяють трубопровідну арматуру за функціональним призначенням?
7. Які переваги і недоліки мають поворотні затвори порівняно з засувками?
8. Як відбирають воду з пожежного гідранта?
9. Навіщо застосовують фасонні частини на трубопроводах?
10. Яких видів і типів можуть бути фасонні частини?
11. Що таке конструктивна схема інженерної мережі?
12. Як і для чого складають монтажну схему мережі?
13. Що таке радіус дії пожежного гідранта?
14. Як розмістити на водопровідній мережі пожежні гідранти?
15. У яких місцях водопровідної мережі встановлюють запірну арматуру?
16. Які типи запобіжної арматури і в яких місцях встановлюють на водопровідній мережі?
17. Де встановлюють водовипуски?
18. З яких частин складається колодязь або камера?
19. Як визначити розміри колодязів?
20. Яка мінімальна висота робочої камери?
21. Які типи люків застосовують для колодязів або камер?
22. Як встановлюють люки на дорогах і тротуарах та поза дорогами з твердим покриттям?
23. Якими способами прокладають інженерні мережі в населених пунктах?
24. Як влаштовують підземне прокладання мереж у траншеях?
25. Які переваги і недоліки мають способи прокладання мереж у роздільних і загальних траншеях?
26. Які типи основ влаштовують під підземні комунікації?
27. Які типи каналів застосовують для прокладання інженерних мереж?
28. Які види інженерних мереж прокладають у тунелях?
29. Як влаштовують горизонтальні ґрунтові виробки?
30. Які мережі прокладають надземним і наземними способами в межах сельбищних територій населених пунктів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування : ГБН В.2.3-37641918-555:2016. – Чинні від 2016-07-01. – Київ : Міністерство інфраструктури України, 2016. – 58 с. – (Галузеві будівельні норми України).

2. Акустика. Измерение уровня шума, производимого дорожным транспортом при ускорении. Технический метод. Ч. 1. Категории M и N : ISO 362-1:2007 (E). – Чинний від 2015-01-08. [Електронний ресурс]. – URL : https://standartgost.ru/g/ISO_362-1:2007 – (Міжнародний стандарт). – (дата звернення 17.08.2018).

3. Безлюбченко О. С. Планування і благоустрій міст : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черноносова. – Харків : ХНАМГ, 2013 – 191 с.

4. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12:2014. – Чинний від 2014-10-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. – 118 с.

5. Вернеску Д. Инсоляция и естестенное освещение в архитектуре и градостроительстве : пер. с рум. А. Бондаренко / Д. Вернеску, А. Эне. – Киев : Будівельник, 1983. – 86 с.

6. Вертикальные сады Патрика Бланка [Електронний ресурс]. – URL: http://www.russiapost.su/archives/4208. – (дата звернення 17.08.2017).

7. Водний кодекс України : Постанова ВР № 214/95-ВР від 06.06.95. – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, 189 с. – Електронні текстові дані. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80. – (дата звернення 18.10.2018).

8. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-74:2013. – Чинний від 28.08.2013 р. зі змінами від 01-01-2014 р. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 172 с. (Державні будівельні норми України).

9. Воробьев Ю. Л. Цунами: предупреждение и защита / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. – М. : МЧС России, 2006. – 264 с.

10. Гайко Ю. И. Особенности инженерной подготовки техногенных территорий городов Донбасса / Ю. И. Гайко // Коммунальное хозяйство городов : науч.-техн. сб. ХНАГХ. – Киев : Техника, 2007. – Вып. 76. – С.187–192.

11. Гайко Ю. И. Рекультивация и комплексное использование породных отвалов горных предприятий / Ю. И. Гайко // Proceeding of the School of Underground Mining Forum. Polish – Ukrainian Forum, Szczyrk, 18–22 February 2002. – Poland, 2002. – P. 177–189.

12. Гайко Ю. І. Проектування технології земляних робіт під час забудови рекультивованих територій : навч. посібник / Ю. І. Гайко, В. П. Воронін. – Київ : НМК ВО, 1993. – 98 с.

13. Герасимчук В. О. Гірські автомобільні дороги України / В. О. Герасимчук. – Коломия : Вік, 1998. – 352 с.

14. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення : ДБН В 2.4-3:2010. – Чинний від 2011-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 41 с. (Державні будівельні норми України).

15. Горохов В. А. Зеленая природа города : учебное пособие для вузов / В. А. Горохов. – изд. 2-е доп. и перераб. – М. : Архитектура-С, 2005. – 528 с.

16. Горохов В. А. Инженерное благоустройство городских территорий : учебн. пособие для вузов [под общ. ред. Д. С. Самойлова]. – 3-е изд., перераб. и доп. / В. А. Горохов, Л. Б. Лунц, О. С. Расторгуев. – М. : Стройиздат, 1985. – 389 с.

17. Горохов В. А. Инженерное благоустройство городских территорий и населенных мест / В. А. Горохов, О. С. Расторгуев. – М. : Стройиздат, 1994. – 457 с.

18. ГОСТ 17.1.5.02-80. Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов (Охорона природи. Гідросфера. Гігієнічні вимоги до зон рекреації водних об’єктів). – Чинний від 1982-07-01 [Електронний ресурс]. – URL: http://vsegost.com/Catalog/23/23123.shtmll. – (дата звернення: 06.08.2017).

19. ГОСТ 17.5.1.02-85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. [Електронний ресурс]. – URL : meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851971.pdf. – (дата звернення 25.08.2017).

20. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель (Охорона природи. Землі. Загальні вимоги до рекультивації земель). – Чинний від 1984-07-01 [Електронний ресурс]. – URL: http://legalexpert.in.ua/standarty-i-normativi/ministerstva-i-vedomstva/gost/8901-gost-175304-83.html. – (дата звернення: 06.08.2017).

21. ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ (Охорона природи. Землі. Вимоги до визначення норм зняття родючого шару грунту під час виконання земельних робіт). – Чинний від 1986-07-01 [Електронний ресурс]. – URL: http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294851/4294851967.htm. – (дата звернення: 08.10.2017).

22. Гостев В. Ф. Проектирование садов и парков: учебник для техникумов / В. Ф. Гостев. – М.: Стройиздат, 1991. – 340 с.

23. Гусев Н. М. Основы строительной физики / Н. М. Гусев. – М. : Стройиздат, 1973. – 440 с.

24. Декоративное садоводство и садово-парковое строительство : справ. пособие / Т. Г. Гузенко и др. – Киев : Будівельник, 1985. – 182 с.

25. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99. – Чинний від 1999-12-01. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2000. – 34 с. – (Державні санітарні норми України).

26. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених пунктів : ДСП 201-97. – Чинний від 2000–02–23. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2000. – (Державні санітарні правила).

27. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП № 173-96. – Чинний від 1996–07–26. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1996. – (Державні санітарні правила).

28. Доклад директора Департамента коммунального хозяйства городского совета Виктора Китанина на тему : «Защита зеленых насаждений и лесопарка г. Харькова» [Електронний ресурс]. – URL: http://www.city.kharkov.ua/ru/document/doklad-direktora-departamenta-kommunalnogo-hozyaystva-gorodskogo-soveta-viktora-kitanina-41103.html. – (дата звернення 16.12.2018).

29. ДСТУ-Н Б Б.2.2-7: 2013. Настанова з улаштування контейнерних майданчиків. – Чинний від 2013–10–22. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 9 с. – (Національні стандарти України).

30. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Чинний від 01.11.2011. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с. – (Державний стандарт України).

31. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій. – Чинний від 2014–01–01. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 46 с. – (Національні стандарти України).

32. Евтушенко М. Г. Инженерная подготовка территорий населенных мест / М. Г. Евтушенко. – М. : Стройиздат, 1982. – 215 с.

33. Ерхов Н. С. Мелиорация земель / Н. С. Ерхов, Н. И. Ильин, В. С. Мисенев. – М. : Агропромиздат, 1991. – 319 с.

34. Жирнов А. Д. Искусство паркостроения / А. Д. Жирнов. – Львов : Вища школа, изд-во при Львов. ун-те, 1977. – 208 с.

35. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування : ДБН В.1.1-24:2009. – Чинний від 2011-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 108 с. (Державні будівельні норми України).

36. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення : ДБН В.1.1-25-2009. – Чинний від 2011-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 52 с. (Державні будівельні норми України).

37. Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах : ДБН В.1.1-5-2000. – Ч. 1. Будинки і споруди на підроблюваних територіях. – Чинний від 2000-07-01. – Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики, 2000. – 89 с. (Державні будівельні норми України).

38. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-3-97. – Чинний від 01.07.97 р. – Київ : Держбуд України, 1998. – 47 с. (Державні будівельні норми України).

39. Захист територій, будинків і споруд від шуму : ДБН В.1.1-31:2013. – Чинний від 2014-06-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. – 75 с. – (Державні будівельні норми України). (Державні будівельні норми України).

40. Защита от шума (Захист від шуму) : СНиП II-12-77. – Чинний від 1977-06-14. – М. : Госстрой СССР, 1977. – 73 с. – (Строительные нормы и правила).

41. Землетрясения и вулканы [Електронний ресурс]. – URL: http://tepka.ru/prirodovedenie_5/15.html. – (дата звернення: 06.08.2017).

42. Ильинская Н. А. Восстановление исторических объектов ландшафтной архитектуры / Н. А. Ильинская. – 2-е изд., доп. – СПБ. : Стройиздат, С.-Петербургское отд-ние, 1993. – 159 с.

43. Инженерная защита. Оползни [Електронний ресурс]. – URL: [http://www.alcomp.ru/proectirovanie/inzhenernaya-zashchita-opolzni]. – (дата звернення 18.10.2018).

44. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / В. В. Владимиров и др. – М. : Архитектура-С, 2004. – 240 с.

45. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання : ДБН В.2.5-20-2001. – Чинний від 2001-08-01. – Київ : Держбуд України, 2001. – 131 с. (Державні будівельні норми України).

46. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі : ДБН В.2.5-39:2008. – Чинний від 07.01.2009 зі змінами від 1

липня 2018 року. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с. (Державні будівельні норми України).

47. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. – Чинний від 2006-05-15. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 75 с. – (Державні будівельні норми України).

48. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : ДБН В.2.5-23-2010. – Чинний від 1 жовтня 2010 р. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 104 с. (Державні будівельні норми України).

49. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та інших населених пунктах України : затв. наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 24.12.2001 р. № 226 [Електронний ресурс]. – URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02. – (дата звернення: 10.08.2018).

50. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-75:2013. – Чинний від 01.01.2014 р. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 207 с. (Державні будівельні норми України).

51. Киев: архитектурно-исторический очерк (1982). Ч. 6. Зеленые насаждения [Електронний ресурс]. – URL: http://www.kievjournal.com/index.php?option=com_content&view=article&id=413:l---r-1982--6--&catid=27:2009-08-03-21-46-24&Itemid=100006. – (дата звернення 15.09.2018).

52. Клиорина Г. И. Дренажи в инженерной подготовке и благоустройстве территории застройки / Г. И. Клиорина. – М. : Изд-во АСВ, 2002. – 144 с.

53. Клиорина Г. И. Инженерная подготовка городских территорий / Г. И. Клиорина, В. А. Осин, М. С. Шумилов. – М. : Высш. шк., 1984. – 271с.

54. Колпаков В. В. Сельскохозяйственные мелиорации / В. В. Колпаков, И. П. Сухарев. – М. : Колос, 1981. – 328 с.

55. Косаревський І. О. Міські парки / І. О. Косаревський. – Київ : Будівельник, 1976. – 60 с.

56. Крижановская Н. Я. Основы ландшафтного дизайна : учебник / Н. Я. Крижановская. – Харьков : Изд-во «Константа», 2002. – 214 с.

57. Курганов А. М. Гидравлические расчеты водоснабжения и водоотведения : справочник / под общ. ред. А. М. Курганова. – 3-е изд., перер. и доп. / А. М. Курганов, Н. Ф. Федоров. – Л. : Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 440 с.

58. Линник И. Э. Методы и приемы берегоукрепления / И. Э. Линник, В. В. Ярыжко, С. В. Синий // Коммунальное хозяйство городов. – Киев : Техни-

ка, 2011. – Вып. 99. – С. 465–473.

59. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць: навч. посібник / І. Е. Линник. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 337 с.

60. Лосев К. С. По следам лавин / К. С. Лосев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1983. – 136 с.

61. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – изд. 4-е, доп. – М. : Стройиздат, 1974. – 156 с.

62. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / За редакцією В. С. Білецького. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. – Т. 3. – 563 с.

63. Миловидов Н. Н. Реконструкция жилой настройки : учебное пособие для вузов / Н. Н. Миловидов, В. А. Осин, М. С. Шумилов. – М. : Высшая школа, 1980. – 240 с.

64. Мулкиджанян Я. И. Основные понятия и термины по зеленому строительству: учебное пособие / Я. И. Мулкиджанян, В. С. Теодоронский. –2-е изд., испр. и доп. – М. : Московский лесотехнический институт, 1984. – 109 с.

65. Олимпийский парк в Мюнхене [Електронний ресурс]. – URL : http://www.earth-tour.ru/dostoprimechatelnosti/myunhen/olimpiyskiy-park-v-myunhene.html. – (дата звернення 18.10.2018).

66. Осєтрін М. М. Міські дорожньо-транспортні споруди / М. М. Осєтрін. – Київ : ІЗМН, 1997. – 196 с.

67. Островский Л. А. Волны на поверхности жидкости. Физическая энциклопедия : в 5 т. / Л. А. Островский ; гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1: Ааронова-Бома эффект – Длинные. – 707 с.

68. Парки современного периода. ТОП-10 самых необычных парков в мире // Урбанистика [Електронний ресурс]. – URL: http://www.novate.ru/blogs/160712/21124/. – (дата звернення 18.10.2018).

69. Пересечения в разных уровнях на городских магистралях / Е. Н. Дубровин и др. – М. : Высш. шк, 1977. – 429 с.

70. Планування і забудова територій : ДБН Б.2.2–12:2018. – Чинний від 2018-09-01. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 179 с. – (Державні будівельні норми України).

71. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій : ДБН Б.2.2-5:2011. – Чинний від 2012-09-01. – Київ : Мінрегіон України, 2012. – 61 с. – (Державні будівельні норми України).

72. Позаченюк Е. А. Территориальное планирование : уч. пособие [Електронний ресурс] / Е. А. Позаченюк. – Симферополь : Доля, 2003. – 287 с. – URL

: http://bookbk.net/book/185-territorialnoe-planirovanie-ea-pozachenyuk/25-52-territorialnoe-planirovanie-promyshlennostinbsp-resursnyx-rajonax.html. – (дата звернення 28.09.2017).

73. Пономарев И. П. Инженерное благоустройство городских территорий / И. П. Пономарев. – Київ : Вища школа, 1989. – 120 с.

74. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України: затв. наказом Держжитлокомунгоспу України від 05.07.95 № 30 із змінами від 27.06.2008. – Київ : Мінжитлокомунгосп України, 2008. – 148 с.

75. Про екологічну експертизу : Закон України від 1995 р. № 8. – Електронні текстові дані. – URL: https://законодавство.com/ukrajiny-zakony/zakon-ukrajini-pro-ekologichnu-ekspertizu-1995-1156.html, вільний. – (дата звернення 04.06.2017). – Назва з екрана.

76. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення : Закон України від 1994-02-24 р. – Електронні текстові дані. – URL: http://legalexpert.in.ua/pro-zabespechenya-sanitarnogo-ta-epidemiologichnogo-blagopolucheya-naselenya, вільний. – (дата звернення 25.08.2017). – Назва з екрана.

77. Про охорону атмосферного повітря : Закон України за станом на 1992-11-17 р. – Електронні текстові дані. – URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T270700.html, вільний. – (дата звернення 25.08.2017). – Назва з екрана.

78. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України за станом на 1994-02-25 р. – Електронні текстові дані. – URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T126400.html, вільний. – (дата звернення 25.08.2017). – Назва з екрана.

79. Проектирование и строительство автомобильных дорог : справочник / В. И. Заворицкий и др. – Київ : Техніка, 1996. – 383 с.

80. Проектування автомобільних доріг : у 2-х ч. / за ред. О. А. Білятинського, Я. В. Хом'яка. – Київ : Вища школа, 1997. – Ч. І. – 518 с.

81. Проектування автомобільних доріг : у 2-х ч. / за ред. О. А. Білятинського, Я. В. Хом'яка. – Київ : Вища школа, 1998. – Ч. ІІ. – 416 с.

82. Рекомендации по внешнему благоустройству и озеленению городов, включая малые формы архитектуры / ЦНИИП градостроительства. – М. : Стройиздат, 1988. – 48 с.

83. Родичкин И. Д. Композиция лесопаркового ландшафта / И. Д. Родичкин. – Киев : Госсстройиздат УССР, 1958. – 342 с.

84. Рубцов Л. И. Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре : справочник / Л. И. Рубцов. – Киев : Наукова думка, 1977. – 272 с.

85. Рубцов Л. И. Проектирование садов и парков : уч. пособие для техникумов / Л. И. Рубцов. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Стройиздат, 1979. – 184 с.

86. Салатич А. К. Озеленение городских улиц / А. К. Салатич. – Киев : Госстройиздат УССР, 1957. – 121 с.

87. Самойлюк Е. П. Борьба с шумом в градостроительстве / Е. П. Самойлюк. – Киев : Будівельник, 1975 – 128 с.

88. Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий на территории жилой застройки (Санітарні норми допустимого шуму в приміщеннях житлових і громадських будинків на території житлової забудови) : СН 3077-84. – Чинний від 1984-08-03 [Електронний ресурс]. – URL: http://legalexpert.in.ua/standarty-i-normativi/ministerstva-i-vedomstva/sanitarnie-normy/7693-sn-n-3. – (дата звернення: 10.08.2017).

89. Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки. (Санітарні норми і правила забезпечення інсоляцією житлових та громадських будинків і території житлової забудови) : СанПиН 2605-82. – Чинний від 1982-07-02. – М. : Министерство здравоохранения СССР, 1982. – (Санитарные нормы и правила).

90. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений (Санітарні норми та правила охорони поверхових вод від забруднень) : СанПиН 4630-88. – Чинний від 1988-07-04. – М. : Министерство здравоохранения СССР, 1988. – 59 с. – (Санитарные нормы и правила).

91. Северин С. І. Прогресивні прийоми в озелененні міст / С. І. Северин // Міське господарство України. – 1962. – № 1. – С. 43–56.

92. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Ч. 1, 2 : ДБН В.2.3-4:2015. – Проектування (ч. 1). – Будівництво (ч. 2). – На заміну ДБН В.2.3-4:2007. – Чинні від 2016-04-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. – 104 с. – (Державні будівельні норми України).

93. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів : ДБН В.2.3-5-2018. – Чинний від 2018-09-01. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 61 с. (Державні будівельні норми України).

94. Справочник по проектированию инженерной подготовки застраиваемых территорий / под ред. В. С. Нищука. – Киев : Будівельник, 1983. – 192 с.

95. Стоичев Л. И. Парковое и ландшафтное искусство / Л. И. Стоичев. –

[перевод с болгарского]. – София : Земиздат, 1962. – 110 с.

96. Сукачев В. Н. Избранные труды в 3-х т. / В. Н. Сукачев ; под ред. Е. М. Лавренко. – Т. 2 : Проблемы болотоведения, палеоботаники и палеогеографии. – Л. : Наука. – 1973. – 352 с.

97. Сычева А. В. Ландшафтная архітектура : уч. пособие / А. В. Сычева. – Минск : ООО «Парадокс», 2002. – 88 с.

98. Теодоронский В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова ; под ред. В. С. Теодоронского. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

99. Техническая эксплуатация жилых зданий : учеб. для строит. вузов / С. Н. Нотенко и др.; под ред. А. М. Стражникова. – М. : Высшая школа, 2000. – 429 с.

100. Тисячний О. П. Конспект лекцій з дисципліни «Інвентаризація садово-паркових об'єктів» (для студентів напряму підготовки 6.090103 лісове і садово-паркове господарство) / О. П. Тисячний. – Умань : УНУС. – 2016. – 50 с.

101. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навч. посібник / О. А. Ткачук. – Рівне : НУВГП, 2015. – 412 с.

102. Ткачук О. А. Системи подачі та розподілення води населених пунктів : навч. посібник / О. А. Ткачук, В. П. Косінов, О. С. Новицька. – Рівне : НУВГП, 2011. – 273 с.

103. Устройство экопарковок [Електронний ресурс]. – URL : http://www.stroypraym.ru/arhitektura/landshaftnyj-dizajn/1434-ustroystvo-ekoparkovki.html.

104. Утилизация и переработка отходов [Електронний ресурс]. – URL : https://vtorothodi.ru/utilizaciya/vyvoz-i-utilizaciya-tbo.

105. Хромов Ю. Б. Внешнее благоустройство и озеленение жилых комплексов / Ю. Б. Хромов. – Л. : Стройиздат, 1969. – 160 с.

106. Чередніченко П. П. Вертикальне планування вулично-дорожньої мережі міст / П. П. Чередніченко. – Київ : КНУБА, 2002. – 180 с.

107. Экология города: учебник / под. общ. ред. Ф. В. Стольберга. – Киев: Либра, 2000. – 464 с.

108. Эко-парковки. Мифы и реальность [Електронний ресурс]. – URL : http://gor-hoz.ru/index.php/blagoustroistvo/tekhnologii/1042-ehko-parkovki-mify-i-real-nost.

109. ЭкоТехнологии: как работает система невидимой транспортировки мусора Envac [Електронний ресурс]. – URL : https://recyclemag.ru.

Навчальне видання

БАБАЄВ Володимир Миколайович
РИЩЕНКО Тетяна Дмитрівна
ЗАВАЛЬНИЙ Олександр В'ячеславович
ЛИННИК Ірина Едуардівна
ЧЕРНОНОСОВА Тетяна Олександрівна
ТКАЧУК Олександр Андрійович
ГАЙКО Юрій Іванович
МОРОЗ Наталія Валеріївна

СЕРІЯ «МІСЬКЕ БУДІВНИЦТВО ТА ГОСПОДАРСТВО»

ПРОЕКТУВАННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

ПІДРУЧНИК

ЧАСТИНА 2

Відповідальний за випуск *О. О. Надрова*
Редактор *О. В. Михаленко*
Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*
Дизайн обкладинки *Г. А. Коровкіна*

Підп. до друку 20.03.2019. Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 25,8.
Тираж 300 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.