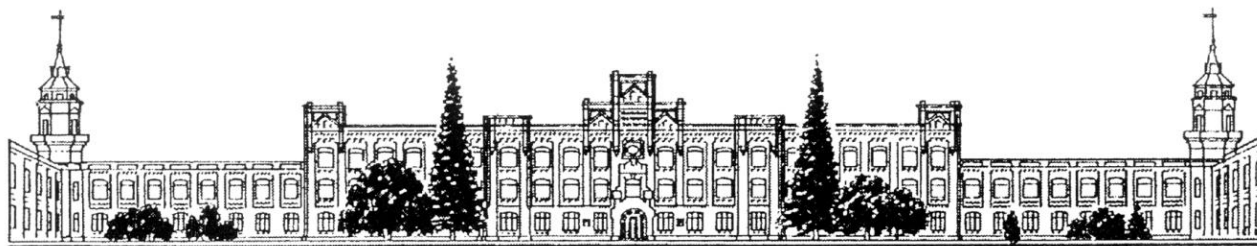


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Технологія виробництва матеріалів і виробів будівельного призначення

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою *«Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування
інноваційного галузевого обладнання»*
спеціальності *133 «Галузеве машинобудування»*

Укладачі: В.Ю.Щербина
Д.Г.Швачко
Л.Н.Гур'єва

Електронне мережеве навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2024

УДК 69.691 (69.01)

Укладачі: *Щербина Валерій Юрьєвич, доктор технічних наук, професор*
Швачко Денис Григорович, доктор філософії (PhD), асистент
Гур'єва Людмила Наумівна, асистент

Рецензент Степанюк А.Р., канд. техн. наук, доцент, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор Сокольський О.Л., д-р. техн. наук, доцент

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 28 березня 2024 р.)

за поданням вченої ради інженерно-хімічного факультету (протокол № 3 від 23 березня 2024 р.)

Технологія виробництва матеріалів і виробів будівельного призначення
[Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою
«Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого
обладнання» спец. 133 «Галузеве машинобудування», / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.:
В.Ю.Щербина, Д.Г. Швачко, Л.Н.Гур'єва. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ
ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 188 с.

Призначення посібника – закріпити та поглибити теоретичний програмний матеріал
курсу лекцій навчальної дисципліни «Технологія виробництва матеріалів і виробів
будівельного призначення» з метою вивчення новітнього устаткування галузі та
можливостей вдосконалення і підвищення ефективності обладнання, що використовується.

Будівельне матеріалознавство - це наука, що вивчає будову та властивості
матеріалів, встановлює зв'язок між їхнім складом, будовою та властивостями, вивчає
залежність будови і властивостей від методів виробництва та обробки будівельних
матеріалів, а також зміну їх під впливом зовнішніх чинників: теплових, силових та інших
факторів.

УДК 69.691 (69.01)

Реєстр. № 23/24-432. Обсяг 7 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056

<https://kpi.ua>

Свідectво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Устаткування для видобування сировини	7
1.1. Загальні відомості про видобування сировини.....	8
1.2. Бурове устаткування.....	11
1.3. Землерийні машини	15
1.3.1 Екскатор	15
1.3.2 Земснаряд.....	22
1.4. Землерийно-транспортні машини	28
1.4.1 Бульдозери.....	28
1.4.2 Скрепер.....	30
1.4.3.Автогрейдери	34
1.5. Машини і устаткування для подрібнення та сортування будівельних матеріалів	36
1.5.1. Фізика процесу механічного подрібнення і сортування.....	36
1.5.2 Щоківні дробарки	46
1.5.3 Конусні дробарки	50
1.5.4. Валкові дробарки.....	56
1.5.5 Дробарки ударної дії.....	60
РОЗДІЛ 2. Класифікація та основні властивості будівельних матеріалів і виробів	65
2.1. Класифікація будівельних матеріалів.....	65
2.1.1.Відомості про будову матеріалів та їх класифікація	66
2.1.2. Фізичні властивості.....	67
2.1.3. Механічні властивості будівельних матеріалів.....	71
2.1.4. Хімічні властивості	74
2.2. Матеріали загального користування.....	75
2.2.1 В'язучі матеріали і добавки до них.....	75
2.2.2. Неорганічних в'язучих речовин	75
2.2.3. Повітряне вапно.....	76
РОЗДІЛ 3. Виробництво цементу та цементних виробів.....	80
3.1. Види цементів, їх характеристика і призначення.....	80
3.2.Технологічні лінії для виробництва цементу	82
3.2.1 Печі мокрого способу виробництва	87
3.2.1 Печі для сухого способу випалу	91
3.3. Портландцемент.....	96
3.4. Азбестоцементні вироби й конструкції.....	100
3.4.1.Класифікація азбестоцементних виробів.....	100
3.4.2. Виготовлення азбестоцементних виробів.....	102
3.4.3.Устаткування для виробництва листових азбестоцементних виробів	109
3.5. Способи виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій.....	116
РОЗДІЛ 4. Основи технології виготовлення керамічних виробів.....	129
4.1. Загальні відомості кераміки.....	129
4.1.1. Види кераміки.....	129

4.1.2. Технологія виготовлення.....	130
4.1.3. Сировина для керамічних виробів.....	131
4.1.4. Допоміжні добавки для виготовлення кераміки.....	132
4.2. Технологічна схема виробництва керамічної цегли пластичним формуванням.....	134
4.3. Технологічна лінія для виробництва керамічної цегли напівсухого пресування.....	137
4.4.1. Загальні відомості про керамічні облицовальні плитки.....	140
4.4.2. Керамічні плити для внутрішнього облицювання стін.....	141
4.4.3. Кахлі для камінів та опалювальних печей.....	143
4.4.4. Керамічні і метлаські плити для підлог.....	144
4.4.5. Плити керамічні фасадні.....	146
4.4.6. Облицовальні плити зі скла та шлакоситалів.....	148
4.4.7. Бетонні і цементні плити.....	150
РОЗДІЛ 5. Виробництво силікатної цегли.....	153
5.1. Загальна характеристика виготовлення силікатної цегли.....	153
5.2. Основні параметри та розміри силікатної цегли.....	153
5.3. Опис технологічного комплексу для виробництва силікатної цегли.....	155
5.3. Технічні вимоги.....	162
РОЗДІЛ 6. Виробництво облицовальних матеріалів.....	165
6.1. Облицовальні плити на основі гіпсу, вапна, мінеральних волокон.....	165
6.2. Деревостружкові плити (ОСП).....	168
6.3. Дереволокнисті (ДВП) і цементностружкові плити.....	168
6.4. Облицовальні пластикові вироби.....	169
6.5. Полімерні матеріали для покриття підлоги.....	172
6.6. Облицовальні вироби з природного каменю.....	174
6.7. Мастики і клеї для облицовальних робіт.....	175
6.8. Матеріали з шлакових розплавів.....	176
6.9. Виробництво фіброліта з відходів деревообробної промисловості.....	181
Література.....	183

ВСТУП

Особливістю сучасного будівництва є надзвичайно широкий спектр нових матеріалів, виробів і технологій, які внаслідок інтенсивного розвитку будівельної науки і техніки змінюються. Виробники будівельної продукції перейшли на випуск системних матеріалів і виробів, які дозволяють реалізувати принцип модульного будівництва. Його характерні ознаки: наявність широкого спектра матеріалів і виробів, які хімічно сумісні й адгезійно споріднені, взаємоузгодженні за розмірами тощо та дозволяють виконати всі будівельно-монтажні (ремонтні) роботи «під ключ». Завдяки союзу науки і будівельної інженерії створюються технології одержання нових, високоефективних, екологічно чистих матеріалів функціонального призначення. Виробництво цих матеріалів засновано на безвідходних і енергозберігаючих технологіях. Із використанням технології композиційних матеріалів стрімко росте виробництво композитів, питома міцність яких перевищує аналогічну характеристику сталі у 15 разів. Сьогодні в Україні великою популярністю користуються системи «сухого будівництва», які з успіхом замінюють традиційні штукатурку і цегельну кладку.

З огляду на бурхливий розвиток науки і техніки фахівці припускають, що основними будівельними матеріалами у майбутньому також будуть метал, бетон і залізобетон, кераміка, скло, деревина, полімери. Нові будівельні матеріали будуть

створюватися на тій же сировинній основі, але із застосуванням більш прогресивних технологічних прийомів і безвідходних технологій. Потік нових матеріалів з високими експлуатаційними характеристиками, довговічністю і надійністю буде збільшуватися. Загальні принципи, якими слід користуватися при виборі матеріалів:

- нові та існуючі матеріали повинні бути взаємно сумісними;
- властивості нових матеріалів мають бути кращими за існуючі;
- перевагу слід віддавати тим матеріалам і технологіям, які можна

використовувати в осінньо-зимовий період. Основним критерієм при виборі матеріалу буде екологічність.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого володіння технологіями виробництва матеріалів і виробів будівельного призначення.

РОЗДІЛ 1. Устаткування для видобування сировини

Промисловість будівельних матеріалів - це галузей важкої промисловості, які постачають основні будівельні матеріали для всіх будівельних робіт. За загальним визнанням, це одна з найважливіших галузей виробництва на планеті, що сягає своїм корінням ще первісного суспільства. Нові будівельні матеріали в принципі не заперечують існування своїх попередників, змінилися лише технології виробництва та основні сфери використання тих чи інших матеріалів. Тому поряд з раніше невідомими матеріалами (цемент, бетон тощо) у будівництві досі широко використовуються різні природні утворення, відомі ще первісній людині (природний камінь, глина тощо).

Промисловість будівельних матеріалів можна розділити на великі групи:

Видобуток і первинна обробка мінеральної сировини для будівництва (пісок, гравій, щебінь, бут, пиляний камінь, глина тощо).

Виробництво в'язучих матеріалів (цемент, вапно, гіпс тощо);

Виробництво різних стінових матеріалів і конструкцій для будівництва будівель і споруд (наприклад, цегла, бетон, залізобетон), інше виробництво (черепиця, облицювальна плитка, віконне скло).

Окрему групу становить виробництво м'яких покрівель, тепло- і звукоізоляції та інших спеціальних будівельних матеріалів. Нарешті, в окрему групу виділено виробництво скла, порцеляни та фаянсу. Промисловість будівельних матеріалів та її промислові центри зосереджені в сировинній базі.

Промисловість будівельних матеріалів є найважливішою складовою будівельного комплексу. Розміщення підприємств будівельних матеріалів та будівельної індустрії має такі особливості (цементні, гіпсові, вапнякові, покрівельні, заводи залізобетонні та заводи великопанельного домобудівництва тощо).

У багатьох випадках виробництво цих матеріалів поєднується з будівництвом, утворюючи домобудівні комбінати у великих містах.

Устаткування, що використовується, наприклад при виробництві цементу, можна поділити на спеціальне і загальногалузеве:

- До спеціального належить устаткування, спроектоване і виготовлене з

урахуванням вимог і умов експлуатації цементного виробництва, зокрема сировинні й цементні млини, печі для випалювання клінкеру, шламові басейни, охолодники клінкеру, клінкерні конвеєри.

- Загальногалузевим є устаткування загального призначення, яке використовується в різних галузях народного господарства, а саме: бурильне, землерийне, вантажопідіймальне, транспортувальне, дробильне тощо.

Незалежно від призначення виокремлюють технологічне устаткування, що безпосередньо бере участь у технологічному процесі виробництва цементу, і устаткування, що не бере у ньому участі. Наприклад, гірничим технологічним устаткуванням є бурильні верстати, екскаватори, дробарки, транспортні засоби для доставки сировини на територію цементного заводу.

Устаткування, призначене для зміни фізико-хімічного стану сировинних матеріалів у процесі виробництва цементу, називають основним технологічним устаткуванням. До нього належать дробарки, млини і печі. Устаткування, що забезпечує роботу основного технологічного устаткування, називають допоміжним технологічним устаткуванням. Так, допоміжним технологічним устаткуванням помольного цеху є живильники клінкеру і добавок, сепаратори, насоси для транспортування цементу від млинів.

Комплект технологічного устаткування для виробництва цементу з використанням однієї печі утворює технологічну лінію. Позначення технологічної лінії передбачає спосіб виробництва, розміри печі, її розрахункову добову продуктивність за клінкером, наприклад, технологічна лінія сухого способу виробництва з обертовою піччю розміром 7,0/6,4 x 95 м продуктивністю 3 тис. т клінкеру за добу. На сучасних цементних заводах установлюють дві —чотири, а іноді шість технологічних ліній з однотипними печами.

1.1. Загальні відомості про видобування сировини.

Найважливішими будівельними матеріалами є цемент, пісок, щебінь, бетон, метали, деревина, камінь, цегла, скло, теплоізоляційні та покрівельні матеріали. Сировиною для їх отримання (крім деревини й інших органічних речовин) є такі мінеральні речовини, як вапняки, кварцити, доломіти, польові

шпати, глини, каолін, гіпс, крейда, слюда тощо, які залягають у надрах землі, видобуваються для застосування і називаються корисними копалинами.

Роботи, пов'язані з видобуванням корисних копалин із надр землі, називають гірничими. Ця назва збереглася з тих часів, коли видобуток корисних копалин зосереджувався саме в гірських районах, де складки місцевості й природні обриви (особливо по берегах рік) оголювали родовища корисних копалин, полегшуючи їхнє розвідування порівняно з рівнинними районами. Для видобування корисних копалин створюють гірниче підприємство. При цьому мінеральні речовини, що супроводжують видобування корисних копалин, йдуть у відвал і їх називають пустими породами. Поділ мінеральних речовин на корисні копалини і пусті породи умовний.

Корисні копалини добувають відкритим, підземним чи комбінованим способами. При відкритому способі виїмку, навантаження і транспортування корисних копалин здійснюють на поверхні землі. Вибір способу залежить від фізичних властивостей корисних копалин, глибини залягання, потужності шарів родовища та їхнього положення у просторі, від обсягу передбачуваного видобутку і наявності засобів механізації. Нафту і газ, наприклад, добувають підземним способом за допомогою свердловин. Тверді корисні копалини, що залягають глибоко, видобувають у шахтах. Більшу частину сировини для виробництва будівельних матеріалів видобувають відкритим способом у кар'єрах.

Кар'єром називають сукупність відкритих гірничих виробок, які обладнані для видобування корисних копалин і складають виробничо-господарську одиницю — підприємство, цех чи ділянку.

Відкритий спосіб видобування корисних копалин порівняно з підземним (шахтним) має такі переваги: у 3 — 4 рази вищу продуктивність праці за меншої (у 2 — 3 рази) собівартості добутого матеріалу (завдяки застосуванню потужних машин і устаткування для видобування і транспортування); ліпші умови праці, менший травматизм; можливість більш швидкого спорудження і введення в експлуатацію кар'єру порівняно із шахтою. Перевагами відкритого способу є

також те, що за великих обсягів робіт можна ефективно використовувати для видобування і транспортування корисних копалин і пустих порід потужні технічні засоби — екскаватори, бульдозери, скрепери і гідромонітори.

До недоліків відкритого способу належать: великий обсяг виїмки і переміщення пустих порід (розкривні роботи); виведення з ладу великих земельних ділянок; залежність робіт від кліматичних умов.

У промисловості будівельних матеріалів найбільшими і механізованими є кар'єри з видобування сировини для цементних заводів і виробництва азбесту, сировини для керамічної, скляної і гіпсової промисловості, а також кар'єри з видобування і перероблення природного каменю з каменедробильними і сортувальними установками, що забезпечують бетонні, залізобетонні заводи і дорожнє будівництво гравієм, піском і щебенем.

У процесі видобування корисних копалин відкритим способом у кар'єрі, як правило, одночасно здійснюють два види робіт: розкривні й видобування корисних копалин. Розкривні роботи полягають у видаленні шару пустої породи (розкриву), що прикриває корисні копалини. Ця пуста порода містить рослинний шар, наноси, вивітрений шар корисних копалин. Обсяг розкривних робіт може зростати у міру розробки родовища при похилому розміщенні шару корисних копалин. Розкривні роботи випереджають добувні.

Економічну доцільність застосування відкритих гірничих робіт визначають за коефіцієнтом розкривання відношенням об'єму пустих порід (у кубічних метрах) до кількості корисних копалин, що добувається (у тоннах чи кубічних метрах). Коефіцієнт розкривання виражається в кубічних метрах на тонну чи в кубічних метрах на кубічний метр і буває граничним, середнім і поточним. Граничний коефіцієнт визначає економічну ефективність. Середній коефіцієнт розраховують у припущенні розроблення всього запланованого до видобування об'єму корисних копалин, а поточний визначають за місяць, квартал і рік.

У кар'єрах корисні копалини розкривають і видобувають механічним, гідромеханічним і вибуховим способами. Відповідні засоби механізації

вибирають залежно від обсягу робіт, умов залягання гірської породи, що добувається, її фізико-механічних властивостей, що характеризуються твердістю, в'язкістю, пружністю, крихкістю, тріщинуватістю, розпушуваністю, стійкістю, питомою й об'ємною масами.

Для видобування гірських порід має значення сукупність їхніх властивостей, що характеризують добуваність гірської породи, тобто ступінь її опору відриву кусків від загальної маси. За добуваністю гірські породи поділяють на шість груп — по дві групи для сипких, зв'язних і скельних; за ступенем міцності — на десять: від дуже міцних (I група) до сипких і пливунних. Добуваність гірських порід регламентується єдиними нормами і розцінками, за якими гірські породи об'єднані в 16 груп — від піску (I група) до базальту.

На ефективність роботи в кар'єрах землерийної техніки (бульдозерів, скреперів, екскаваторів) визначальний вплив має сукупність властивостей гірських порід, що характеризуються складністю розробки. За складністю розробки гірські породи поділяють на вісім категорій: I — пісок, супісок, рослинний ґрунт, торф; II — легкий і лісоподібний суглинок, дрібний і середній гравій, супісок і рослинний ґрунт, змішані зі щебенем і галькою, м'яка волога чи розпушена глина; III — масна м'яка глина, суглинок твердий, гравій великий, галька дрібна, щебінь крупністю 15...40 мм; IV — масна глина і важкий суглинок із домішкою щебеню, суглинок твердий зі щебенем чи галькою, сланцювата глина, галька велика, конгломерати; V — щільний стверділий лес, металургійні шлаки, м'який не вивітрений мергель, м'які крейдові породи, тверда карбонна глина, нетверді сланці, крейда, гіпс, пісковики і м'які вапняки, попередньо розпушені мерзлі породи; VI — черепашники і конгломерати, сланці, тверді вапняки, пісковики і мергель середньої міцності, дуже тверді крейда, опоки і гіпс; VII, VIII — добре висаджені скальпі та мерзлі породи (куски не більш як 0,3 ширини ковша).

1.2. Бурове устаткування

Породи руйнуються робочим органом (інструментом), що приводиться в

рух приводами бурових або ручних машин. Зруйнована порода (шлам) з нижньої частини порожнини (вибою) видаляється безпосередньо робочим органом, продуванням порожнини стисненим повітрям із промиванням водою та відсмоктуванням пилу. Конструкція робочого органа і метод видалення шламу значною мірою визначаються способом буріння. Розрізняють механічний і фізичний способи буріння. До механічного способу належать обертальне, ударне і віброударне, а до фізичного — термічне і гідравлічне буріння.

Обертальне буріння засноване на руйнуванні породи через її різання і стирання різцем робочого органа (бура), що має одночасно обертальний і поступальний рух уздовж осі свердловини. Свердловини можна бурити в різних напрямках — вертикальному, горизонтальному і похилому, що є перевагою способу. Цей спосіб характеризується високою продуктивністю, оскільки процес буріння відбувається безперервно. Найефективніший обертальний спосіб при бурінні порід з нижчою від середньої міцністю ($\sigma_{\text{см}} 150 \cdot 10^6 \text{ Па}$), оскільки при бурінні твердіших порід кромка різця не може сколювати породу стружкою значної товщини і руйнує породу стиранням. Різець швидко спрацьовується, швидкість буріння надає, а продуктивність зменшується.

Ударне буріння здійснюється підніманням і опусканням важкого інструмента — бурового долота, яке, завдаючи ударів по розроблюваній породі, руйнує її. Після кожного удару долото повертається на деякий кут щодо своєї осі, а нові удари поступово руйнують породу по всьому перерізу свердловини, падаючи їй круглу форму. За такого способу буріння тверді породи розколюються і дробляться, а м'які — ріжуться і мнуться. Використання удару дає змогу створювати великі навантаження у зоні контакту долота і породи, тому цей спосіб можна застосовувати для руйнування порід різної міцності. Однак при бурінні порід з нижчою від середньої міцністю ударне буріння поступається продуктивністю обертальному. Тому ударне буріння доцільне для порід, які мають міцність вищу від середньої.

Якщо кромка бура містить більше ніж один різець, розміщений по своєму діаметру, то такий робочий орган називають шарошкою.

При шарошковому бурінні породи руйнують різці шарошки, що обертається навколо вертикальної осі штанги, на якій вона закріплена, при одночасному тиску штанги на породу.

Віброударне буріння поєднує ударні й обертальні способи буріння. Породу руйнує обертовий робочий орган, який одночасно здійснює часті коливання вздовж своєї вертикальної осі, що сприяє підвищенню швидкості буріння. Як і ударне, віброударне буріння застосовують під час розробки твердих порід чи провадження робіт узимку.

Термічне буріння здійснюють вогнеструминними пальниками і високотемпературними газовими струменями, що впливають із надзвуковою швидкістю на розроблювану породу. При нагріванні порода розширюється і внаслідок виникнення напружень розтріскується й руйнується. У цей спосіб розробляють тверді породи з високими абразивними властивостями.

Гідравлічне буріння засноване на використанні рідини (води), що подається у вибій під тиском. Цей спосіб застосовують для буріння свердловин у піщаних і глинистих ґрунтах. При бурінні скельних порід використовують енергію топкого струменя води (0,8... 1,0 мм), що має надзвукову швидкість при тиску близько 200 Па.

Основними робочими органами бурового устаткування є гвинтовий бур, ударно-поворотне і шарошкове долота на Рисунок 11.1.

Гвинтовий бур (Рисунок 11.1, а) має вигляд штанги / із навареною на ній гвинтовою спіраллю 2, нижня кромка якої оснащена різцями 3 із твердих сплавів.

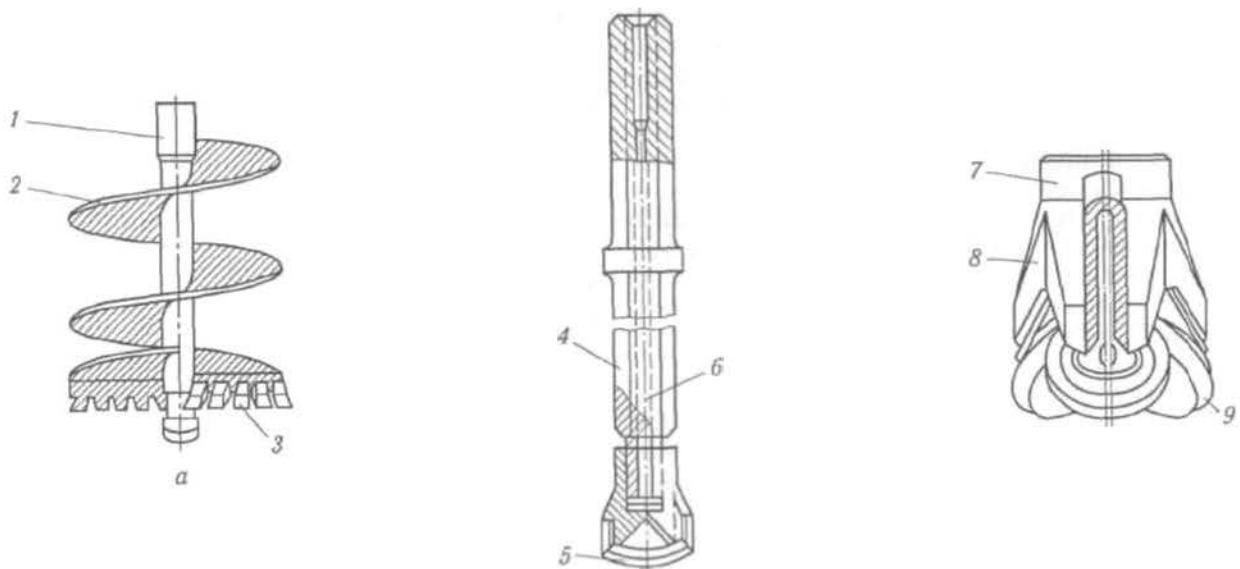


Рисунок 11.1 Основні види буровою інструменту

а - гвинтовий бур; б - ударно-поворотне долото; в - шарошкове долото;

1 - штанги; 2 - гвинтова спіраль; 3 - різець; 4 - стрижень; 5 - різальна кромка;

6 - канал; 7 - корпус; 8 - лапа; 9 - шарошка

Ударно-поворотне долото (Рисунок 11.1, б) — це масивний циліндричний стрижень 4, па торці якого є загострена робоча частина — різальна кромка 5. Для проходження повітря чи води всередині долота просвердлено канал 6. При подаванні води через цей канал вона змішується з розробленою породою (утворюється шлам), що полегшує видалення породи із свердловини.

Шарошкове долото (Рисунок 11.1, в) складається з корпусу 7 із трьома лапами 8. Конічні шарошки 9 насаджені на цапфах і утримуються проти зсуву штифтами. Всередині корпусу є центральний канал для продування шарошок стисненим повітрям.

Робочі органи бурового устаткування приводяться в рух спеціальними механізмами, змонтованими па базі колісних і гусеничних тракторів, па шасі автомобіля або є змінним навісним устаткуванням екскаватора чи крана. Бурове устаткування в комплексі з базовим агрегатом (трактором, автомобілем, екскаватором чи краном) утворює бурову машину чи бурову установку. Застосування тієї чи іншої бурової машини визначається фізичними властивостями ґрунту, в якому здійснюється буріння, діаметром і глибиною свердловин і шпурів.

На Рисунок 11.2 наведено схему наймобільнішої бурової машини, змонтованої па шасі автомобіля.



Рисунок 11.2 Бурова машина

1 - автомобіль; 2 - упор; 3 - гідро циліндр; 4 - бурильна штанга; 5 - кронштейн;
6 - домкрат; 7 - пульт керування

Бурильна штанга 4 кріпиться до рами автомобіля 1 кронштейном 5 і в транспортному положенні (на рисунку її показано штриховою лінією) спирається на упор 2. Для переведення штанги в робоче положення, як зображено на рисунку, призначений гідро циліндр 3. Стійке положення бурильної штанги фіксує домкрат 6. Бур приводиться у рух від двигуна автомобіля, а опускається і піднімається за допомогою канатного поліспада з приводом від двох циліндрів. Керують роботою бура з пульта 7, розміщеного на задній частині автомобіля.

1.3. Землерийні машини

1.3.1 Екскаватор

Одноківшеві екскаватори. Одноківшеві екскаватори — це землерийні машини, призначені для розроблення і навантаження ґрунту. Вони з'явилися на початку XIX ст. Першим був паровий екскаватор, створений 1836 р. механіком В. Отісом у США на Рисунок 11.3. Завдяки своїй універсальності екскаватори

залишаються основними машинами для розроблення ґрунту і донині.

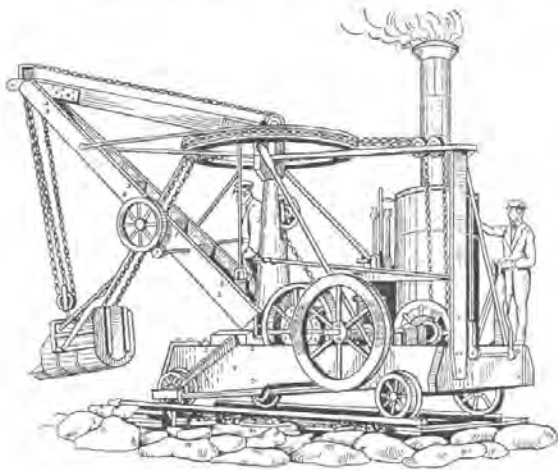


Рисунок 11.3 Паровий екскаватор В. Отіса

Головним параметром екскаватора є місткість його робочого органа, що виражається в кубічних метрах.

Нині промисловість випускає екскаватори місткістю ковша від кількох десятих до кількох сотень кубічних метрів.

Великі екскаватори застосовують для відкритих гірничих розробок корисних копалин. Їх називають кар'єрними екскаваторами. Найменші серед них — навісні екскаватори, призначені для різних допоміжних робіт.

Особливістю всіх одноківшевих екскаваторів є стаціонарність робочого процесу, яка передбачає розроблення ґрунту в зоні стоянки машини доти, доки із зони дії ковша не буде вилучений весь потрібний ґрунт. Після цього екскаватор переміщується на нову стоянку, виробляючи черговий елемент вибою.

До будівельних екскаваторів належать машини малих і середніх розмірів місткістю ковша до 4 м³. Майже всі вони гідравлічні (дизельні з гідравлічним приводом) і забезпечуються двома чи трьома видами змінного робочого устаткування — прямою і зворотною лопатами і драглайном.

Ходовою частиною екскаваторів може бути автомобіль або трактор на Рисунок 11.4, обладнаний спеціальним твердим ходовим пневмоколісним або гусеничним візком на Рисунок 11.5.

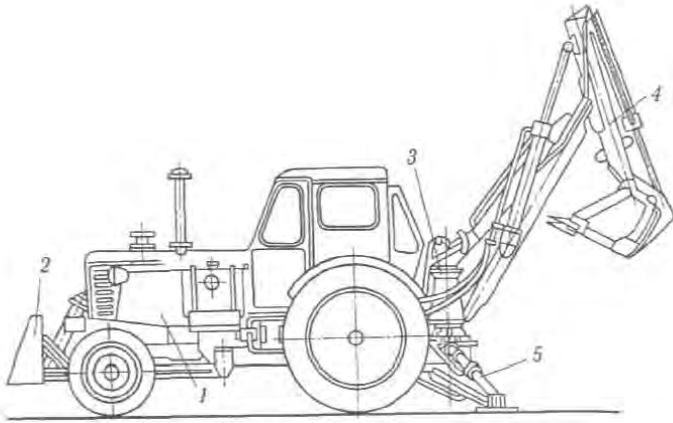


Рисунок 11.4 Трактор обладнаний навісним устаткуванням

1 - базовий колісний трактор; 2 - бульдозерне обладнання; 3 - поворотний стовпчик; 4 - екскаваторне устаткування; 5 - виносні опори

Екскаватори на пневматичних колесах забезпечуються для роботи виносними опорами.



Рисунок 11.5 Екскаватори

Деякі з них як допоміжне устаткування мають також бульдозерний відвал, який під час роботи виконує функції задніх виносних опор. Екскаватори можуть забезпечуватися змінним робочим устаткуванням, зокрема стріловим краповим, у разі встановлення якого вони перетворюються на стрілові самохідні крани, і змінними робочими органами на Рисунок 11.6, грейферним ковшем, копровим устаткуванням, розпушувальним зубом, що встановлюється замість ковша, різними скребками для робіт, пов'язаних із плануванням і засинанням траншей, і спеціальними профільними ковшами для риття траншей і каналів при

гідромеліоративних роботах.

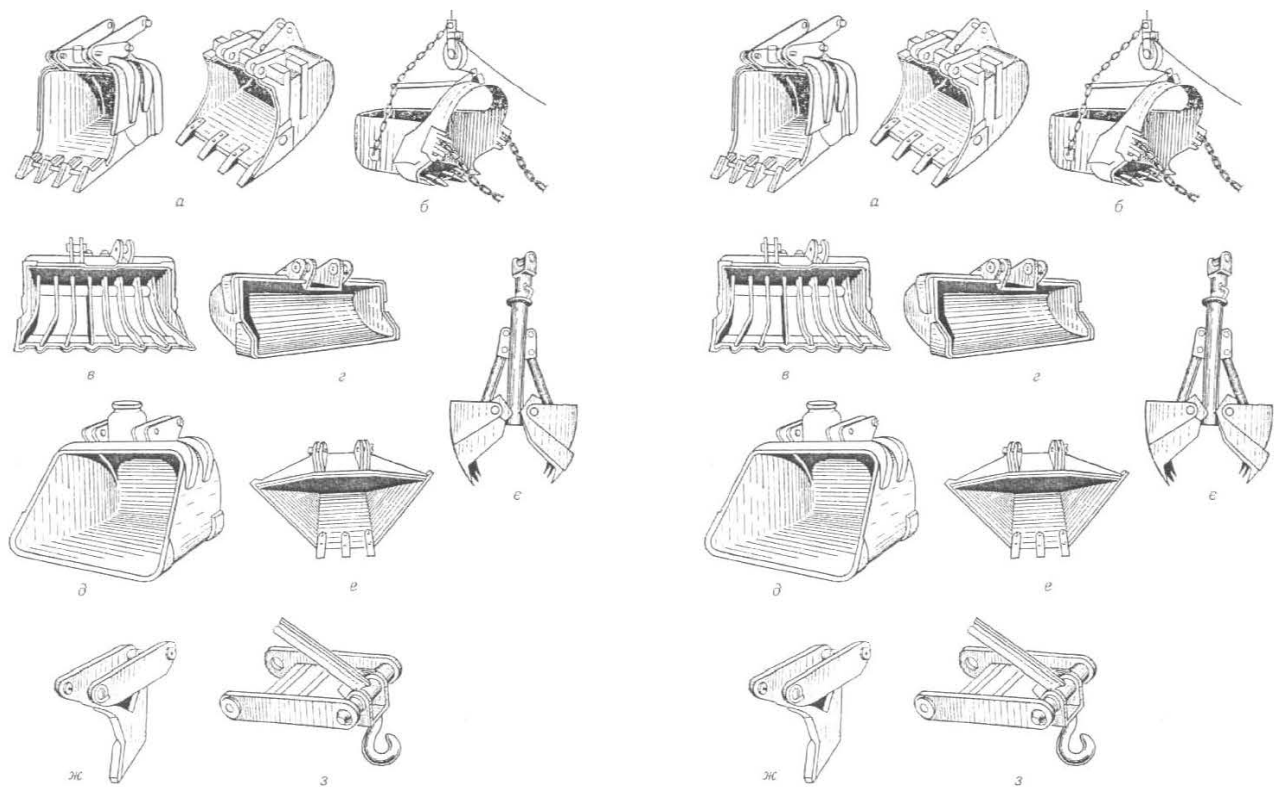


Рисунок 11.6 Змінні робочі органи одноківшевого екскаватора

а - ковш прямої і зворотної лопат; б - ковш драглайна, в, г - планувальні ковші;
д - грейферний ківш; е - навантажувальний ківш; є - профільний ківш;
ж - розпушувальний зуб; з - гакова підвісна ковша.

Одноківшевий екскаватор сальна машина, проте найдорожча серед машин для виконання земляних робіт. Тому використовувати його економічно доцільно не завжди і тільки з основними видами робочого устаткування за умови максимального використання його можливостей. Найефективнішими видами робочого устаткування є пряма і зворотна лопати.

Робоче устаткування на Рисунок 11.7 гідравлічних екскаваторів викопують в основному за двома принциповими схемами: шарнірно-важільною і телескопічною. Одним із основних видів робочого устаткування є зворотна лопата (Рисунок 11.7, в), що складається зі стріли 3,8, рукояті 2, ковша 1 і гідроциліндрів відповідно підйому стріли 4, повороту рукояті 5 .

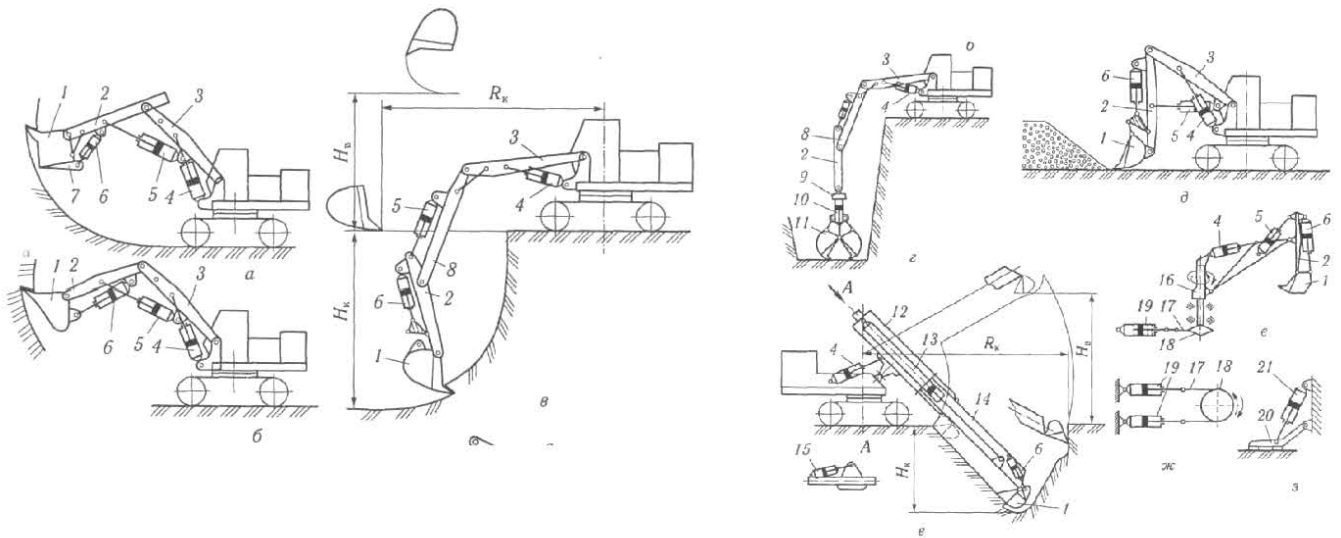


Рисунок 11.7 Схеми робочого устаткування гідравлічних екскаваторів

а - пряма лопата з неповоротним ковшем; б - пряма лопати з поворотним ковшем; в - зворотна лопата; г -грейфер; д - навантажувач; е - з телескопічною стрілою; є - неповоротна зворотна лопата; ж - механізм повороту з гідро циліндрами; з - виносна опора

Основну частину стріли з використовують для встановлення змінного устаткування інших видів, наприклад прямої лопати з неповоротним ковшем (Рисунок 11.7, а).

Грейферне устаткування (Рисунок 11.7, г) підвішують до рукояті 2 зворотної лопати. Змикання і розмикання щелеп ковша 11 грейфера здійснюють гідро циліндром 10 (ківш можна повертати у плані механізмом повороту 9). Зі вставками, що подовжують, глибина копання може збільшуватися до 14 м, а з телескопічними — до 25 м. Перевагою жорстко підвішеного грейфера є можливість натискання на ґрунт при врізанні щелеп, що важливо під час розроблення цільних ґрунтів.

Екскаватор з робочим устаткуванням навантажувача (Рисунок 11.7, д) призначений для розроблення невлежаних ґрунтів I — II категорій і навантаження сипких і дроблених матеріалів вище від рівня стоянки машини. Місткість ковша навантажувача, як правило, в 1,5 — 2 рази перевищує місткість ковша

прямої лопати. Кінематична схема робочого устаткування дає змогу переміщати різальну кромку ковша по горизонтальній площині на довжину до 2 м, що важливо при планувальних роботах. Слід зазначити, що при використанні навантажувального устаткування для належного заповнення ковша можна повертати його після проникнення в розроблюваний матеріал.

Гідравлічні екскаватори можуть оснащуватися буровим і краповим устаткуванням, а також різними вантажозахоплювальними пристроями.

Шарнірно-важільне устаткування неповно поворотних гідравлічних екскаваторів (Рисунок 11.7, є) монтують на поворотній колоні 16, закріпленій на підсилювальній рамі трактора. Гідроциліндри 6, 5, 4 (Рисунок 11.7, є, ж) призначені для піднімання й опускання стріли, повороту рукояті 2 і ковша зворотної лопати або для відкривання днища ковша прямої лопати. Колонна з робочим устаткуванням повертається на кут до 180° за допомогою ланцюгового 17, 18 пристрою з двома гідроциліндрами 19, з'єднаними гідро лініями так, що їхні штоки переміщуються одночасно в протилежних напрямках. Перед роботою екскаватор вивішують на виносних опорах 20 (Рисунок 11.7, з) за допомогою гідроциліндрів 21.

Ці мобільні й малогабаритні машини зручні для застосування на розосереджених об'єктах, для роботи в стислих умовах. Вони можуть виконувати екскаваційні роботи в ґрунтах I — II і навіть IV категорій, вантажно-розвантажувальні та монтажні роботи при відповідному змінному устаткуванні, яке один машиніст може демонтувати і замінити безпосередньо на об'єкті.

Екскаватори з телескопічним робочим устаткуванням (Рисунок 11.7, є) призначені в основному для планувальних робіт нижче від рівня стоянки, проте можуть виконувати також зачисні, довідні, вантажно-розвантажувальні та інші роботи. Завдяки високій мобільності таких екскаваторів їх можна застосовувати для роботи в стислих умовах і на розосереджених об'єктах малого об'єму.

Екскаватор-планувальник можна використовувати для земляних робіт під час будівництва каналів завглибшки до 2,5 м з будь-яким закладенням укосів і до 3,5 м із закладенням укосів до 1 : 1,5. Працюють такі машини на гусеничному

і пневмоколісному ходу. Вони можуть бути повно і неповно поворотними (на шасі автомобільного типу).

Телескопічне устаткування екскаватора має телескопічну (висувну) стрілу трикутного перерізу, що складається з двох секцій. Зовнішню секцію 12 стріли кріплять до поворотної платформи екскаватора. Внутрішня висувна секція 14 стріли переміщується на роликах усередині нерухомої секції гідроциліндром 13. На кінці рухомої секції стріли прикріплено ківш 1, що повертається гідроциліндром 6. Два гідроциліндри 4 піднімають і опускають стрілу, а гідроциліндр 15 призначено для повороту стріли навколо власної осі.

Розміри і форми вибою (місце роботи екскаватора) залежать від застосовуваного робочого устаткування і розмірів екскаватора (R_k - радіус конання; H_b - висота вивантаження ковша; H_k — глибина копання).

У гідротехнічному будівництві під час розробки гірських порід, піщано-гравійних кар'єрів застосовують потужні кар'єрні екскаватори з ковшами місткістю $2...30\text{ м}^3$ і масою $75...1000\text{ т}$, а також розкривні екскаватори з ковшами місткістю $4...100\text{ м}^3$ і масою $170...10000\text{ т}$, обладнанні прямою лопатою чи драглайном.

При проходці тунелів і будівництві інших інженерних споруд для роботи під землею застосовують тунельні екскаватори з укороченим робочим устаткуванням, місткістю ковша $0,5...1,0\text{ м}^3$ і масою $16...30\text{ т}$.

Продуктивність одноківшевого екскаватора за 1 год експлуатаційного часу

$$\Pi_e = \Pi_t k_b k_k \quad (11.1)$$

де $k_b = 0,80...0,85$ – коефіцієнт використання машини за певний час;

Π_t - технічна продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$;

$$\Pi_t = qnk_n (1/k_p) \quad (11.2)$$

де q - місткість ковша, м^3 ;

n — кількість циклів за 1 год роботи, $n = 3600/T_{\text{ц}}$;

$T_{\text{ц}}$ — тривалість циклу;

$k_p = 0,6...1,2$ - коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом;

$k_p = 1,1...1,3$ - коефіцієнт розпушення ґрунту;

$k_k = 0,80...0,98$ — коефіцієнт якості керування машиною і кваліфікації машиніста.

Оптимальна висота вибою для прямої лопати становить 0,7...0,8 від найбільшої висоти різання екскаватора. Місткість транспортних засобів має в 3 - 4 рази перевищувати місткість ковша екскаватора. Тривалість чистої роботи екскаватора має становити не менш як 2500 год, а річний виробіток на 1 м³ місткості ковша - 100...150 тис. м³.

Приклад. Визначити продуктивність за 1 год експлуатаційного екскаватора, обладнаного прямою лопатою, що працює у транспорт із поворотом на 180°. Місткість ковша $q = 1 \text{ м}^3$. Розроблюваний ґрунт — суглинок.

Розв'язання:

$$P_e = q n k_n (1/k_p) k_v k_k = 1 \frac{3600}{23} 1,1 \left(\frac{1}{1,25} \right) 0,8 * 0,9 = 99 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Для високопродуктивного використання екскаватора потрібно:

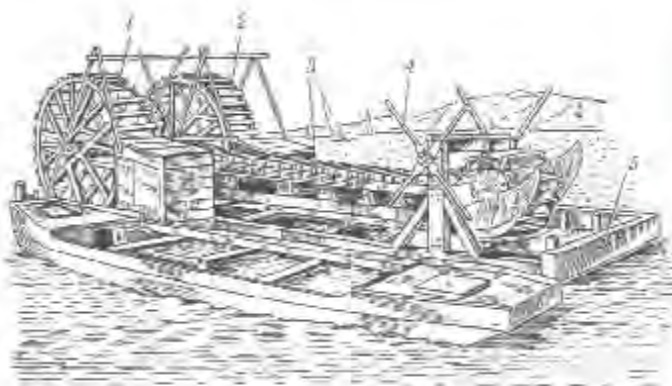
- правильно вибрати розміри вибою і положення в ньому екскаватора, транспортних засобів чи відвала ґрунту (висота вибою має бути такою, щоб одним черпанням заповнювався ківш, а кут повороту па розвантаження з метою зменшення часу повороту — мінімальним);
- забезпечити екскаватор потрібною кількістю транспортних засобів, щоб унеможливити простій екскаватора;
- забезпечити достатню кваліфікацію машиніста екскаватора для чіткого виконання окремих операцій з обов'язковим поєднанням їх за часом;
- при розробленні легких і середніх ґрунтів застосовувати ківш більших розмірів (для зниження собівартості робіт).

1.3.2 Земснаряд

Багатоківшеві екскаватори. Перші багатоківшеві екскаватори з'явилися на початку XVI ст. на Рисунок 11.8 і застосовувалися для очищення судноплавних

каналів. Оскільки це було задовго до винаходу двигуна, вони приводилися в рух ступальними колесами, потім кіньми.

Робочий орган багатоківшевого екскаватора складається з ряду ковшів, що рухаються один за одним, завдяки чому копання ґрунту одним ковшем збігається у часі з його транспортуванням і розвантаженням іншими ковшами. Ковші сучасного екскаватора можуть кріпитися до нескінченного ланцюга чи розміщуватися по колу ротора. Відповідно до цього робочий орган і екскаватор називають ланцюговим, або роторним.



а



б



в

Рисунок 11.8 Землечерпальний снаряд

1 і 2 - ступальні колеса; 3 - стріла; 4 - коловорот для піднімання й опускання стріли; 5 - понтон; а - Фламандська землечерпалка, що приводилася в дію людьми (початок XVI ст.); б,в - драга.

Сучасні драги поділяються на два класи — континентальні і морські. Перші призначені для розробки материкових розсипів, звичайно приурочених до зони поширення сучасних або древніх (похованих) річкових систем. Вони

монтуються, як правило, на плоскодонному судні (понтоні). Морські драги використовуються для розробки розсипних або пухких осадових родовищ, що залягають в прибережній або глибинній зоні акваторій морів і великих озер. Такі драги звичайно монтуються на кільових самохідних або несамохідних суднах. Драги обох класів оснащують стаціонарним промивно-збагачувальним обладнанням (відсаджувальними машинами, шлюзами, гвинтовими сепараторами), змонтованим безпосередньо на судні, або експлуатують їх у комплексі з береговою чи плаваючою збагачувальною установкою.

За можливою глибиною виїмки порід розрізняють драги неглибокого черпання (до 6 м), сер. глибини черпання (до 15 м), глибокого черпання (до 50 м) і надглибокого черпання (в Україні є технічні розробки драги, що забезпечують черпання на глибинах до 6 000 м на основі ерліфтів). За видом основного агрегату — черпакові, гідро- і пневмососні, ежекторні, ерліфтні. Рациональна область застосування драг: черпакових — на глибинах до 50 м; землесосних — 80 м; ерліфтних від 200 м і більше; грейферних — 250 м; драглайнових і багаточерпакових канатно-ланцюгових — 1500 м; ежекторних з багатоступінчастим підйомом зануреними насосами — 4600 м. Продуктивність Д. досягає 500 т/год.

1.3.3 Кар'єрні екскаватори безперервної дії

Кар'єрні екскаватори безперервної дії на Рисунок 11.9 мають жорстку ківшеву раму і переміщуються по рейках. Екскаватори, призначені для меліоративних робіт, мають розсувний гусеничний хід для пересування по двох берегах каналу і вільно-провисаючий ківшевий ланцюг.

Ланцюгові екскаватори поздовжнього копання мають продуктивність до 160 м³/год при глибині розроблюваної траншеї до 3,5 м. Робоче устаткування ланцюгового екскаватора на Рисунок 11.10 складається з шарнірно закріпленої ківшевої рами 1, по якій рухається замкнений ланцюг 2 зі скребками 8 чи ковшами. Рух від двигуна до ківшевого ланцюга передається через редуктор і ланцюгову передачу 5 до двох зірочок 6, розміщених на кінцях торсійного вала 7. При розвантаженні ковшів у верхньому положенні ґрунт висипається в бункер

4, з якого потрапляє на стрічковий конвеєр 3 і далі на брівку розроблюваної траншеї. Щоб збільшити ширину розроблюваної траншеї, до ковшів через один слід прикріплювати знімні розширники.

Для розроблення східчастих траншей (у слабких ґрунтах) на ківшеві рами встановлюють гвинтові фрези, що подають ґрунт у бічні відвали й очищають береги. Скребки скребкових екскаваторів зрізують і транспортують ґрунт по вибою на поверхню, де він зсувається на один чи два боки шнековими чи скребковими конвеєрами.

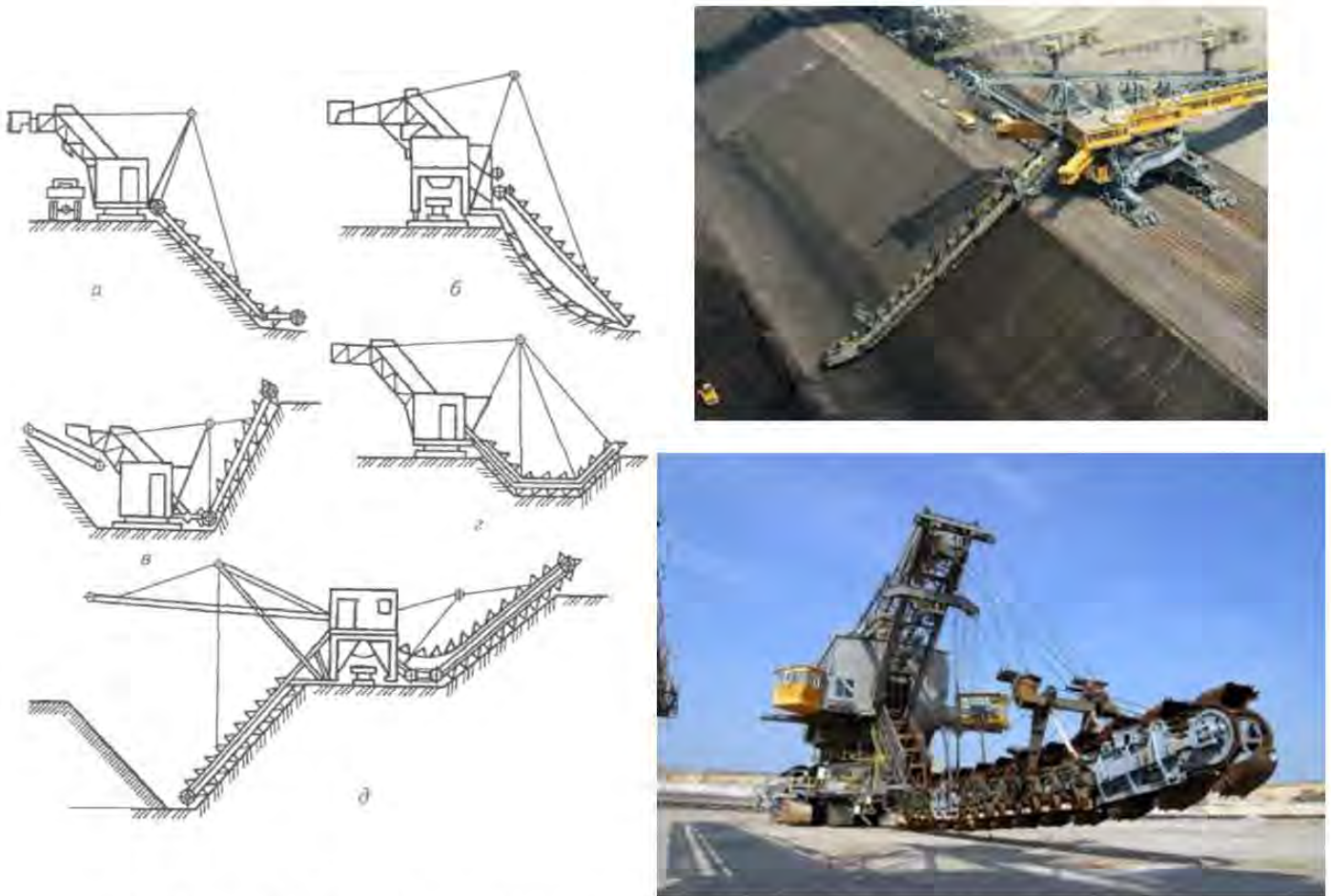
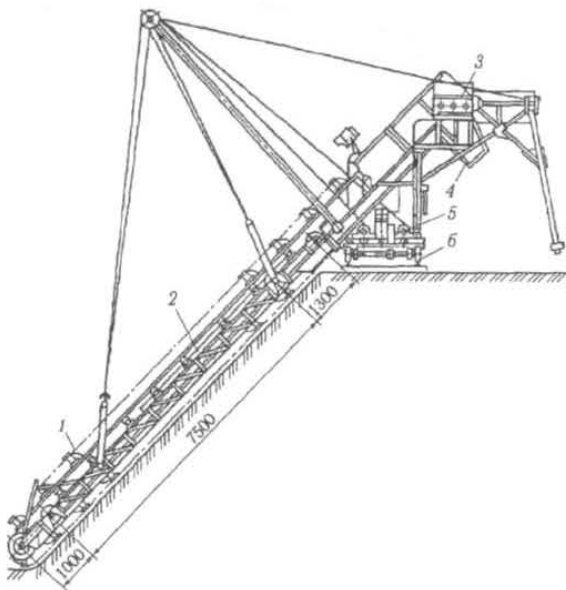


Рисунок 11.9 Схеми екскаваторів поперечного копання:

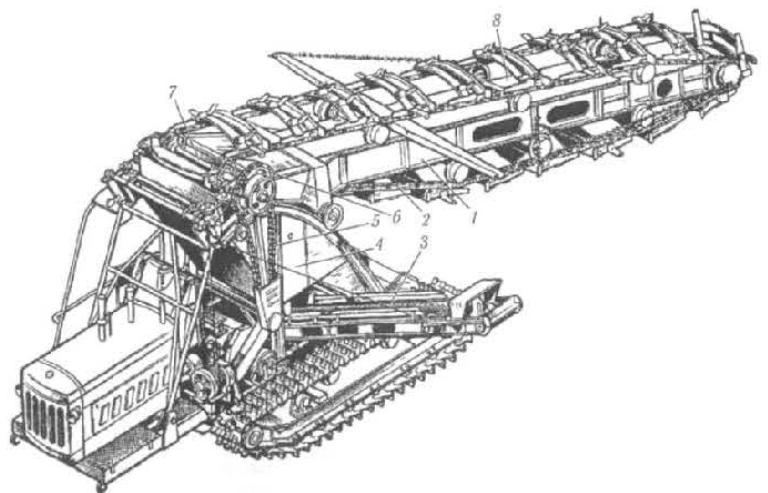
- а - нижнього копання з жорсткості римованим ківшевим ланцюгом і бічним розвантаженням ґрунту через бункер; б - нижнього копання з вільно провисаючим ківшевим ланцюгом і центральним розвантаженням ґрунту;
- в - верхнього копання з жорсткості римованим ківшевим ланцюгом і відвальним

конвеєром; г - із шарнірною ківшевою рамою для риття й очищення каналів,
д - з двома ківшевими рамами й відвальним конвеєром.

У траншейному роторному екскаваторі на Рисунок 11.12 ковші розміщені на зовнішньому колесі-роторі 5. Ротор, установлений на рамі 6, приводиться в обертання від трактора 1 через ланцюгову передачу 3. Глибину копання регулюють механізмом 2 піднімання-опускання ротора. Якщо ковші розміщуються у верхньому положенні, то ґрунт із них висипається і потрапляє на стрічковий конвеєр 4, що виносить ґрунт убік. Для зачищення дна траншеї від ґрунту, що обсипається, призначений пристрій 7.



**Рисунок 11.10 Кар'єрний
екскаватор поперечного
копання**



**Рисунок 11.11 Ланцюговий скребковий
екскаватор поздовжнього копання**

1- ковш; 2 - ківшева рама; 3 - привід ківшевого ланцюга; 4 - бункер із затвором;
5 - нижня рама а механізмами; 6 - ходова частина.

Передбачається випуск гусеничних і пневмо колісних ланцюгових і роторних машин із глибиною копання 1,3; 1,6; 2; 2,5; 3,5; 4 і 6 м при ширині від 0,12...0,25 до 1,6...2,1 м.

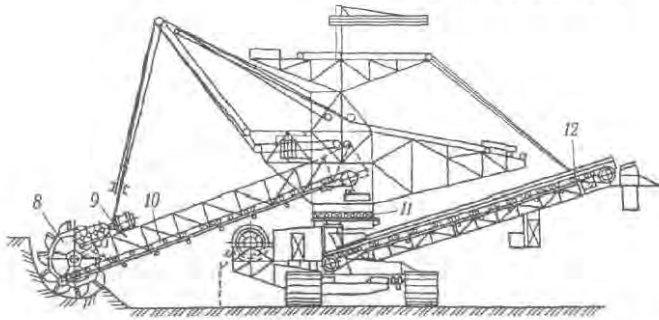
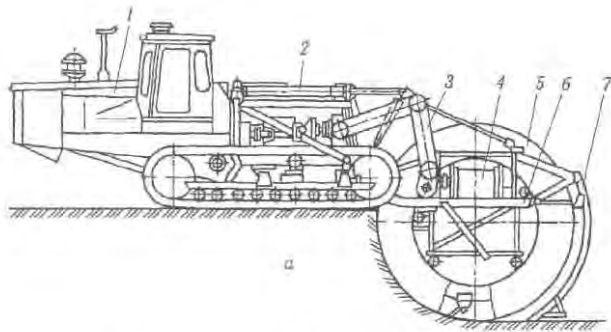


Рисунок 11.12 Роторний екскаватор

а - повздовжнього копання; б - кар'єрний котлованів і виїмок, прокладення каналів, зведення насипів і гребель.

Екскаватори радіального копання з ротором, розміщеним на стрілі, застосовують на розкривних роботах, у кар'єрах будівельних матеріалів, для розроблення великих.

Кар'єрні роторні екскаватори (Рисунок 11.12, б) мають діаметр роторного колеса 1,6...16,6 м і місткість ковшів 16...4000л, а продуктивність їх становить 80...8000 м³/год при висоті розроблюваного вибою 5...70 м. Робочим органом роторних екскаваторів є ковші, розміщені на роторі 8, що встановлюються на стрілі 9. У процесі копання обертовий ротор разом зі стрілою і поворотною платформою переміщується по дузі кола на кут 90... 120° на поворотному пристрої 11. Потім поворотну платформу повертають у зворотному напрямі, а екскаватор попередньо переміщують на величину, потрібну для отримання заданої товщини стружки, що зрізується ковшами. Ґрунт із ковшів висипається на приймальний конвеєр 10, з якого переходить на конвеєр 12 і далі у відвал або транспорт. Будівельні роторні екскаватори мають менші розміри і масу, достатню маневреність, їхня продуктивність становить 250...550 м³/год при

висоті копання 5,0...7,5 м і глибині копання, нижчій від рівня стоянки на 2,0...3,5 м.

1.4. Землерийно-транспортні машини

Землерийно-транспортні машини призначені для відокремлення ґрунту від масиву і переміщення його до місця укладання. Особливістю робочого процесу цих машин є те, що копання ґрунту відбувається внаслідок переміщення самої машини під дією тягового зусилля, що розвивається її рушієм.

Землерийно-транспортні машини поділяють на ножові (бульдозери й автогрейдери), ківшеві (скрепери) і з додатковим транспортувальним органом (грейдери-елеватори і струги). Застосовують їх переважно в дорожньому, гідротехнічному й аеродромному будівництві для планувально-профілювальних робіт у рівнинній місцевості на ґрунтах без великих кам'янистих вкраплень.

1.4.1 Бульдозери

Бульдозери призначені для грубого планування майданчиків і укосів, зворотного засипання котлованів і траншей, штабелювання і розподілу по поверхні різних сипких матеріалів і щебеню. Водночас простота конструкції, жорсткість робочого органа, низька вартість і значні тягові зусилля, що розвиваються бульдозером, визначили його широке застосування як для ґрунтових робіт, так і для різноманітних допоміжних робіт, пов'язаних із розчищенням майданчиків від валунів, пнів, валанням дерев тощо.

За способом кріплення відвала бульдозери поділяють на неповоротні на Рисунок 11.13 а поворотні. У перших відвал нерухомо закріплений перпендикулярно до поздовжньої осі трактора, у других положення відвала в плані може бути змінено. При похилому розміщенні ґрунт, зрізаний переднім боком відвала, переміщуючись по ньому, відсипається з протилежного боку, як це показано на Рисунок 11.13, б.

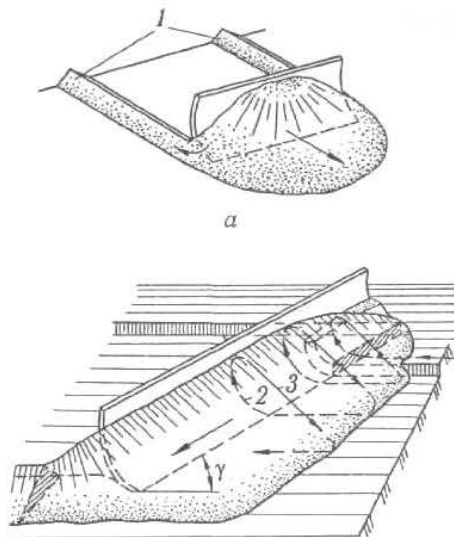


Рисунок 11.13 Схема роботи бульдозера

а - з відвалом, розміщеним під прямим кутом до напрямку руху (неповоротний відвал); б - з похило розміщеним відвалом (поворотний відвал); 1 - бічні валики; 2 - висхідна гілка траєкторії частинок ґрунту; 3 - спадна гілка; γ - кут захвату.

Робоче устаткування бульдозера з неповоротним відвалом складається з відвала, штовхальної рами і механізму на Рисунок 11.14.

Відвал — це жорстка зварна конструкція коробчатого перерізу. Вздовж нижньої кромки переднього листа, вигнутого по колу, прикріплені ножі. З тильного боку відвал має ребра і вушка для приєднання до балок штовхальної рами. З боків відвала приварені щоки.

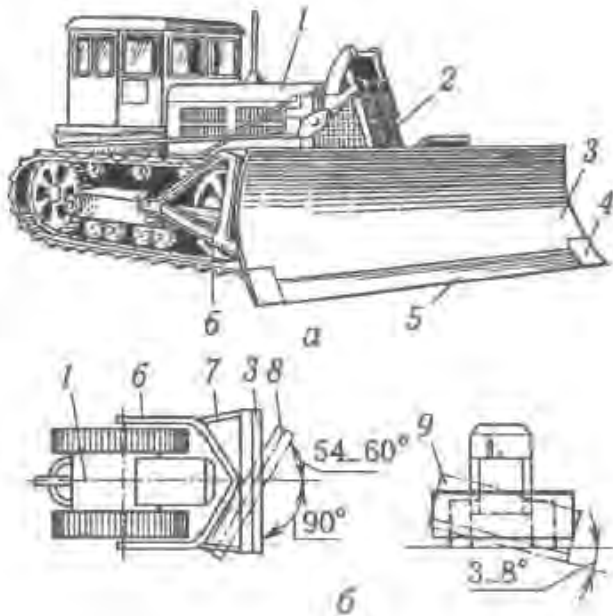


Рисунок 11.14 Бульдозери

а - з неповоротним відвалом; б - з поворотним відвалом; 1 - трактор; 2 - механізм керування; 3 - підвал; 4,5 - ножі; 6 - штовхальна рама; 7 - переставні розкоси; 8 - відвал у повернутому положенні; 9 - відвал, установлений з перекосом.

Штовхальна рама з'єднує відвал з базовою машиною і передає йому робоче зусилля. Просторова жорсткість робочому устаткуванню передається розкосами, встановленими в горизонтальній і вертикальній площинах.

Відвал і штовхальну раму легких бульдозерів виконують, як правило, у вигляді суцільної зварної конструкції.

У більшості конструкцій бульдозерів довжина і положення вертикальних розкосів можуть змінюватися, що дає змогу змінювати нахил відвала у вертикальній площині, тобто змінювати кут різання. Іноді замість розкосів установлюють гідравлічні циліндри. У цьому разі положення відвала можна змінювати в процесі роботи машин. При незалежному регулюванні довжини кожного з розкосів і універсальності шарнірів, що зв'язують поздовжні бруси з базовою машиною, кут нахилу відвала може змінюватися у поздовжній і поперечній вертикальних площинах.

1.4.2 Скрепер

У напівпричіпних скреперах частина ваги скрепера і ґрунту, що є в

ньому, передається трактору, який працює зі скрепером, збільшуючи силу зчеплення його рушія з ґрунтом.

У самохідних скреперах трактор-тягач є органічною частиною скрепера, його енергетичною базою. Самохідні скрепери з механічною передачею енергії колесам можуть мати тільки два ведучих колеса самого тягача, що знижує тягові можливості, або (при встановленні другого двигуна на задню частину скрепера) всі колеса. Найпоширеніші самохідні скрепери з дизель-електричним приводом, у яких колеса приводяться в рух за допомогою електричних мотор-колес, що живляться від дизель генераторної установки одноосьового тягача. Різні компоновальні схеми скреперів наведено на Рисунок 11.15.

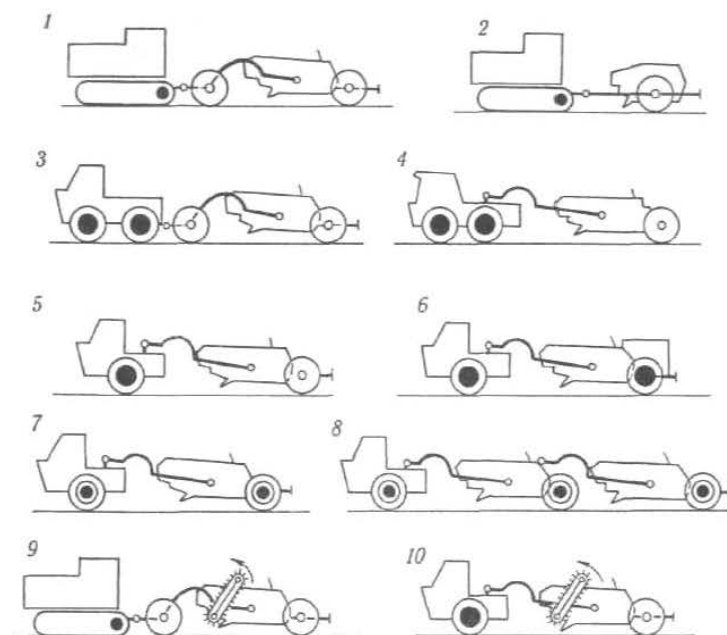


Рисунок 11.15 Компонувальні схеми скреперів

1 - причіпний двохосьовий; 2 - причіпний одноосьовий; 3 - причіпний двохосьовий з колісним тягачем; 4 - напівпричіпний; 5 - самохідний на базі одноосьового тягача з механічною передачею; 6 - двомоторний з механічною передачею; 7 - самохідний дизель-електричний (з мотор-колесами); 8 - самохідний двоківшевий дизель-електричний; 9 - причіпний з елеваторним завантаженням; 10 - самохідний з елеваторним завантаженням.

Найчастіше застосовуються причіпні й самохідні скрепери з вільним завантаженням, примусовим вивантаженням і гідравлічним керуванням. Один із

таких скреперів показано на Рисунок 11.16.

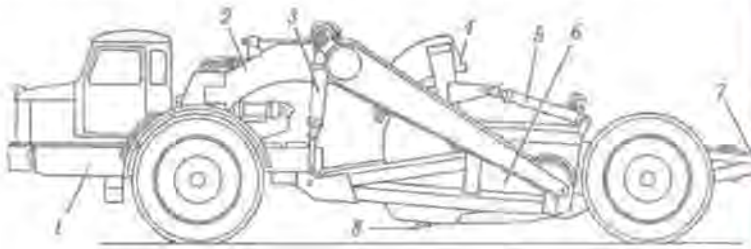


Рисунок 11.16 Скрепер

- 1 - одноосьовий тягач; 2 - тягова рама; 3 - механізм піднімання ковша;
4 - передня заслінка ковша; 5 - механізм піднімання заслінки; 6 - ковш;
7 - буферний пристрій; 8 - ніж.

Під час роботи у слабких і пухких ґрунтах не вдається заповнити такий ківш ґрунтом, навіть застосовуючи штовхач. Тому для роботи в слабких ґрунтах призначені скрепери з примусовим завантаженням, при якому після зрізування ґрунту ножем він переміщується у ківш спеціальним завантажувальним пристроєм. Найбільш придатні для цієї мети скребкові конвеєри, що встановлюються в передній частині ковша. Такі скрепери не потребують штовхачів, вони можуть мати порівняно малу тягу.

Штовхачі не потрібні також спареним самохідним скреперам скреперним потягам із усіма ведучими колесами, адже ковші цих скреперів завантажуються послідовно з використанням тяги всього потяга для заповнення кожного з ковшів. Нині самохідні скрепери обладнують зчіпним буферним пристроєм не тільки ззаду, а й спереду, що дає змогу на момент завантаження з'єднувати скрепери для об'єднання тягових зусиль і роз'єднувати після завантаження.

Скрепери застосовуються при дальності транспортування ґрунту від 100 м до 5 км. Якщо дальність транспортування становить менше ніж 300 м, то доцільні причіпні скрепери, що мають мінімальну вартість, а при відстані понад 5 км - самохідні, що мають високі (до 60 км/год) транспортні швидкості й не поступаються швидкостям руху землевозів і автосамоскидів. Економічніше розробляти ґрунт скреперами, ніж екскаваторами з перевезенням

автосамоскидом.

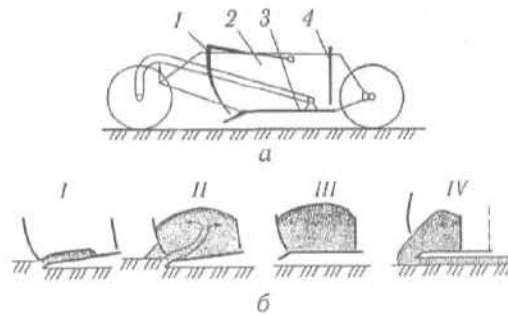


Рисунок 11.17 Схема копта, його завантаження і розвантаження

1 - передня заслінка; 2 - бічна стінка ковша; 3 - днище; 4 - задня стінка; I - початок завантаження; II - кінець завантаження; III - транспортне положення; IV - розвантаження

Крім того, майже всі скрепери, що є довгобазовими машинами з ножем, розміщеним між передніми і задніми колесами, мають достатню планувальну здатність. Розподіляючи ґрунт шарами, вони можуть виконувати весь комплекс земляних робіт без застосування інших машин, обов'язкових при самоскидному перевезенні. На Рисунок 11.17 показана як проходить завантаження і розвантаження ковша.

Головним параметром скрепера є місткість його ковша. Скрепери, що випускаються, мають місткість ковша до 50 м³ і обладнуються приладами автоматичного керування, що дають змогу оптимізувати роботу машини і полегшити роботу скрепериста.

Продуктивність скрепера залежить від кваліфікації скрепериста, дальності перевезення ґрунту, місткості ковша, рельєфу місцевості та стану землевозних робіт. У загальному випадку її можна визначити за формулою

$$П_e = \frac{60qk_z k_B}{k_P t_y} \quad (11.3)$$

де q - місткість ковша скрепера;

м³; k_z - коефіцієнт заповнення ковша;

k_b - коефіцієнт використання машини за певний час;

k_p - коефіцієнт розпушення ґрунту;

t_n - середня тривалість одного циклу, хв.

Як зазначалося, заповнення ковша збільшується і може навіть перевищувати геометричну місткість при досить щільних ґрунтах і збільшенні тягового зусилля в період заповнення ковша завдяки додаванню зусилля штовхача чи іншого скрепера. Із цих самих міркувань ківш доцільно заповнювати, коли скрепер рухається під уклон. Від розпушування щільних ґрунтів слід відмовитися або виконувати його тільки смугами, розміщеними на відстані ширини ковша скрепера для того, щоб стружка ґрунту не розпушувалася до її зрізування. На продуктивність машин значно впливає тривалість циклу. Вона залежить від дальності перевезення і швидкості руху скрепера при відвезенні ґрунту і поверненні у вибій. Дальність, як правило, є проектною величиною і її можна змінити лише вибором траси. Найбільш доцільною є найкоротша траса, без крутих підйомів і поворотів. Швидкість руху обраною трасою залежить не тільки від динамічної характеристики машини, а й від стану дороги. Її можна легко виправити, засипаючи скрепером ями і зрізуючи горби, що виконують уже при перших циклах транспортування.

1.4.3. Автогрейдери

Автогрейдер на Рисунок 11.18 - це самохідна, як правило, тривісна, колісна землерийно-транспортна машина з ножовим робочим органом для профілювальних і точних планувальних земляних робіт.

Головна рама 2 виконана у вигляді вигнутої опуклості вгору хребтової балки круглого чи прямокутного перерізу, що переходить у задній частині в плоску конструкцію підмоторної рами. На підмоторній рамі встановлено двигун, агрегати трансмісії, механізми керування і кабіни грейдериста.

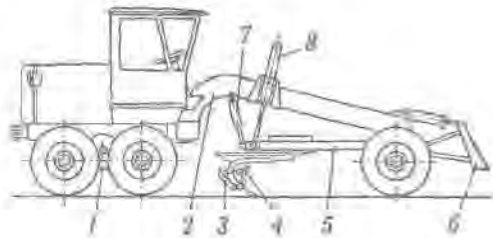


Рисунок 11.18 Загальний вигляд автогрейдера

1 - балансир рушія; 2 - головна рама; 3 - розпушувач заднього ходу; 4 - відвал; 5 - тягова рама; 6 - бульдозерний відвал; 7 - механізм винесення тягової рами; 8 - механізм піднімання робочого органа.

Передньою частиною головна рама автогрейдера спирається за допомогою головки на передній міст. Зв'язок рами з мостом шарнірний. Він дає змогу мосту нахилитися відносно рами у вертикальній площині.

Заднім кінцем рама спирається на задні осі, що викопуються у вигляді двох окремих мостів, зв'язаних з головною рамою балансирною підвіскою чи балансирними візками 1. Завдяки цьому колеса змінюватимуть своє положення відповідно до нерівностей поверхні, поліпшуючи прохідність машини.

У першій частині під головною рамою за допомогою універсального (кульового) шарніра прикріплена тягова рама 5, задня частина якої рухомо зв'язана з головною рамою правим і лівим механізмами піднімання робочого органа 8 і механізмом винесення тягової рами 7. Роздільна дія механізмів піднімання забезпечує поворот тягової рами навколо поздовжньої осі й одночасно піднімання чи опускання її заднього кінця. Відповідно до цього змінюється положення відвала грейдера, прикріпленого до рами поворотним колом.

Відвал 4 має вигляд жорсткої балки коробчатого перерізу, що складається з вигнутого по радіусу головного листа, посиленого з заднього боку коробкою. Вздовж передньої нижньої кромки і по торцях до відвала прикріплюються ножі, що мають, як правило, двобічне загострення. Це дає змогу перевертати їх після

спрацювання однієї з різальних кромek. На торцях відвала передбачається можливість установлення подовжувачів і уклонів. Оскільки відвал кріпиться до кронштейнів поворотного кола, його можна переставляти, розміщуючи асиметрично відносно осі поворотного кола, і регулювати кут різання. На автогрейдері зазвичай установлюється бульдозерне б і розпушувальне устаткування. Зуби розпушувача з дають змогу розпушувати ґрунт при зворотному русі автогрейдера, що працює за човниковою схемою.

Автогрейдери бувають легкі, середні й важкі. Довжина відвала в них відповідно становить 3000, 3700 і 4200 мм, а потужність двигуна — до 90, 90... 150 і понад 150 кВт.

Ходова частина автогрейдера складається з ведених і ведучих коліс. Ведені колеса вільно обертаються на осях, сирий мають частину ваги і використовуються як напрямні. Ведучим колесам передається крутий момент від двигуна і вони, взаємодіючи з опорною поверхнею, розвивають тягу, потрібну для подолання корисних і шкідливих опорів, що виникають під час роботи автогрейдера.

Тягові властивості автогрейдерів залежать від кількості ведучих колісних осей, потужності двигуна і маси машини. Кількість осей прийнято характеризувати колісною формулою $A \times B \times V$, де А - кількість осей з керованими колесами, В — кількість ведучих колісних осей і V — загальна кількість осей. Найпоширеніші автогрейдери з колісними формулами $1 \times 2 \times 3$ і $1 \times 3 \times 3$.

1.5. Машини і устаткування для подрібнення та сортування будівельних матеріалів

1.5.1. Фізика процесу механічного подрібнення і сортування

Місце та призначення машин у подрібнювально-сортувальних установках. Процес поділу породи на частини, коли механічним чи іншим способом долаються сили зчеплення між частинками породи, внаслідок чого утворюються її нові поверхні, називають подрібненням. Механіка руйнування гірських порід і фізичні явища, які при цьому відбуваються, дуже складні. Справді, міцність,

форма, щільність і стан поверхні кам'яної сировини так само, як і форма подрібнювальних частин машини, траєкторія і швидкість руху, різні поєднання цих та інших факторів, роблять процес подрібнення таким, що не піддається математичному опису.

Сили зчеплення поділяються на два види: сили, що діють усередині частинок породи, і сили, що діють між частинками. На процес подрібнення вирішальний вплив мають сили, що діють між частинками (міжкристалічні сили), оскільки руйнування відбувається у найслабших місцях площинах спайності. Ці міжкристалічні сили зумовлюються різними факторами, не можна визначити точно.

Складність процесу подрібнення, яка унеможливило створення єдиної універсальної теорії, зумовила появу різних гіпотез, так званих теорій подрібнення. До них належать гіпотези Реттінгера, Кирпичова-Кіка, Бонда. Проте в розрахунках машин їх застосовують рідко через відсутність складових параметрів формул що пропонуються. В основному ці формули є залежностями між затрачуваною роботою та окремими характеристиками матеріалу, що подрібнюється (поверхнею, об'ємом, масою).

За характером дії на матеріал, що подрібнюється, виокремлюють чотири способи руйнування: роздавлювання, розколювання, ударний і стирання.

Такий поділ можна вважати умовним. Наприклад, роздавлювання і розколювання є явищами одного роду. Відмінність полягає лише у різних контактах робочих органів і породи (точковий, лінійний або контакт по деякій площині). Розглядаючи ударний спосіб руйнування, слід зазначити, що статистичними чи динамічними можуть бути всі способи руйнування, оскільки такий поділ залежить від швидкості прикладання навантаження.

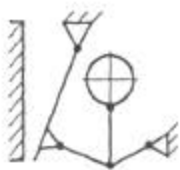
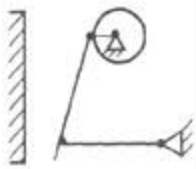
Подрібнюється матеріал у дробарках і млинах. Дробарки використовують для подрібнення великих кусків (початковий розмір до 1500 мм), а млини - для отримання порошоків з початковим розміром частинок 0,3...0,5 мм. Принципові схеми дробарок, призначення та основні параметри їх наведено в **Ошибка! сточник ссылки не найден..**

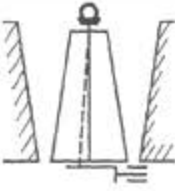
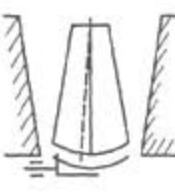
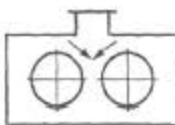
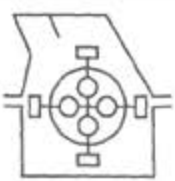
Для використання подрібненого матеріалу його слід розподілити на фракції. Машини, об'єднані в одному агрегаті з дробарками, називають грохотами, а машини, які працюють у комплекті з млинами, класифікаторами, сепараторами та фільтрами.

Отже, для подрібнення призначена подрібнювально-сортувальна установка, а для помелу помольно-очисна.

Головною функцією установок є перетворення певної кількості кам'яного матеріалу з вихідного стану в готовий продукт і розподіл його на відповідні фракції.

Таблиця 11.1 Схеми дробарок і їх застосування

Тип дробарки	Схема	Призначення	Основні параметри		Спосіб руйнування
			Найбільший кусок вхідного матеріалу, мм	Продуктивність, м ³ /год	
Щокова з простим рухом щоки		Крупне і середнє подрібнення міцного й абразив абразивного матеріалу	750...1200	120...720	Роздавлювання
Щокова зі складним рухом щоки		Середнє подрібнення матеріалу середньої міцності 210...710	210...710	3...100	Роздавлювання і стирання

Конусна з вернім підвішуванням		Крупне подрібнення міцного й абразивного матеріалу	400...1200	5...700	Роздавлюван ня
Конусна з нижньою опорою вала		Середнє і дрібне подрібнення міцного й абразивного матеріалу	38...300	40...200	Роздавлюван ня
Валкова		Середнє і дрібне подрібнення матеріалів середньої міцності	10...75	0,5...76	Роздавлюван ня
Роторна		Крупне, середнє і дрібне подрібнення малоабразивних порід	400...1300	50...370	Ударний
Молоткова		Середнє і дрібне подрібнення малоабразивних матеріалів	150...600	10...1200	Ударний і стирання

Зменшення кусків подрібнюваного матеріалу характеризується ступенем подрібнення і:

$$i = D_{cp}/d_{cp} \quad (11.4)$$

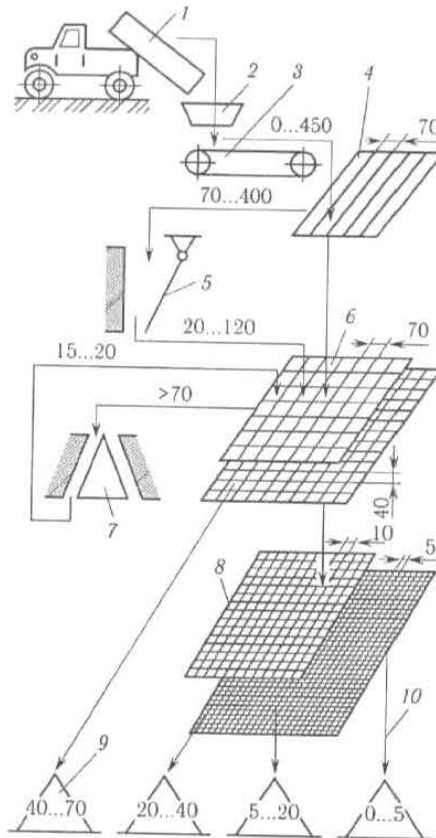


Рисунок 11.19 Схема подрібнювально-сортувальної установки двостадійного подрібнення

1 - автосамоскид; 2 - приймальний бункер; 3 - пластинчастий живильник;
4 - колосниковий грохот; 5 - дробарка первинного подрібнення; 6,8 -
вібраційні грохоти; 7 - дробарка вторинного подрібнення; 9 - склади готової
продукції; 10 - конвеєри

де D і d — середньозважені розміри частинок відповідно вихідного матеріалу та готового продукту, що визначаються ситовим аналізом.

Ступінь подрібнення на дробильному устаткуванні становить від 3 до 30, а при помелі - 1000.

Залежно від ступеня подрібнення установки можуть бути одно-, дво- і три-стадійні. Кількість стадій подрібнення, які забезпечили б потрібний ступінь подрібнення, визначають за залежністю:

$$i = i_1 i_2 \dots i_n \quad (11.5)$$

де i_n — ступінь подрібнення на окремій стадії.

Ступінь подрібнення, що реалізується в одній дробарці, не перевищує певних оптимальних значень. Наприклад, для щокрових дробарок ступінь подрібнення $i = 3 \dots 6$, для конусних $i = 5 \dots 8$. Якщо ступінь подрібнення більший за ці значення, то застосовують дво- та тристадійне подрібнення або замкнений цикл подрібнення. При замкненому циклі подрібнення відсортована частина подрібнюваної породи, розмір зерен якої більший за потрібний, повертається до тієї самої дробарки.

Двостадійне подрібнення застосовують переважно при виробництві щебеню, а три-стадійне — на великих підприємствах з річною продуктивністю понад 200 тис. м³.

Типову схему подрібнювально-сортувальної установки двостадійного подрібнення зображено на Рисунок 11.19. Установка призначена для подрібнення щебеню таких фракцій, мм: 0...5; 5...20; 20...40; 40...70. На першій стадії використовують щокрові, конусні або роторні дробарки крупного подрібнення, на другій — конусні, валкові та інші дробарки. Якщо гірська маса, що надходить до дробарки, містить менше ніж 20 % готового щебеню, то перед дробаркою встановлюють колосниковий нерухомий грохот. Це розвантажує дробарку і запобігає переподрібненню матеріалу.

Прийнято вважати (див. Рисунок 11.19), що матеріал, який надходить на грохот, є вихідним продуктом, зерна матеріалу, що залишаються на ситі грохота, надрешітним, або верхнім, продуктом (класом), а та частина, яка пройде крізь отвори сита, підрешітним, або нижнім, продуктом (класом).

Розрахунок основних параметрів подрібнювально-сортувальної установки. Вихідними даними для цього розрахунку є продуктивність і гранулометричний склад продуктів подрібнення. Розрахунок установки здійснюють у такій послідовності:

1. За залежністю (11.5) встановлюють кількість стадій.
2. Складають загальну схему установки.
3. Визначають кількість гірської маси, що відсіюється на колосниковому грохоті, м³/год,

$$\Pi_k = \frac{\Pi_{год} (d_1 - d_2)}{D} E_k \quad (11.6)$$

де $\Pi_{год}$ — погодинна продуктивність грохота;

d_2 , d_1 — граничні розміри матеріалу, що відокремлюється (для наведеного прикладу $d_2 - d_1 = 70 - 40 = 30$ мм, див. Рисунок 11.20);

D — максимальний розмір кусків гірської маси;

E_k - ефективність грохочення (для колосникових грохотів $E_k = 0,6...0,7$).

4. Обчислюють продуктивність дробарки на першій стадії, а потім за довідником обирають конкретний вид дробарки, яка забезпечує цю продуктивність з урахуванням вихідного отвору. Наприклад, якщо взяти, що загальна продуктивність становить $40 \text{ м}^3/\text{год}$, то

$$\Pi_{др} = \frac{40(400-70)}{400} = 33$$

Розмір вихідного отвору залежить від розміру вихідного продукту (в нашому випадку 70мм) з урахуванням можливого ступеня подрібнення ($i = 400/70 = 5,7$; умова для щоккових дробарок виконується).

5. Визначають фракційний склад продуктів подрібнення за графіком зернового складу Рисунок 11.1, де по осі ординат відкладають відносну продуктивність, а по осі абсцис — відношення для верхньої та нижньої меж фракції:

$x = d/i$ (d — межа фракції, мм;

l — ширина вихідного отвору дробарки, мм).

Ці графіки будують експериментальним способом за допомогою ситового аналізу.

Для розрахунку можна також використати аналітичні функції (на Рисунок 11.20 зображені штриховою лінією):

• щоккових дробарок

$$y = 1.3 \left(1 - \frac{1}{1 + 0.8x^2} \right) \quad (11.7)$$

- конусних дробарок

$$y = 1.3 \left(1 - \frac{1}{1 + 0.45x^2} \right) \quad (11.8)$$

6. Установлення дробарки на другій стадії подрібнення. Добирають за продуктивністю, яка має забезпечити перероблення матеріалу, що надходить до машини із сита проміжного грохота, а також за розміром максимального куска матеріалу $D_{r \max}$, отриманого після подрібнення на першій стадії:

$$D_{r \max} = l_{\text{щ}} R_{\max} \quad (11.9)$$

де $l_{\text{щ}}$ — розмір вихідної щілини дробарки першої стадії;

$R_{\max}$ - максимальний відносний розмір кусків (за даними Таблиця 11.2).

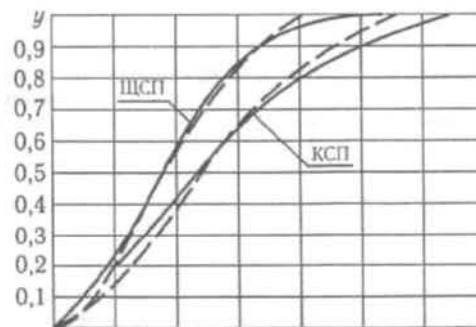


Рисунок 11.20 Графіки зернового складу продуктів подрібнення

ЩСП - шочкові дробарки; КСП - конусні дробарки

0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 x

За графіками залежності складу окремих фракцій від розміру вихідної щілини (див. Рисунок 11.20) визначають кількість щебеню певних фракцій після другої стадії подрібнення. Якщо кількість надмірного матеріалу становить понад 10 %, то організовують замкнений цикл.

Пропускна здатність дробарки в замкненому циклі має враховувати додаткове (циркуляційне) навантаження від матеріалу, що повертається до дробарки:

$$\Pi_{\text{п}} = \frac{\Pi_{\text{о}}}{1 - q} \quad (11.10)$$

де $\Pi_{\text{п}}$ — потрібна продуктивність дробарки, $\text{м}^3/\text{год}$;

Π_0 — потік матеріалу, що надходить до дробарки із проміжного грохота після першої стадії подрібнення;

q — циркуляційне навантаження, %.

Оскільки після повторного подрібнення матеріал рівномірно розподіляється на фракції, остаточно визначають гранулометричний склад продуктів подрібнення. До кількості готових фракцій щебеню, отриманих після другої стадії подрібнення, додають кількість готових фракцій щебеню, отриманих після першої стадії подрібнення і відокремлених на проміжному грохоті, і дістають остаточну кількість щебеню певних фракцій.

Згідно з технологічною схемою обирають грохоти.

У дробарці можуть бути надлишкові класи продуктів подрібнення, які наведено в Таблиця 11.2.

За графіками Рисунок 11.20 визначають значення y_{vi} та y_{ni} , також обчислюють коефіцієнт зернового складу $k_{fi} = y_{vi} - y_{ni}$.

Показники Рисунок 11.20 свідчать про те, що в кінцевому продукті завжди є певна кількість надлишкового класу продуктів ($B_{\text{над}}$), розмір яких перевищує розмір вихідного отвору дробарки. Помноживши отримані коефіцієнти зернового складу k_{fi} на погодинну продуктивність дробарки, дістають кількість матеріалу потрібних фракцій, а також кількість надлишкового матеріалу.

Якщо у складі продуктів подрібнення є понад 10 % надлишкового матеріалу, то встановлюють дробарку другої стадії подрібнення. За наявності в продукті розвантаження дробарки першої стадії готового щебеню понад 20 % перед дробаркою другої стадії встановлюють проміжний грохот і відбирають з потоку готову частину щебеню.

Кількість сит на кожному грохоті

$$n_c = n - 1 \quad (11.11)$$

де n — кількість отриманих фракцій щебеню.

Для проміжного грохочення, де матеріал розподіляється на дві фракції,

застосовують одно- або двоситові (з одним знятим ситом) грохоти. Для остаточного сортування та отримання певних фракцій щебеню призначені дво- і триситові грохоти.

Таблиця 11.2 Кількісні показники надлишкових класів подрібнених продуктів для різних видів дробарок

Матеріал	Вид дробарки							
	Конусна							
	Щокова		крупного подрібнення		середнього подрібнення		дрібного подрібнення	
	В _{над} ,	R _{max}	В _{над} ,	R _{max}	В _{над} ,	R _{max}	В _{над} ,	R _{max}
М'який	15	1,3	10 20	1.1	15	1,3...1,5	25 45	1,7...2,0
Середньої міцності	25 35	1,5	30	1,4	32	1,8...2,0	65	2,2...2,5
Твердий		1,7		1,6	50	2,4...2,6		2,7...3,0

Щоб дістати щебінь із певними розмірами, на грохоті встановлюють сита з квадратними отворами таких розмірів:

$$d_c = \frac{1.2 d}{\cos \alpha} \quad (11.12)$$

де d — граничний розмір фракції, що відокремлюється;

α — кут нахилу сита.

Якщо сита мають круглі отвори, то діаметр отворів слід збільшити в 1,25 раза. Згідно з розрахованими розмірами отворів установлюють сита зі стандартними отворами.

Вибір грохота залежить від площі сита. Для дво- та триситових грохотів визначають площу всіх сит.

При розрахунку враховують, що па нижнє сито надходить матеріал у кількості

$$\Pi_H = \Pi_r - \Pi_b \quad (11.13)$$

1.5.2 Щоківі дробарки

Щоківу дробарку вперше запропонував американський інженер Дж. Блек у 1858 р. її кінематика істотно не змінилася до цього часу. Основними робочими елементами дробарки є дві плити — щокі, одна з яких, як правило, нерухома. Матеріал подрібнюється завдяки періодичному зближенню дробильних щік. Вивантажується матеріал із дробарки під дією гравітаційних сил при віддаленні щік.

Щоків дробарка має такі основні розміри: ширину вхідного отвору B ; довжину камери подрібнення L ; висоту робочої камери нерухомої щокі H ; мінімальний розмір камери подрібнення в нижній частині l ; хід щокі S .

Типорозмір дробарки визначається шириною B , за якою оцінюють максимально можливу крупність кусків, що подрібнюються. Максимальний діаметр беруть

$D_{\max} = 0,85 B$. Існують такі залежності між висотою H , ходом S і шириною B :

$$H = (2,0 \dots 2,5)B; S = (0,03 \dots 0,04)B \quad (11.14)$$

Ці залежності можна використати при проектуванні дробарок. Індксація дробарок має літерну (вид дробарки) та цифрову (розміри вхідного отвору) частини. Наприклад, дробарка ЩКП 900 х 1200 означає: щоків (Щ) крупного (К) подрібнення (П) з розмірами вхідного отвору 900 (В) па 1200 (Г) мм. Найпоширеніші дев'ять типорозмірів дробарок. Вагомою ознакою дробарок є їхня класифікація за характером хитання рухомої щокі. За цією ознакою щоківі дробарки поділяють на дробарки з простим і складним хитанням щокі.

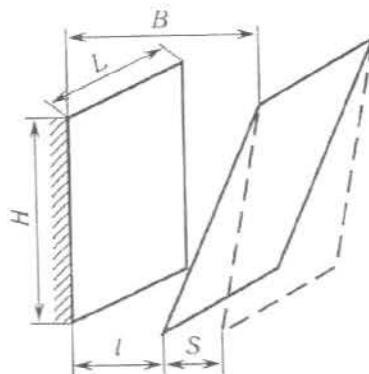


Рисунок 11.21 Геометричні розміри дробарки

Дробарка з простим хитанням щоки на Рисунок 11.22 складається із зварного корпусу 1, в якому на підшійниках установлений ексцентриковий вал 7 з підвищеним на ньому шатуном 8. Нижній кінець шатуна має спеціальні гнізда, в які вільно вставлені кінці розпірних плит 12 і 13. Протилежний кінець розпірної плити 13 встановлений у гніздо рухомої щоки яку підвішено на осі 5. Кінець плити 12 впирається в клиновий упор регульованого пристрою 9. Тяга 11 і пружина 10 забезпечують зворотний рух рухомої щоки і утримують від випадання розпірні плити. До нерухомої 2 і рухомої 3 щік прикріплюють дробильні плити 4 з вертикальним рифленням. Робочі поверхні дробильних плит і бокові стінки корпусу дробарки утворюють камеру подрібнення.

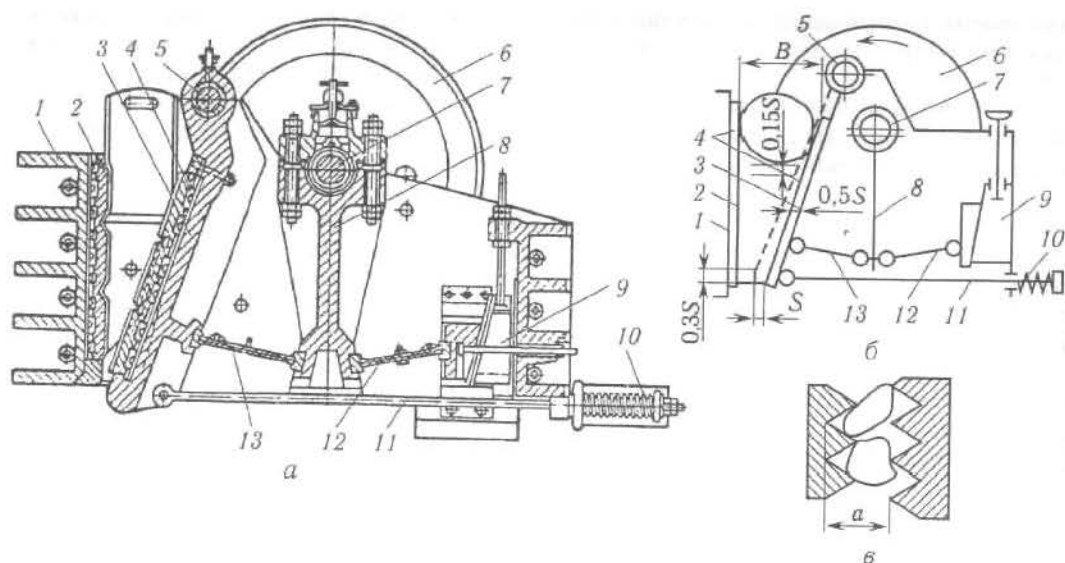


Рисунок 11.22 Щокова дробарка з простим хитанням щоки

а - конструкція; б - схема; в - схема розміщення плит

Дробильні плити встановлюють так, щоб виступи однієї були навпроти западин іншої (Рисунок 11.22, в).

Привід дробарки складається з електродвигуна і багаторядної клинопасової передачі з масивним шківом — маховиком 6.

Працює дробарка так. При обертанні ексцентрикового вала шатун здійснює зворотно-поступальні рухи у вертикальній площині, а рухома щока приводиться в хиткий, подібно до маятника, рух, тобто траєкторія руху точок

рухомої щоки є частиною дуги кола. За один оберт ексцентрикового вала рухома щока, наближаючись до нерухомої, здійснює робочий хід подрібнення матеріалу, а при віддаленні від нерухомої — холостий хід, під час якого подрібнений матеріал випадає крізь вихідну щілину.

Для забезпечення пуску дробарок, а також пуску під завалом у нових конструкціях застосовують допоміжний привід на Рисунок 11.23. Він складається з електродвигуна малої потужності 4, зубчастого редуктора 3 з великим передаточним числом, обгінної муфти 2, з'єднаної з валом головного двигуна 1. Пуск дробарки здійснюється допоміжним приводом. Після цього вмикається головний двигун, а допоміжний — автоматично вимикається.

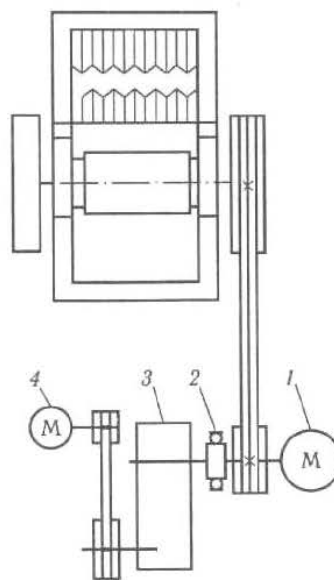


Рисунок 11.23 Схема допоміжного приводу

Режим роботи дробарки змінюється регулюванням вихідної щілини за допомогою клинового чи іншого за конструкцією регулювального пристрою. Вихідну щілину вимірюють між вершиною та западиною дробильних плит у момент найбільшого віддалення рухомої щоки. Ширина вихідної щілини для дробарок середнього подрібнення становить 40... 120 мм і для дробарок крупного — 100...250 мм. Як зазначалося (див. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), для щоккових дробарок з простим хитанням щоки найхарактернішим видом руйнування є роздавлювання і розколювання. Тому їх застосовують для крупного та середнього подрібнення твердих порід на первинній стадії

подрібнення.

Дробарка зі складним хитанням щоки (рис. 3.6, а, б) за конструкцією простіша від дробарки з простим хитанням і має меншу масу.

У дробарці немає шатуна, а рухома щока 1 прикріплена безпосередньо до ексцентричної частини привідного вала 2. У нижній частині щоки з'єднана розпірною плитою 5 з маточиною машини через клиновий регулювальний механізм 4. Дробарка має також замикальний пристрій 3.

У такій дробарці траєкторія хитання рухомої щоки — замкнена еліптична крива, з мінімальною різницею осей еліпса у верхній частині щоки і максимальною — у нижній. Зміна характеру хитання рухомої щоки змінює схему навантажень на матеріал, який руйнується під дією стискальних і зсувних сил. Одночасна дія зсувних сил інтенсифікує робочий процес. Окрім того, наявність дотичних сил, які діють на подрібнюваний матеріал, сприяє його вивантаженню.

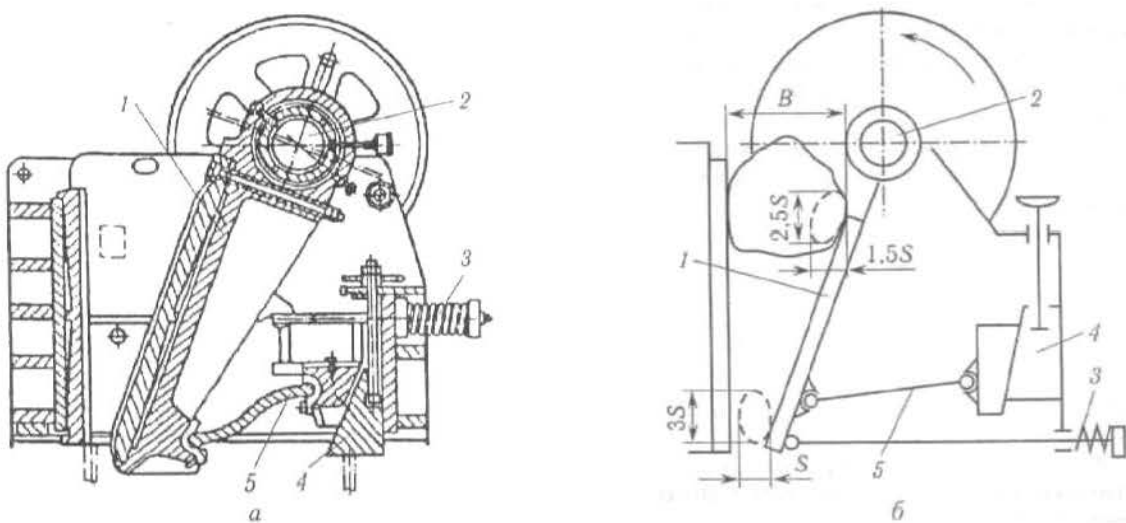


Рисунок 11.24 Щокова дробарка зі складним хитанням щоки

а — конструкція; б — схема

Якщо порівняти розглянуті конструкції машин, то можна зазначити таке.

1. Дробарки зі складним хитанням щоки мають багато переваг: компактніша і простіша конструкція; робочий хід становить приблизно $4/5$ оберту привідного вала, що підвищує продуктивність і зрівноваженість рухомих частин; менші габаритні розміри і потужність привідного двигуна; продукт

подрібнення має більш округлу форму.

2. Дробарки з простим хитанням щоки мають свої переваги: менше спрацювання бронзових плит, більша можливість подрібнення крупних кусків породи.

3. Загальний недолік щоківних дробарок — циклічність у роботі (наявність робочого та холостого ходів). Окрім цього, щоківні дробарки відрізняються значною енергоємністю процесу. При мінімальній ширині вихідної щілини питома потужність дробарок із простим хитанням щоки становить $1,2 \dots 4,6 \text{ кВт} / (\text{м}^3 \cdot \text{год})$ і зі складним — $0,9 \dots 4,6 \text{ кВт} / (\text{м}^3 \cdot \text{год})$, в 2 — 4 рази перевищує енергоємність дробарок інших типів.

1.5.3 Конусні дробарки

Конусні дробарки застосовують для крупного (ККП), які забезпечують ступінь подрібнення $i = 5 \dots 8$, середнього (КСП) і дрібного (КДП) при $i = 20 \dots 50$ подрібнення. Камера подрібнення конусних дробарок утворена поверхнями зовнішнього нерухомого та внутрішнього рухомого зрізаних конусів (Рисунок 11.25). При зближенні внутрішнього (дробильного) конуса з поверхнею нерухомого конуса подрібнюється завантажений матеріал. Розвантажується готовий продукт крізь кільцеву щілину під дією власної ваги при віддаленні конусів на відстань $l + S$. Матеріал руйнується під дією стискальних, стиральних і згинальних навантажень. Кути α_1 і α_2 при вершинах твірних конусів незначні, причому нерухомий конус повернуто великою основою догори, а рухомий — донизу на Рисунок 11.25.

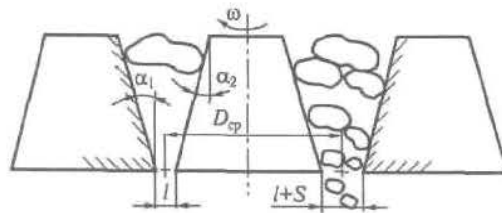


Рисунок 11.25 Схема камери подрібнення конусної дробарки

Такий профіль подрібнювального простору дає змогу завантажувати в дробарку матеріал великих розмірів. Наприклад, для дробарок крупного

подрібнення матеріал може потрапити в камеру подрібнення крупністю 1300 мм. Конусні дробарки бувають з крутим і пологим конусами. Перші використовують для крупного подрібнення, а другі, як правило, для середнього та дрібного.

Схему конусної дробарки крупного подрібнення запропонував інженер Роттер 1869 р. Уперше її виготовила (1880 р.) фірма «Аліс-Чалмерс» (США).

Конусна дробарка крупного подрібнення на **Рисунок 11.26** (ККП) з верхнім підвісом вала на складається з основи 1, середньої 2 та верхньої 3 секцій, траверси 5, на якій розміщений вузол підвісу 9.

Внутрішня поверхня нерухомого конуса й лапи траверси футерована змінними плитами 4 і 6 із зносостійкої сталі. На головному валу 8 жорстко закріплений рухомий конус 10, футерований змінними секціями 7. Ексцентрикова втулка 11, встановлена у стакані 15, приводиться в рух (обертання) від шківів пасової передачі 14 через вал 13 і зубчасту конічну передачу 12.

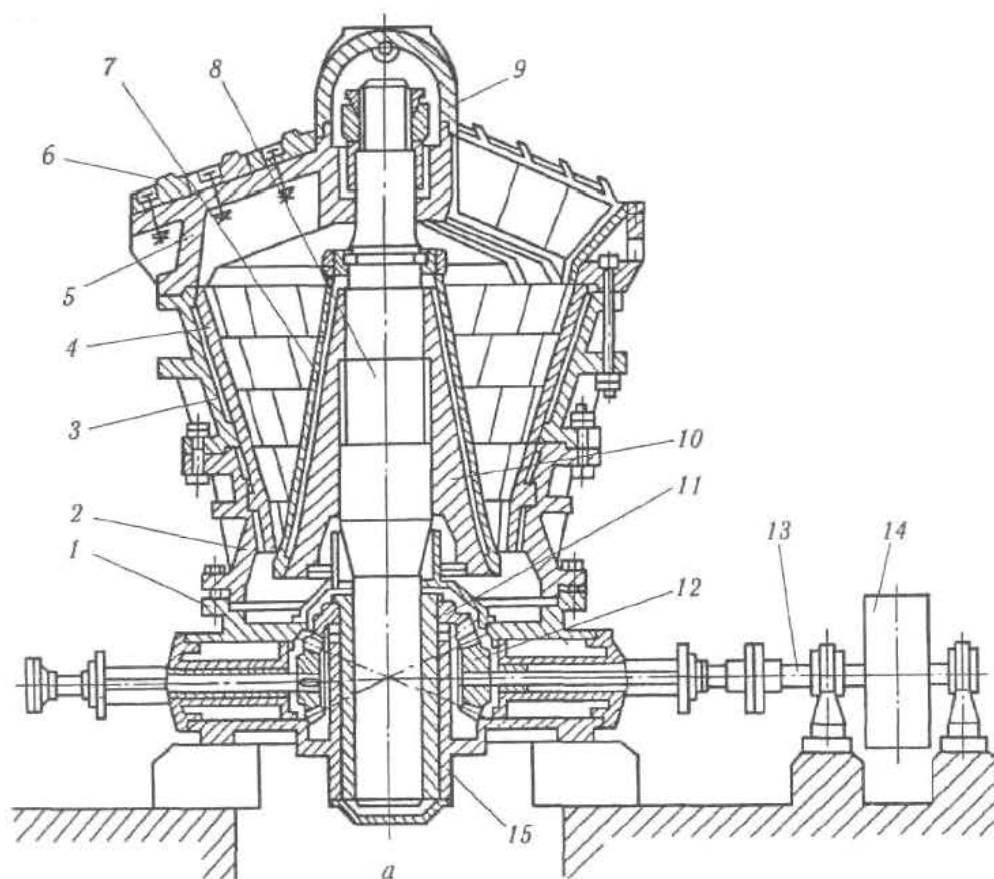


Рисунок 11.26 Конусна дробарка крупного подрібнення

Втулка має похилу циліндричну розточку, ексцентричну відносно вертикальної осі дробарки, на яку вставляється нижній кінець вала конуса і, отже, його вісь окреслює конічну поверхню з вершиною в точці підвішування.

Вузол підвісу конуса на **Рисунок 11.27** складається із нерухокої втулки / і опорної шайби 2, на яку спирається конусна втулка 3, закріплена на валу за допомогою обойми 4 і розрізної гайки 5. Закручуючи чи відкручуючи цю гайку, можна регулювати вихідну щілину. Щоб унеможливити самовідгвинчування, гайка фіксується шплінтом. Конусна втулка з'єднана з обоймою шинами. Від пилу та ударів вузол захищає ковпак 6. Під час роботи дробарки конусна втулка 3 своєю торцевою частиною обкатується по опорній шайбі 2, а конічною поверхнею — по втулці .

Оскільки вал рухомого конуса обертається також навколо своєї осі, у вузлі підвісу втулка 3 ковзає по шайбі 2 і втулці 1. Деталі підвісу витримують значні навантаження, що, у свою чергу, спричинює великі контактні напруження з роботою в режимі напівсухого тертя. Тому до деталей підвісу ставляться особливі вимоги, зокрема їх виготовляють із підшипникової сталі з високою чистотою оброблення поверхні.

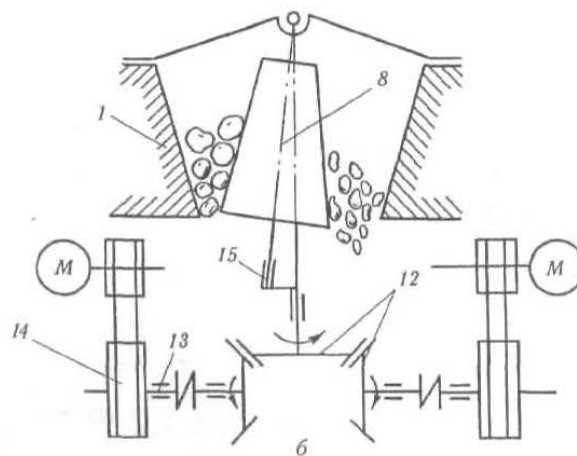


Рисунок 11.27 Схема конусна дробарка крупного подрібнення

Використання гідравлічних підп'ятників (Рисунок 11.28, б) дає змогу зменшити навантаження на нари тертя. Вертикальні навантаження передаються з вала конуса 7 через валок-пест 8 на плунжер 9. За допомогою цього пристрою можна оперативно регулювати вихідну щілину і швидко опускати й піднімати

рухомий конус для усунення заклинювання матеріалу в камері подрібнення і пуску дробарки під завалом.

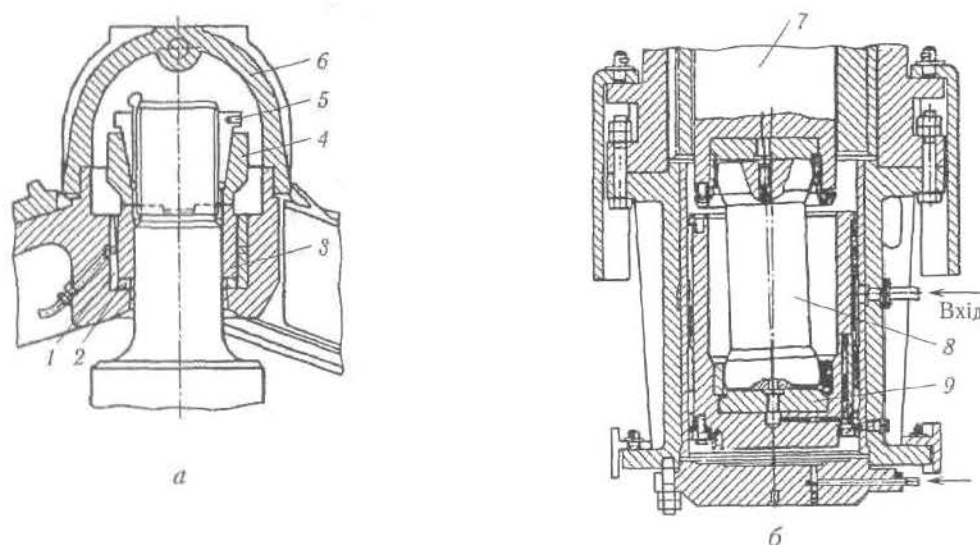


Рисунок 11.28 Вузли конусної дробарки

а — вузол підвісу конуса; б — опара рухомого конуса

У конусних дробарках крупного подрібнення (див. Рисунок 11.26), як і в щоккових, для виходу дробарки з-під завалу встановлюють допоміжний двигун.

Конусні дробарки середнього (КСП) і дрібного (КДП) подрібнення значно відрізняються від дробарок крупного подрібнення насамперед профілем камери подрібнення, який утворюється нерухомим розширеним донизу конусом, що сприяє отриманню рівномірного за крупністю продукту. Дробарки КСП і КДП використовуються на другій і наступних стадіях подрібнення твердих абразивних гірських порід. За конструкцією ці дробарки, як правило, однакові за винятком для регулювання ширини вихідної щілини камери подрібнення. Відмінність полягає в тому, що дробарки КСП мають менший розмір вихідної щілини та збільшену довжину паралельної зони подрібнення.

Дробарки середнього та дрібного подрібнення складаються із станини, опорного кільця, нерухомого та рухомого конусів, приводу й допоміжних пристроїв. Ширину вихідної щілини регулюють як вручну, так і за допомогою гідро циліндрів (у сучасних конструкціях машин). Дробарка з регулюванням ширини вихідної щілини гідро циліндрами на Рисунок 11.29 призначена для

отримання продукту розміром 3...20 мм із твердих абразивних гірських порід, граніту, базальтів, кварцитів та інших матеріалів.

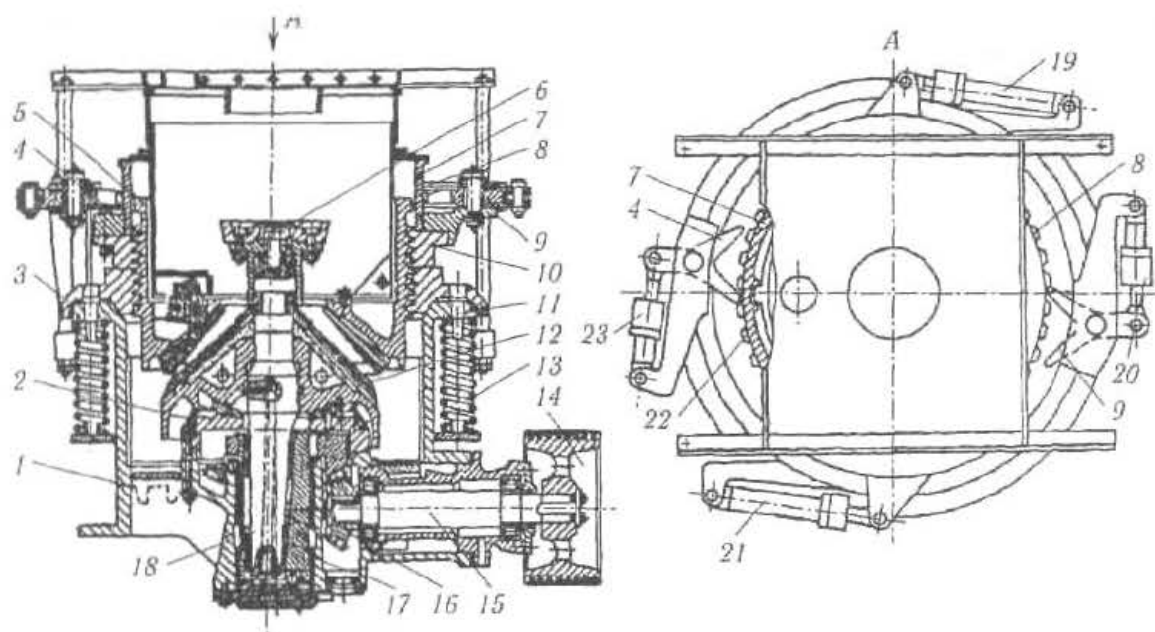


Рисунок 11.29 Конусна дробарка з гідравлічним пристроєм

Рухомий конус дробарки 2 встановлений у станині 1 на під'ятнику 12, а вал 18 рухомого конуса — в ексцентриковій втулці 17. У верхній частині рухомий конус має розподільну тарілку 6, що дає змогу рівномірно розподіляти матеріал у камері подрібнення. Корпус 5 нерухомого конуса виконаний з різьбою і виступом 22, який входить у паз корпусу 7 і з'єднаний різьбою з опорним кільцем 3, закріпленим на фланці 11 станини пружинами 13. Залежно від типорозміру дробарки таких пружин може бути 20 — 30. Привід дробарки 14 складається з клинопасової передачі, вала 15 і конічної зубчастої передачі 16.

Для регулювання вихідної щілини гідро циліндрами 19 і 21 відпускають контргайку 10, при цьому корпус 5 не обертається по різьбі опорного кільця 3, оскільки корпус 7, що з'єднаний з корпусом 5 виступом 22, стримується собачкою 4. Потім собачка 4 гідро циліндром 23 виводиться із зачеплення, а собачка 9 гідро циліндром 20 зчіплюється із зубчастим вінцем 8 і контргайка 10 з'єднується з корпусом 5. При обертанні контргайки 10 одночасно повертається корпус по різьбі кільця 3, змінюючи розмір вихідної щілини дробарки. Після закінчення регулювання собачка 9 виводиться із зачеплення, а собачка 4 входить

у зачеплення із зубчастим вінцем 8 і гідро циліндри 19 і 21 затягують контргайку 10.

Розрахунок основних параметрів конусних дробарок. Ступінь подрібнення дробарок з консольним валом становить 20 і більше залежно від довжини паралельної ділянки поверхонь рухомого і нерухомого конусів: у дробарок середнього подрібнення він менший (Рисунок 11.30, а), а в дробарок дрібного – більший (Рисунок 11.30,б).

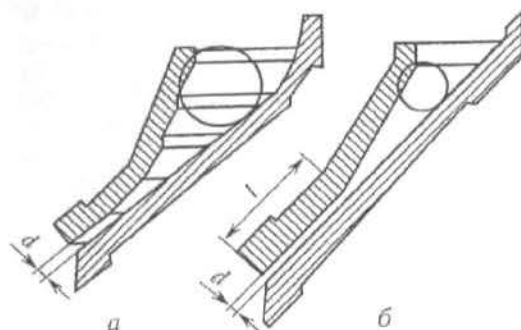


Рисунок 11.30 Переріз камери подрібнення конусних дробарок

а — середнього подрібнення; б— дрібного подрібнення конусних дробарок

Довжину паралельної ділянки розраховують так, щоб час переміщення матеріалу на цій ділянці дорівнював або дещо перевищував час, який витрачається на один оберт ексцентрикової втулки вала дробильного конуса. При цьому кожен кусок матеріалу, що дробиться, проходячи паралельну ділянку, зазнає дроблення не менше ніж один раз. У коротко конусних дробарках довжина рівнобіжної ділянки становить 16...17% більшого діаметра дробильного конуса.

Як зазначалося, умови подрібнення матеріалу в конусних дробарках аналогічні умовам подрібнення в щоккових, тому кут захвату а матеріалу в конусній дробарці також має бути меншим чи дорівнювати подвійному куту тертя ϕ , тобто $2\phi > \alpha$.

Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$, конусної дробарки з крутим конусом (Рисунок 11.30).

$$\Pi = \frac{3600\pi D_{cp}(e+r)2rk_p}{tg\beta_1 + tg\beta_2} \quad (11.15)$$

де D_{cp} - середній діаметр обертання рухомого конуса;

e - мінімальний розмір між зовнішнім і внутрішнім конусами;

r - радіус обертання рухомого конуса навколо вертикальної осі;

β_1, β_2 - кути між утворювальними і вертикальною осями відповідно рухомого і нерухомого конусів.

1.5.4. Валкові дробарки

Валкові дробарки призначені для середнього та дрібного подрібнення матеріалів різної міцності. Робочими органами валкової дробарки на Рисунок 11.31 є два паралельних циліндричних валки 2 і 4, що обертаються назустріч один одному. Кусок матеріалу, що надходить, захоплюється за рахунок тертя об поверхню валків і затягується в робочий простір, де і відбувається подрібнення. Поверхня валків буває гладенькою, рифленою або зубчастою. Валки монтують на станині 1 у підшипниках 3 і 6. Підшипники одного валка мають пружини 5, що стискаються при потраплянні в робочий простір металевго предмета. Внаслідок цього рухомий валок відсовується від нерухомого і предмет крізь збільшену щілину проходить між ними.

Частота обертання валків здебільшого однакова, проте є дробарки з різними частотами обертання валків. Їх застосовують для подрібнення м'якого та вогкого матеріалу. Різниця у частотах обертання валків коливається в межах 14...20 %.

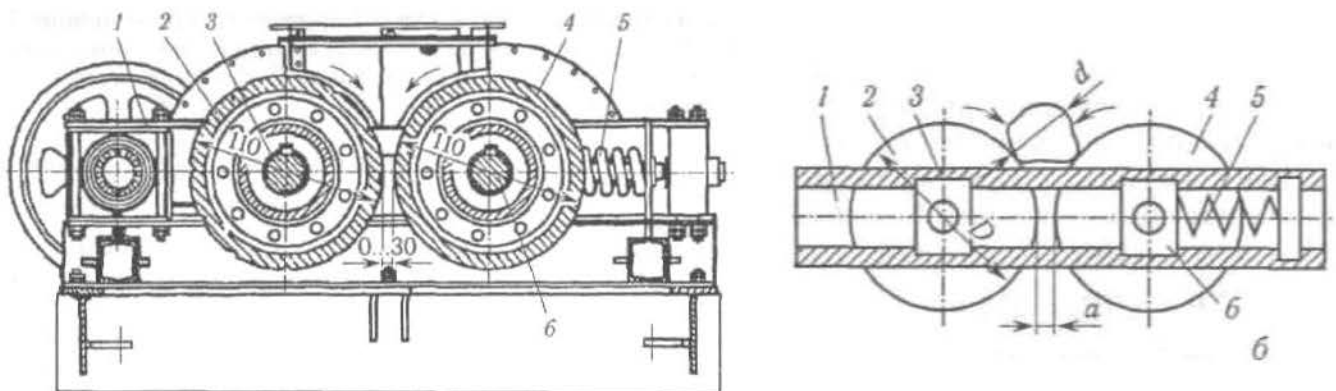


Рисунок 11.31 Валкова дробарка

а — конструкція; б — схема

Залежно від частоти обертання валків розрізняють швидкохідні та тихохідні дробарки.

У швидкохідних дробарках колова швидкість валків становить 4...7 м/с, у тихохідних 2...3 м/с. У таких дробарках кожному валку надається обертання від електродвигуна через пасову або зубчасту передачу. У тихохідних дробарках обертання валка передається від одного електродвигуна через пасову передачу на один валок, а через додаткову зубчасту—на другий. При цьому зубці коліс повинні мати збільшену довжину для запобігання виходу із зачеплення при стисненні запобіжних пружин.

Діаметр валків 400...1000 мм. Довжина валків при переробленні порід високої міцності має бути 0,3...0,7 їх діаметра. Найменше значення довжини валка беруть для крупних дробарок.

У дробарках для перероблення м'яких порід довжина валків становить 1,5...2,5 їх діаметра.

Ступінь подрібнення порід середньої та високої міцності у двовалкових дробарках становить 3...4, а м'яких -10. Для підвищення ступеня подрібнення дробарки інколи виготовляють багатовалковими, але вони не дістали поширення через їх громіздкість і незручність в експлуатації.

Міцність матеріалів, що подрібнюються у валкових дробарках, не перевищує 70 МПа при рифлених валках і 130 МПа — при гладеньких.

Перевагами валкових дробарок є простота будови та надійність у роботі. Вони економічніші за питомою витратою електроенергії порівняно з конусними, що працюють у таких самих умовах.

До недоліків валкових дробарок належить невисока продуктивність, при цьому міцність подрібнюваного матеріалу обмежена.

Поверхня валків, спрацьовуючись, втрачає циліндричну форму, що погіршує якість подрібненого продукту. Тому валкові дробарки потребують безперервного та рівномірного живлення на всій довжині валка.

Застосовують валкові дробарки у пересувних подрібнювально-сортувальних установках, а також на стаціонарних підприємствах невеликих потужностей.

Розрахунок основних параметрів валкових дробарок. Розрахункові параметри цих дробарок такі: кут захвату; частота обертання валків; продуктивність; зусилля між валками; потужність.

На кусок матеріалу між валками з боку валків діють подрібнювальне зусилля роздавлювання F та спричинена ним сила тертя $F_T = f F$ Рисунок 11.32.

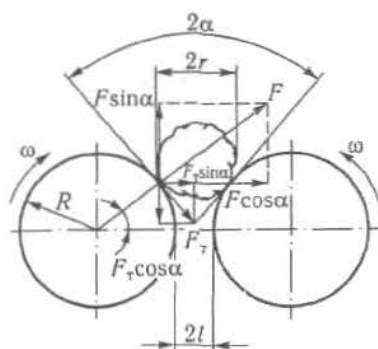


Рисунок 11.32 Схема для розрахунку параметрів валкової дробарки

Ці сили діють у точках дотику куска з валками. Кусок витягуватиметься в простір між валками, якщо сума сил, напрямлених униз, буде більшою за суму сил, напрямлених угору, тобто виконуватиметься нерівність

$$2F \sin \alpha < 2F_T \cos \alpha, \quad (11.16)$$

де F - сила, що діє на подрібнюване тіло і напрямлена нормально до обводу (поверхні) валка;

F_T - сила тертя каменя об валок, напрямлена по дотичній до обводу (поверхні) валка.

Перепишемо формулу (11.16) з урахуванням, що $F_T = f F$:

$$F \sin \alpha \leq f F \cos \alpha, \quad f \geq \tan \alpha. \quad (11.17)$$

Після заміни коефіцієнта тертя f тангенсом кута тертя γ , що дорівнює йому за значенням, дістанемо

$$\operatorname{tg} \gamma \geq \operatorname{tg} \alpha, \alpha \leq \gamma. \quad (11.18)$$

Для валкових дробарок кутом захвату є кут, що утворюється дотичною до валків у точках прилягання кусків матеріалу. Із схеми (див. Рисунок 11.32) бачимо, що цей кут дорівнює 2α , тоді справедливо, що кут захвату має бути меншим за подвійний кут тертя

$$2\alpha < 2\gamma. \quad (11.19)$$

Із розрахункової схеми (див. Рисунок 11.32) випливає, що

$$\cos \alpha = \frac{R+e}{R+r} = \frac{D+2e}{D+d}, \quad (11.20)$$

звідки

$$\frac{D}{d} = \frac{\cos \alpha - \frac{2e}{d}}{1 - \cos \alpha} \quad (11.21)$$

де $D = 2R$ – діаметр валка; $d = 2r$ – діаметр каменя; $2e$ – відстань між валками.

При найсприятливішому куті захвату $\alpha = 18^\circ$ і ступені подрібнення у валкових дробарках з гладкими валками $i = 4$, тобто $2e/d = 4$, дістанемо $d = D/18$.

Максимальну частоту обертання валків визначають за емпіричною формулою

$$n_{\max} = 616m \sqrt{\frac{f}{100\rho Dd}} \quad (11.22)$$

де f – коефіцієнт тертя матеріалу, що подрібнюється, об валок;

ρ – щільність подрібнюваного матеріалу, кг/м^3 ;

D – діаметр валка, м;

d – діаметр подрібнюваного матеріалу, м.

Коефіцієнт $m = 0,4 \dots 0,7$ (чим більше значення D , d і ρ , тим менше значення m).

Продуктивність валкових дробарок з гладенькими валками визначають із припущення, що з дробарки виходить суцільна стрічка готового продукту перерізом $S = 2eL$ зі швидкістю $v = \omega D/2$.

Тоді продуктивність

$$\Pi = \frac{3600L\omega 2eDk_p}{2} \quad (11.23)$$

або

$$\Pi = 3600 L \omega e D k_p \quad (11.24)$$

де L - довжина валка, м;

D - діаметр валка, м;

$2e$ - відстань між валками, м;

ω - кутова швидкість валків, рад/с;

k_p - коефіцієнт, що враховує ступінь використання ширини валків і розпушення матеріалу (при подрібненні твердих порід $k_p = 0,2..0,3$, для вологих матеріалів $k_p = 0,4..0,6$).

1.5.5 Дробарки ударної дії

Робота дробарок ударної дії ґрунтується на принципі руйнування матеріалу, який надходить до дробарки, механічним ударом робочих органів, що обертаються, та подрібнення відкинутих кусків матеріалу об відбійні плити й колосники, встановлені всередині камери подрібнення.

Дробарки ударної дії призначені для крупного, середнього та дрібного подрібнення малоабразивних крихких матеріалів міцністю до 200 МПа (вапняк, доломіт, мармур тощо). Основним вузлом дробарки ударної дії є ротор, який має велику масу (до 20 тис. кг) і колову швидкість (20... 80 м/с), що забезпечує ефективне подрібнення матеріалу. Основні параметри дробарок — діаметр D і довжина L ротора — входять в умовні позначення їх. Так, роторна дробарка крупного подрібнення з діаметром 2000 мм і довжиною ротора 1600 мм має позначення ДРК20х 16, а молоткова дробарка з $D = 2000$ мм і $L = 2000$ мм - М20х20.

Дробарки ударної дії мають просту конструкцію, надійні в роботі, зручні в експлуатації, видають якісний продукт подрібнення за формою зерен. Енергоємність подрібнення в ударних дробарках нижча, ніж у розглянутих раніше. Недоліком цих дробарок є інтенсивне спрацювання робочих органів.

Дробарки ударної дії поділяють на дві групи: молоткові, в яких робочі

органи (молотки) шарнірно підвішені на диску-роторі, що обертається з великою швидкістю, та роторні, в яких робочі органи (била) жорстко закріплені па обертovому "роторі; у цьому разі сила удару по матеріалу зумовлена сумарною масою ротора та бил.

Молоткові дробарки бувають з одним і двома роторами, реверсивні та неревверсивні, з колосниковою решіткою та без неї.

Двороторні дробарки можуть бути з паралельним і послідовним розміщенням роторів. При паралельному розміщенні збільшується об'єм дробильного простору, що підвищує продуктивність дробарки, при послідовному — у першій камері відбувається «попереднє» крупне подрібнення матеріалу, а в другій — подрібнення матеріалу до потрібного розміру. У результаті зростають ступінь подрібнення та якість продукту.

Недоліком молоткових дробарок з одностороннім обертанням ротора є швидке спрацювання молотків з одного боку. Реверсивні дробарки дають змогу подовжити термін використання молотків за рахунок спрацювання їх з обох боків і збільшити міжремонтний цикл дробарок. Наявність колосникової решітки сприяє руйнуванню матеріалу, що міститься на ній, обертovими молотками.

Однороторна неревверсивна молоткова дробарка на Рисунок 11.33 складається з ротора корпусу 2, відбійної плити 6, відбійного бруса 7, двох колосникових решіток підвісної 8 і висувної 9. Обертання ротора, встановленого в роликотвих підшипниках 5, забезпечується електродвигуном 4 через пружну муфту 3.

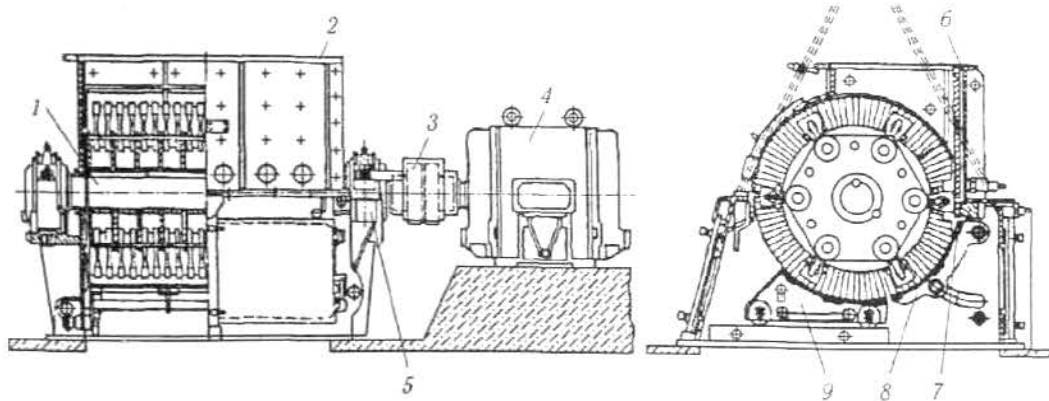


Рисунок 11.33 Молоткова дробарка

Корпус 2 зварний, має рознімання на осі ротора у горизонтальній площині. Рознімні частини станина і верхня частина скріплюються між собою болтами. Внутрішні стінки корпусу футеровані змінними плитами, виготовленими із зносоустійкого матеріалу. У верхній частині корпусу є два вертикальних рознімання для розкриття передньої та задньої стінок з метою заміни молотків, відбійного бруска і футерувальних плит.

Розрахунок основних параметрів молоткових дробарок складається з послідовного їх визначення.

Діаметр ротора

$$D_p = 3d + 0,55 \quad (11.25)$$

де d — максимальний розмір кусків вихідного матеріалу, м; критичний розмір куска, який може зруйнуватися, визначають за формулою

$$d_{kp} = \frac{230 \cdot 10^{-5} \sigma_p}{\rho v_p^{1.5}}, \quad (11.26)$$

де σ_p - границя міцності матеріалу на розтяг, Па;

ρ - щільність подрібненого матеріалу, кг/м³;

$v_p = 25 \dots 55$ - швидкість удару, що дорівнює коловій швидкості ротора, м/с.

Довжина ротора

$$L_p = (0.8 \dots 1.2) D_p \quad (11.27)$$

Довжина молотка (від осі підвісу до бойка)

$$L_M = (0,2 \dots 0,25) D_p. \quad (11.28)$$

Довжина бойка

$$L_\delta = 0,5 L_M \quad (11.29)$$

Продуктивність і енергія, затрачена на подрібнення матеріалу, залежать від фізико-механічних властивостей подрібнюваного матеріалу, частоти обертання молотків, їх маси, форми та кількості, а також від ступеня подрібнення.

Продуктивність, м³/с:

за умови $D_p > L_p$

$$\Pi = 1,66D_p^2 n \quad (11.30)$$

за умови $D_p < L_p$

$$\Pi = \Pi = 1,66D_p L_p^2 n \quad (11.31)$$

де n - частота обертання ротора, об/с;

D_p і L_p - відповідно діаметр і довжина ротора, м.

Потужність двигуна, кВт, визначають за емпіричною формулою

$$P = (350 \dots 540) \Pi i, \quad (11.32)$$

де Π - продуктивність, т/с;

i - ступінь подрібнення.

Роторні дробарки для крупного (ДРК), середнього (ДРС) та дрібного (ДРД) подрібнення відрізняються кількістю відбійних плит і співвідношенням розмірів ротора. Камера подрібнення у ДРК утворюється ротором і двома відбійними плитами, у ДРС — ротором і трьома плитами. Одну з найпоширеніших ДРК показано на Рисунок 11.34.

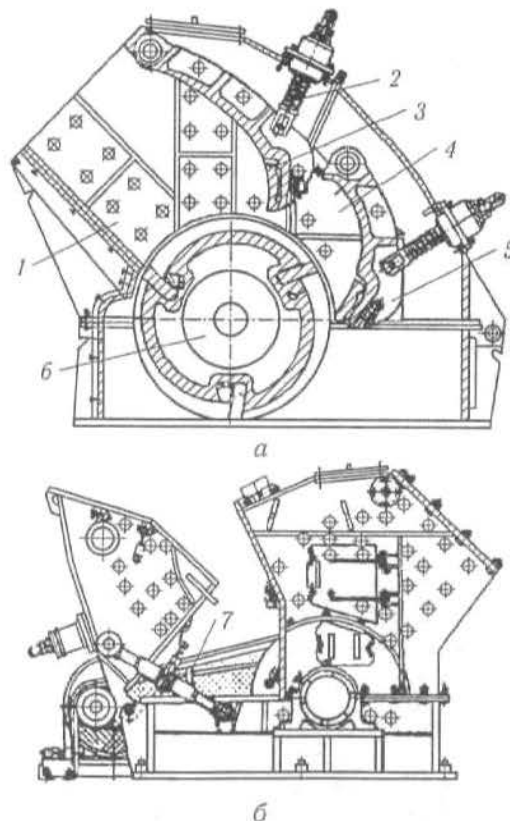


Рисунок 11.34 Однороторна дробарка для крупного подрібнення

а — розріз; б — зовнішній вигляд (з відкритим корпусом)

Вихідний матеріал надходить по лотоку 1 у зону обертання ротора 6, де ударяється билами. Камера подрібнення, утворена ротором, верхньою 3 і нижньою 5 відбійними плитами, облицьована змінними плитами 4. Для регулювання ступеня подрібнення відстань між нижніми кромками відбійних плит і билами змінюється за допомогою підпружинених тяг 2, які одночасно є механізмами захисту машини від поломок при потраплянні в дробарку матеріалів, що не дробляться. Верхня частина корпусу рознімна і складається з передньої і задньої частин. За допомогою домкрата 7 задня частина рухається на шарнірі, який з'єднує корпус із рамою 8, що відкриває доступ до робочих органів для їх огляду і ремонту.

РОЗДІЛ 2. Класифікація та основні властивості будівельних матеріалів і виробів

2.1. Класифікація будівельних матеріалів

У будівництві застосовують велику кількість матеріалів, яку розділяють на окремі групи, тобто класифікують.

За призначенням:

- *конструктивні* (цегла, камінь, залізобетонні вироби тощо), які сприймають і передають навантаження;
- *теплоізоляційні*, які захищають від холоду і тепла (шлаковата, скловата, шлак);
- *гідроізоляційні* для захисту від проникання води (толь, руберойд, бітум);
- *акустичні* - звукопоглинаючі (шлак, мінеральна вата);
- *герметизуючі* для закладання стиків (пакля, пінка монтажна професійна);
- *оздоблювальні* (розчин, облицювальна плитка, фарба);
- *покрівельні* (шифер, черепиця);
- *для підлоги* (паркет, лінолеум, дошки);
- *спеціальні* (вогнестійкі, кислотостійкі);
- *матеріали загального користування* (цемент, вапно, гіпс, дерево).

За технологічними та експлуатаційними ознаками:

- *природні кам'яні* (бутовий камінь, щебінь, пісок);
- *керамічні* - матеріали з перепаленої глини (цегла, облицювальна плитка, черепиця);
- *скло і склопакети*;
- *неорганічні в'язучі або мінеральні* (цемент, вапно, гіпс);
- *будівельні розчини*;
- *штучні кам'яні матеріали* (бетон, залізобетон);
- *штучні невипалені кам'яні матеріали* (силікатна цегла, гіпсоплити);
- *лісні матеріали і вироби* (круглий ліс, пиломатеріали, столярні вироби);
- *полімерні матеріали* (лінолеум, полістирольні плитки, ПВХ);
- *металеві матеріали* (арматура, дріт);

- *органічні в'язучі* (бітум, казеїн);
- *лакофарбові матеріали* (малярні фарби, шпаклівки).

За походженням:

- *природні* (деревина, камінь);
- *штучні* (цемент, скло, цегла, плитка облицювальна).

Матеріали, застосовані при виконанні малярних робіт, можуть бути поділені на:

- *зв'язуючі* (клей, вапно, оліфа);
- *готові лакофарбові суміші*;
- *пігменти* (кольоровий порошок);
- *допоміжні* (мідний купорос, спирт, наждачний папір, наповнювач тощо).

2.1.1.Відомості про будову матеріалів та їх класифікація

Властивості матеріалів залежать від внутрішньої будови речовини, з якої вони складаються. Всяка речовина складається з великої кількості *молекул*. Молекула простої речовини складається з одного або декількох *атомів* одного елемента, а складних - із атомів декількох елементів. В одному м³ повітря, наприклад, міститься стільки молекул, що ланцюжком ними можна оперезати земну кулю 200 разів. Залежно від взаємного розташування атомів, молекул або їх груп розрізняють аморфні і кристалічні речовини. *Аморфні речовини* характеризуються хаотичним розташуванням атомів або молекул і вони менш міцні (наприклад, смоли). *Кристалічні речовини* більш міцні, оскільки молекули розташовані в певному порядку. Більшість природних і штучних кам'яних матеріалів представляють собою кристалічні тіла. У твердому тілі будівельного матеріалу є ділянки, які не заповнені речовинами даного тіла - *пори*, в яких знаходиться повітря або рідина. Розрізняють матеріали *мало-пористі* (керамічні плитки) і *великопористі* (пінопласт). Крім пор, у виробках бувають *пустоти* - простір між кусками дрібчастих матеріалів. Залежно від будови матеріалів і властивостей їх класифікують за окремими групами.

Фізичні властивості характеризують особливості фізичного стану матеріалу і здатності його реагувати на зовнішні фактори, що не впливають на хімічний склад

матеріалу.

Механічні властивості вказують на здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією зовнішніх навантажень.

Хімічні властивості матеріалів характеризують здатність матеріалу до хімічних перетворень (реакції) при взаємодії з іншими речовинами.

Технологічні властивості визначають здатність матеріалу піддаватись технологічній переробці: полірувальність, по-дрібнювальність, оброблювальність, формувальність тощо.

Спеціальні властивості: декоративні (колір, фактура), акустичні (звукопоглинання), електропровідність, радіаційна непроникність тощо.

Експлуатаційні властивості характеризують здатність матеріалу чинити опір руйнівній дії зовнішніх факторів: атмосферо- та повітростійкість, корозійна стійкість тощо.

За своїм фізичним станом всі тіла поділяються на *тверді, рідкі й газоподібні*.

Всі матеріали повинні відповідати вимогам *стандартів*.

2.1.2. Фізичні властивості

Властивості будівельних матеріалів визначають їх якість і галузь застосування. Під *властивістю* прийнято розуміти здатність матеріалу певним чином реагувати на окремий, або діючий разом з іншими, зовнішній або внутрішній фактор.

До фізичних належать наступні властивості.

Густина матеріалу або речовини - це маса одиниці його об'єму. *Справжня густина, ρ* - це маса одиниці об'єму твердої речовини (без шпар та пустот); її обчислюють у г/см^3 , кг/м^3 , т/м^3 за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V_{ТВ}} \quad (12.1)$$

де m - постійна маса матеріалу;

$V_{ТВ}$ - абсолютний об'єм матеріалу (без пор), який визначається так.

Одержаний порошок матеріалу засипають у спеціальний прилад, заповнений інертною рідиною (бензином), і за об'ємом витиснутої рідини встановлюють

"абсолютний" об'єм матеріалу. Для рідких будівельних матеріалів густину визначають за допомогою ареометра, занурюючи його в рідину й фіксуючи за шкалою показник густини.

Середня густина або *об'ємна маса*, а для насипного матеріалу - *насипна щільність* визначається відношенням маси тіла (m) до всього об'єму V (з порами та пустотами) і визначається за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V} \quad (12.2)$$

Пори - це замкнуті або сполучені між собою чарунки в матеріалі, заповнені повітрям або водою.

Іншими словами, маса кубика 1 см х 1 см х 1см в стиснутому стані (без пор) - це *справжня густина*, а в природному стані (з порами) - це *об'ємна маса*. Об'єм для зразків правильної геометричної форми визначається звичайним вимірюванням, а неправильної форми (після покриття тонким шаром парафіну або повного насичення водою) - в об'ємометрі за об'ємом витісненої інертної рідини.

Відносна густина дорівнює відношенню густини матеріалу до густини, наприклад, води, для якої ρ_B — 1000 кг/м³. У Таблиця 12.1 наведено числові значення густини та об'ємної маси деяких будівельних матеріалів.

Таблиця 12.1 Густина матеріалів					
Матеріали	Справжня густина, ρ	Об'ємна маса, кг/м ³	Пористість в %, P	Водопоглинання в %	Коефіцієнт теплопровідності Ккал/м.ч.град. λ
1	2	3	4	5	6
граніт	2650...2800	2600...2800	0,2...0,8	0,2...0,7	2,8...3,0
сталь	7800...7850	7800...7850	0	0	50...60
пісок	2650	1450...1600 (насипна)	40...45	0,1...0,5	0,75
бетон	2600...2700	2000...500	5...85	5...70	1,3...0,25
цегла керамічна	2650...2700	1600...1800	25...35	8...20	0,8...0,9
сосна	1550	400...900	61...65	132...59	0,15
пінопласти	900...1200	15...75	96...98	100	0,05...0,07

гіпс		1000...1200			0,4
вапняне тісто		1300...1400			
негашене вапно (вапно – кипіла)		800...1100			
цемент		1100...1400			
розчин		1800...2000			0,9...1

Пористість - це ступінь заповнення об'єму будівельного матеріалу порами розмірами не більше 1...3 мм і обчислюється за формулою:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100\% \quad (12.3)$$

Пористі матеріали, як правило, характеризуються низькою міцністю та морозостійкістю, мають велике водопоглинання (з відкритими порами) і малу теплопровідність. Водопоглинання матеріалів із закритими порами менше.

Пустотність характеризується наявністю *порожнин {пустот}* у будівельних виробках між кусками даного матеріалу, сприяє зниженню маси будівельних конструкцій і поліпшує теплозахисні властивості. Пористість деяких матеріалів подана в таблиці 1.

Об'ємна маса і пористість мають великий вплив на міцність, водопоглинання, теплопровідність, морозостійкість і, отже, довговічність матеріалів.

Водопоглинання - це здатність матеріалу всмоктувати, утримувати вологу і визначається за формулами:

$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%, \quad (12.4)$$

$$W_0 = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{води}}} 100\%, \quad (12.5)$$

де m_2 , m_1 - маси матеріалів відповідно в насиченому водою та сухому стані, г;
 W_m , W_0 - водопоглинення відповідно за масою і за об'ємом, в %.

Насичені матеріали водою знижують міцність, морозостійкість і підвищують середню щільність і теплопровідність.

Водостійкість - це здатність матеріалу зберігати міцність

при зволоженні водою.

Вологість - визначається вмістом вологи в порах і на поверхні пор матеріалу в процентах.

Вологовіддача - це здатність матеріалу віддавати воду при зміні температури та вологості навколишнього середовища.

Водопроникність - це здатність матеріалу пропускати крізь себе вологу, яка характеризується коефіцієнтом фільтрації (K), який вимірюється в метрах за секунду і залежить від щільності матеріалу та його будови.

Паропроникність - це здатність матеріалу пропускати водяну пару. Стіни житлових будинків і лікарень мають "дихати", тобто бути досить проникними для водяної пари без її конденсації (цементна штукатурка внутрішніх приміщень зменшує паропроникність).

Гігроскопічність - властивості матеріалу поглинати вологу із повітря.

Гідрофобність - це здатність твердого тіла не змочуватись водою (відштовхувати воду), наприклад, парафін і бітум.

Морозостійкість - це здатність матеріалу в насиченому водою стані витримувати багаторазове наперемінне заморожування і відтавання без зниження міцності. Марки морозостійкості Г15, Г25, Г35, Г50, ..., Г500 показують кількість циклів заморожування і відтавання. При цьому вода в порах замерзає і збільшується в об'ємі, що спричиняє руйнування матеріалу. Тому пористі матеріали мають низьку морозостійкість.

Теплопровідність - це здатність матеріалу передавати теплоту від одної поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях. Чим менша об'ємна маса матеріалу, тим менша теплопровідність. Вологі матеріали мають більшу теплопровідність, ніж сухі.

Коефіцієнт теплопровідності води в 25 разів більше, ніж повітря, а льоду - в 4 рази більше, ніж води.

Термічна стійкість - це здатність матеріалу витримувати наперемінне нагрівання й охолодження без руйнування (шамот, базальт, клінкер), а термічно нестійкі - скло, граніт тощо. Теплопровідність кристалічних речовин вища, ніж

аморфних. Матеріали органічного походження мають меншу теплопровідність. Теплопровідність сосни вздовж волокон менше, ніж впоперек.

Теплоємність - це здатність матеріалу під час нагрівання поглинати теплоту (наприклад, печі).

Теплостійкість - це здатність матеріалу витримувати нагрівання до певної температури.

Вогнестійкість - це здатність матеріалу витримувати дію високої температури і не руйнуватись. За ступенем вогнестійкості будівельні матеріали поділяють на:

- *негорючі* - це вогнестійкі (цегла, бетон), вогнетривкі та термічно стійкі;
- *важкогорючі*, які тліють (поштукатурені дерев'яні конструкції);
- *горючі* (дерево).

Вогнетривкість - це здатність матеріалу витримувати тривалу дію високих температур. Вони поділяються на:

- *вогнетривкі*, що витримують температуру 1580°C і вище (шамот);
- *тугоплавкі*, що витримують температуру 1350...1580°C (тугоплавка цегла);
- *легкоплавкі* - з вогнетривкістю менше як 1350°C (цегла керамічна).

2.1.3. Механічні властивості будівельних матеріалів

Під дією навантажень у будівельних конструкціях можуть з'явитись тріщини або їх руйнування. Тому необхідно знати механічні властивості будівельних матеріалів (далі матеріалів). Такими властивостями є міцність, пружність, пластичність, хрупкість і твердість.

Міцність - це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією різних зовнішніх навантажень. У процесі експлуатації будівель і споруд матеріали найчастіше зазнають напружень *стискання* (рис. 1, а), *вигину* (б), *розтягу* (в) та *удару*.

Кам'яні матеріали добре працюють на стискання (а), а на розтяг (б) і вигин (в) в 10... 15 разів гірше. Тому їх застосовують здебільшого для стін, фундаментів, колон. Деревина, сталь і пластмаса добре працює на стискання і вигин, а тому застосовується в таких несучих конструкціях, як балки, ферми. Щоб бетон працював

добре на вигин чи розтяг, то в середину бетону вставляють арматуру, яка сприймає розтяг.

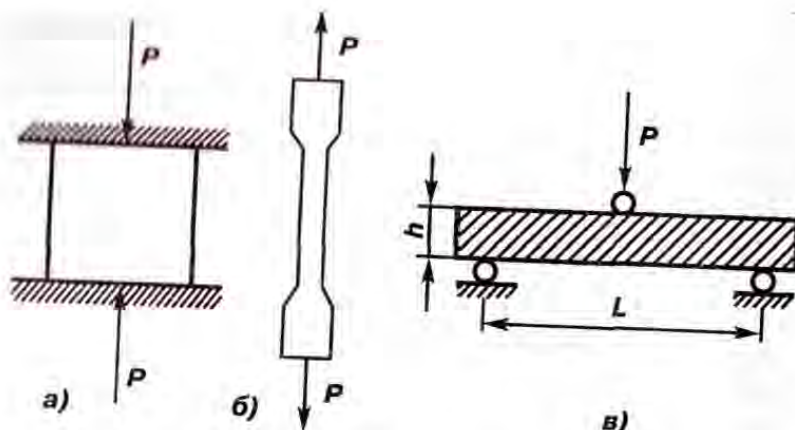


Рисунок 12.1 Види напруження

а - стискання; б - розтягу; в - вигину руйнування і визначають границю міцності

за формулою:

$$R_{Cm} = \frac{P_{\text{руйн.}}}{F} \text{ або } R_{Cm} = \frac{F_{\text{руйн.}}}{S(\text{площа})} \quad (12.6)$$

де $P_{\text{руйн.}}$ - руйнівне навантаження (сила Φ вимірювання в ньютонах (Н),

кілоньютонах (кН), меганьютонах (МН),

S - площа поперечного перерізу зразка до випробування, м^2 , см^2 .

Таблиця 12.2 Міцність будівельних матеріалів

Матеріали	Середня міцність, МПа, на		
	стискання	вигин	розтяг
Сталь	—	—	380...450
Граніт	100...250	14	8
Бетон важкий	15...80	0,5...10,0	1...4
Цегла керамічна	7,5...30	1,5...5,0	0,8...3,0
Сосна вздовж волокон	30...65	60...120	70...130
Склопластики	250...400	240...550	220...350

У старих підручниках міцність і марки подані в кгс/см² -му значення границі міцності і марок у кгс/см² в 10 більше, ніж у таблиці (у мегапаскалях). Міцність матеріалів можна визначати і нетрадиційним методом, наприклад, *ультразвуковим*. Чим більша об'ємна маса, тим більша міцність матеріалів. Внаслідок зволоження міцність багатьох матеріалів знижується. Під час експлуатації в конструкціях допускаються напруження, значно нижче за границю міцності матеріалів, тобто передбачається *запас міцності*.

Твердість - це здатність матеріалу чинити опір місцевим деформаціям, які виникають тоді, коли в нього проникають інші тверді тіла. При різній міцності твердість їх може бути однаковою. Твердість деяких матеріалів (бетону, деревини) визначають, вдавлюючи в зразки сталеву кульку і визначається за формулою, МПа:

$$HB = \frac{P}{F} \quad (12.7)$$

де *HB* - число твердості (за Брінеллем),

P - навантаження, (Н);

F - площа поверхні відбитка, (мм²).

Ступінь твердості мінералів визначають за шкалою порівняльної твердості Мооса, яка складається з десяти мінералів: *тальк* - 1; *гіпс* - 2; *кальцій* - 3; *плавиковий шпат* - 4; *апатит* - 5; *ортоклаз* - 6; *кварц* - 7; *топаз* - 8; *корунд* - 9; *алмаз* - 10.

Стираність - це здатність матеріалу зменшуватись за масою й об'ємом при дії стираючих зусиль і визначається за формулою:

$$C_T = \frac{m_1 - m_2}{F}, (\text{г/м}^2) \quad (12.8)$$

де *m₁*, *m₂* - маси зразка відповідно до й після стирання, г;

F - площа стиральної поверхні, м².

Значення стираності (г/м²):

граніт - 1...5;

керамічна плитка для підлоги - 2,5...3;

цементний розчин - 6...15.

Опір удару - це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією ударних

навантажень.

Пружність - це здатність твердого тіла деформуватись під дією зовнішніх сил і самочинно відновлювати початкову форму після припинення дії навантаження (пружина, гума).

Пластичність - це здатність матеріалу під дією зовнішніх сил змінювати свою форму без руйнування і зберігати після зняття навантаження (пластилін, глина).

Крихкість - це здатність матеріалу під впливом зовнішніх навантажень руйнуватись без попередніх пластичних деформацій (скло). Крихкість і пластичність матеріалів можуть змінюватись не лише під дією температури, а й зміною вологості (глина в сухому стані крихка, а в зволоженому (глиняне тісто) - пластична).

Повзучість - це здатність матеріалу при тривалому навантажуванні виявляти непружні деформації, які нарастають, наприклад, у бетоні при звичайних температурах, а в металі - при підвищених.

2.1.4. Хімічні властивості

Кислотостійкість - це здатність матеріалу чинити опір дії кислот, яка оцінюється втратою маси зразка матеріалу, витриманого в кислоті (бітум кислотостійкий, а цемент - ні).

Лугостійкість - це здатність матеріалу чинити опір дії лугів практично без руйнування (цемент лугостійкий, а лазур - не лугостійкий).

Токсичність - це здатність матеріалу в процесі виготовлення й особливо експлуатації за певних умов виділяти для здоров'я людини (отруйні) речовини, зокрема деякі полімерні матеріали виділяють отруйні речовини.

Розчинність - це здатність матеріалу розчинюватись у воді, олії, бензині та інших речовинах-розчинниках. Якщо олійна фарба в оліфі розчинюється - це добре, а якщо глина, штукатурка у воді розчинюється - це погано.

Корозійна стійкість - узагальнене поняття стійкості матеріалу до руйнування за спільної дії хімічних, електрохімічних, біологічних та інших процесів (метал іржавіє і втрачає міцність).

2.2. Матеріали загального користування

2.2.1 В'яжучі матеріали і добавки до них

Класифікація в'яжучих та їх призначення. В'яжучі скріплюють (зв'язують) між собою неорганічні (мінеральні) або органічні заповнювачі і наповнювачі, утворюючи моноліт (будівельний розчин, бетон або мастику). Розрізняють в'яжучі органічні (бітум дьоготь, полімери) і *неорганічні (мінеральні)*, до яких належать цемент, вапно, гіпс, глина.

Неорганічні в'яжучі речовини, змішані з водою, утворюють тісто, здатне переходити в каменеподібний стан, за винятком магнезійних і кислотривких в'яжучих. Неорганічні в'яжучі і речовини залежно від умов тверднення поділяють на повітряні, гідравлічні та в'яжучі автоклавного тверднення.

Повітряні в'яжучі речовини можуть тверднути й тривалий час зберігати міцність лише на повітрі (гіпс, повітряне вапно, ГЛИНа, магнезійні в'яжучі і рідке скло). Їх застосовують у сухих місцях.

2.2.2. Неорганічних в'яжучих речовин

Питання на розгляд:

1. Визначення і класифікація неорганічних в'яжучих матеріалів.
2. Повітряні в'яжучі матеріали. Технологія виготовлення, вплив високих температур на властивості твердих будівельних розчинів.
3. Гідравлічні в'яжучі матеріали. Технологія виготовлення, вплив високих температур на властивості твердих будівельних розчинів.

Неорганічні в'яжучі речовини – це матеріали, які при змішуванні з водою або розчинами солей, лугів та кислот утворюють пластичну тістоподібну речовину, яка з часом, в результаті фізико-хімічних процесів переходить у твердий стан. В'яжуча речовина скріплює між собою камені, зерна піску, гравію, щебня. Завдяки даній властивості, в'яжучі речовини використовують для виготовлення бетонів, будівельних розчинів, а також штучних необпалених кам'яних матеріалів.



2.2.3. Повітряне вапно

Повітряне вапно є продуктом помірного обпалу вапняків, які вміщують в себе не більш ніж 6 % домішок (доломіту, кварцу, глини, гіпсу). В результаті обпалу (при температурі 1000-1200°C) утворюється продукт білого кольору, який називається негашене комове вапно. Залежно від характеру подальшої обробки розрізняють такі види повітряного вапна: негашене мелене вапно, гашене (гідратне) вапно, вапнякове тісто, вапнякове молоко. $\text{CaCO}_3 + \text{T}^\circ\text{C} (1000-1200^\circ\text{C}) \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$, де CaO – негашене вапно, має шпаристу структуру.

Мелене негашене вапно транспортують у герметично закритих металевих контейнерах або мішках. Зберігати його можна не більше як 15 діб на сухих складах, оскільки внаслідок поглинання вологи з повітря воно втрачає в'язучі властивості. При поливі водою відбувається гашення вапна за реакцією: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Q}$, де Ca(OH)₂ – гашене вапно. Залежно від того, скільки води витрачається для гашення, отримують три різні продукти:

- якщо кількість води становить біля 70 % від маси вапна отримують гідратне вапно (вапно– пушонку), яке збільшується в об'ємі в 2...3,5 рази і має

насищену густину 400...450 кг/м³;

- якщо кількість води при гашенні досягає 200...250% від маси вапна, то утворюється пластичне вапнякове тісто;

- при витраті ще більшої кількості води утворюється вапнякове молоко.

Твердіння вапнякових розчинів обумовлюється випаровуванням води, а також карбонізацією поверхні розчину на деяку глибину: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}\uparrow$ Вапно використовується для виготовлення будівельних розчинів в суміші з піском або іншими заповнювачами, так як чисте вапнякове тісто або молоко – залежно від кількості води, розтріскується із-за великої усадки. Вапно, крім виготовлення будівельних розчинів використовується для виробництва силікатної цегли і силікатних бетонів і в якості в'язучого для вапняних фарб.

При дії високих температур на тверді вапнякові розчини відбувається їх дегідратація (відщеплення води) і дисоціація (розкладання) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{580^\circ\text{C}} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{900^\circ\text{C}} \text{CaO} + \text{CO}_2$ CaO – речовина, схильна до сторічної гідратації, при цьому збільшуючи свій об'єм і руйнуючи вапняковий твердий розчин. Значне зниження міцності твердого вапнякового розчину спостерігається вже при температурі 500 - 600°C. При температурі 900°C розчин повністю втрачає міцність.

2.1.3. Будівельний гіпс

Будівельний гіпс є повітряним в'язучим, яке отримують завдяки термічній обробці природного гіпсового каменю. При температурній обробці природний двоводяний гіпс розпадається по реакції: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 1.5\text{H}_2\text{O}$, де $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ – будівельний гіпс. Природний гіпсовий камінь складається з гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і домішок кварцу, кальциту, каолініту (глини). Якість тим вища, чим менше домішок. Можуть застосовуватись в якості сировини також глинисто–гіпсові породи і сульфатні відходи хімічної промисловості.

Залежно від температури термічної обробки гіпсові в'язучі поділяють на:

- низьковипалювальні (110...180 °C);
- високівипалювальні (600...1200 °C).

При отриманні низьковипалювальних гіпсових в'язучих основним є процес часткової дегідратації гіпсу. В умовних позначеннях вказується марка гіпсового в'язучого за міцністю, група по строкам тужавлення та тонкості помелу. Наприклад, Г-5 АІІ – гіпс марки Г5, швидкотвердіючий (А) середнього помелу (ІІ).

При змішуванні з водою (60-70 %) утворюється гіпсове тісто, яке швидко твердне: $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} + 1.5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ При висушуванні міцність гіпсу підвищується і може досягати 20 МПа. Сушать гіпсові вироби при температурі не більше 60–70°C. В перший період твердіння гіпс розширюється на 0,05...0,15 %, а при подальшому висиханні дає усадку. Здатність твердіючого гіпсу збільшуватися в об'ємі використовується при отриманні виливок різних архітектурних деталей. Для затверділого гіпсу характерні пластичні деформації під навантаженням (повзучість), особливо у зволоженому стані.

Будівельний гіпс застосовується для виробництва перегородкових плит і панелей, листів для обшивки стін і перекриттів (гіпсової сухої штукатурки), теплих звукоізоляційних плит, вентиляційних коробів, для штукатурних, ремонтних робіт і т.п. Гіпсові вироби можуть експлуатуватися при відносній вологості повітря не більше 60%. Водостійкість гіпсових виробів підвищується з введенням 5...25% вапна, гранульованого доменного шлаку, при додаванні деяких добавок, просоченні карбамідними смолами, кремнійорганічними рідинами і т. п.

При нагріванні гіпсового каменя починається його дегідратація з руйнацією структури та втратою міцності за реакцією: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

При 100°C міцність зменшується до 46% від початкової в гарячому стані і до 67% після охолодження. При підвищенні температури до 200°C міцність гіпсового каменя в гарячому стані знижується до 40% і в охолодженому до 51% від початкової. В інтервалі температур 200-300°C міцність гіпсу хоча і не змінюється, проте з'являються в великих кількостях волосяні тріщини. При 400°C міцність складає 39% в гарячому та 23% після охолодження від початкової. При 700°C міцність знижується до 0 в гарячому та зростає до 17% після охолодження.

Якщо температура і надалі зростатиме (близько 900°C) відбувається розпад сульфату кальцію за реакцією: $2\text{CaSO}_4 \rightarrow 2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$. Утворений окис

кальцію здатен до вторинної гідратації зі значним збільшенням об'єму, що і призводить до повного руйнування гіпсового каменя. Гіпс є дуже чутливим до нагрівання: при 100°C його міцність зменшується вдвічі. В той же час твердий гіпсовий камінь має дуже високі теплоізоляційні властивості.

РОЗДІЛ 3. Виробництво цементу та цементних виробів

3.1. Види цементів, їх характеристика і призначення

Цемент застосовувався єгиптянами і римлянами ще до нашої ери. Практично одночасно, після забуття (1824-1825 рр.), незалежно один від одного Єгор Челієв у Росії і Джозеф Аспдин одержали в'язуче, яке потім назвали портландцемент (англійський остров Портланд).

Портландцемент - це гідравлічна в'язуча речовина, яку одержують у результаті тонкого подрібнення випаленої до спікання (1450°C) суміші, що складається з вапняку (75%) і глини (25%). Спечений продукт (у вигляді гранул розмірами 10... 40 мм), з якого виготовляють портландцемент, називається *клінкером*. Під час помелу до клінкеру іноді додають активні мінеральні добавки (гіпс, пластифікатори тощо). Залежно від мінерального складу і структури клінкеру, тонкості помелу і вмісту активних добавок портландцементи бувають таких видів.

Швидкотверднучий портландцемент застосовують для ремонтних робіт і в зимових умовах.

Особливошвидкотверднучий (марки, наприклад, 500) у віці однієї доби має границю міцності на стиск 20...25 МПа.

Надшвидшвидкотверднучий цемент одержують тоді, коли до нього додають хлорид кальцію та велику кількість алюмініатів. Через 1 ...4 години, без теплової обробки, цей цемент набуває міцності, достатньої для розпалублення виробів.

Пластифікований портландцемент містить у собі пластифікуючі добавки, здатні надавати розчинам та бетонним сумішам підвищеної рухомості.

Гідрофобний портландцемент містить у собі милонафт або асидол, що утворює найтонші водовідштовхувальні плівки, які зменшують гігроскопічність.

Пуцолановий портландцемент одержують спільним помелом клінкеру, гіпсу (3...5%) та активної добавки (25...40%) у вигляді вулканічного (пуцоланового) попелу або паливної золи.

Шлакопортландцемент одержують спільним помелом клінкеру, гіпсу (3,5%) й 21...80% гранульованого доменного німину

Сульфатостійкий цемент має марку тільки 300, 400.

Білий портландцемент декоративного призначення одержують із чистих вапняків, кварцового піску, каолінових (білих) і глин і чистих гіпсів.

Кольоровий *портландцемент* одержують шляхом перемішування білого клінкеру з пігментами або оксидами різних елементів.

Магнезійальні в'язучі матеріали, які містять оксид магнію MgO тужавіють при замішуванні розчином хлористого магнію або сірчанокислого магнію (виготовляють *фіброліт* із деревної стружки). Цементи застосовують для приготування будівельних розчинів, бетонів, азбоцементних виробів, виливання архітектурних виробів тощо.

Романцемент одержують із вапняку й магнезійального мертелю, ще містить 25% і більше глини. Випалюють його за температури $900^{\circ}C$. Під час помелу добавляють до клінкеру 15% активних мінеральних добавок і до 5% природного двоводного гіпсу. За міцністю при стиску романцемент випускають марки 2,5, 5 і 10 МПа. Застосовують його для приготування будівельних розчинів і бетонів невисоких марок.

До спеціальних цементів належать:

Мурувальні цементи, які призначенні для мурувальних і штукатурних робіт. Марки таких цементів у 2...3 рази нижчі, ніж марки звичайного портландцементу. Для одержання цементу перемелюють клінкер з добавками, за відношенням клінкеру до добавки 1:3 (за масою).

Тампонажний цемент призначається для влаштування глибинних підземних споруд. До цього цементу ставлять такі вимоги: щоб можна було перекачувати його насосами, а цементний камінь мав достатню міцність, забезпечуючи хороші водо-та газопроникність, стійкість у середовищі сольової та сірководневої агресії.

Глиноземистий цемент - це швидкоотверднуча гідравлічна в'язуча речовина з низькоосновних алюмінатів кальцію. Тепловиділення глиноземистого цементу в 1,5 рази вище, ніж у портландцементу, і тому його можна застосувати в зимовому бетонуванні, але не можна піддавати обробці горячою парою. Марки глиноземистого цементу 400, 500, 600 визначають у 3-добовому віці, але у 5...6 разів дорожче за звичайні.

Водонепроникний розширний цемент - це швидкоутворююча та швидкозастійна гідралічна в'язуча речовина, одержана помелом глиноземистого цементу (70...76%), напівводного гіпсу (20...22%) і високоосновного алюмінату кальцію (10...11%), який починає зстигати через 4 хв, а кінець - не пізніше, ніж через 10 хв. Його можна застосовувати для гідроізоляції тунелів, у підземному та підводному будівництві, при створенні водонепроникних швів.

Гіпсоглиноземистий розширний або безусадочний цемент є швидкозастійним гідралічним в'язучим, одержаним в результаті спільного помелу чи змішування високоглиноземистого клінкеру або шлаку (70%) і природного двоводного гіпсу (30%). Марки цементу 300, 400, 500. Початок зстигання гіпсоглиноземистого цементу - 20 хв, а кінець - не пізніше 4 годин. Застосовують його для виготовлення безусадочних та розширених водонепроникних розчинів і бетонів.

Кислототривкий кварцовий цемент - це порошкоподібний матеріал, який одержують спільним помелом чистого кварцового піску (понад 30%) і кремнефториду натрію. Кислототривкий цемент розмішують водним розчином рідкого скла, яке є в'язучою речовиною, сам порошок в'язучих властивостей не має. Заповнювач для виготовлення бетонів і розчинів на рідкому склі є кварцовий пісок, граніт, андезит та інші матеріали. Міцність при стиску кислототривкого бетону 50.. 60 МПа. Кислототривкі розчини застосовують для футерівки кислототривкими плитками (керамічними, скляними, діабазовими), а також кислототривких бетонів, але їх в спекотну погоду слід періодично змочувати водою.

Вапняно-пуцолановий і вапняно-шлаковий цемент одержують марки 50, 100, 150, 200.

3.2. Технологічні лінії для виробництва цементу

Одним із головних видів будівельних матеріалів є цемент, який по праву називають «хлібом будівництва». Сировиною для виробництва цементу є два основних компоненти: вапняк (чи крейда) і глина.

Залежно від хімічного чи мінералогічного складу цих компонентів до них можна додавати інші матеріали: природні мінерали чи відходи шлаки металургійних і

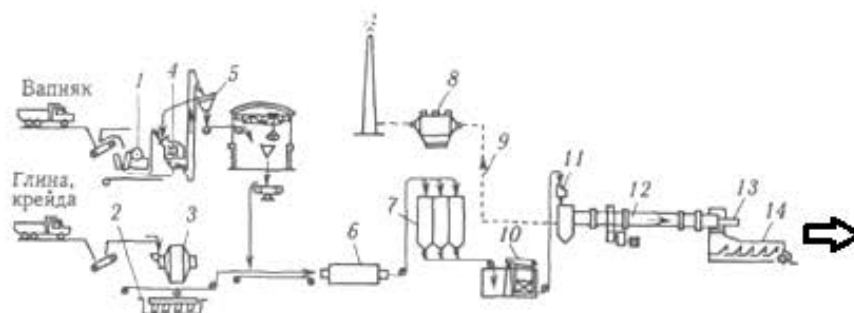
хімічних виробництв.

Виробництво цементу здійснюється за мокрим, сухим чи комбінованим способами.

Характерною рисою мокрого способу є введення в технологічний процес значної кількості води, в основному при подрібнюванні й помелі вихідної сировини (вапняку, крейди, глини). При подальшій тепловій обробці в обертових печах на випаровування води випрачається велика кількість теплоти. Тому обертові печі виходять досить довгими. Мокрий спосіб найпоширеніший у країнах, що мають значні джерела палива.

За сухого способу виробництва вихідні сировинні матеріали надходять у технологічний процес із природною вологістю, завдяки чому використовують коротші обертові печі.

Прагнення зменшити витрати палива при тепловій обробці сировини в обертових печах і водночас більш повно використовувати устаткування діючих технологічних ліній мокрого способу сприяло розробленню комбінованого способу виробництва. За цього способу вихідні сировинні матеріали подрібнюються і мелються на устаткуванні мокрого способу. Після цього здійснюється глибоке зневоднювання отриманого сировинного шламу на фільтрпресах. Випалювання виконують у коротких обертових печах. За мокрим способом виробництва на Рисунок 13.1 вихідні сировинні матеріали, що добуваються в кар'єрах, проходять першу стадію оброблення — подрібнення у щоккових, конусних, молоткових чи роторних, валкових дробарках, гідрофолах. М'які сировинні матеріали (глина, крейда) попередньо подрібнюються в глинобовтанках 2 чи млинах 3 типу «Гідрофол» з додаванням води. Вибір того чи іншого устаткування для подрібнення залежить від фізико-механічних властивостей вихідної сировини.



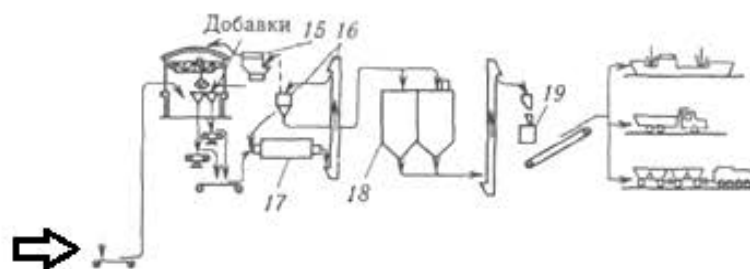


Рисунок 13.1 Технологічна схема виробництва цементу за мокрим способом

Великі куски вапняку, пройшовши першу стадію дроблення в дробарці 1 (щоківій) , спрямовуються на другу стадію в молоткову дробарку 4, попередньо відсортувавшись на грохоті 5, і далі на склад сировини. Схема дроблення після щоківної дробарки дає змогу направити матеріал на молоткову дробарку, а потім на грохот.

Підготовлені й віддозовані матеріали надходять у трубні кульові млини 6 для розмелювання в шлам вологістю 35...45 % і в крайніх випадках 30...50 %. Для отримання такої консистенції в млини додають багато води, щоб мати задовільну рухливість шламу для його транспортування за допомогою шламових насосів по трубопроводах. Підвищення вологості шламу небажане, оскільки це призводить до зайвої витрати теплоти на випаровування води.

Із млина 6 шлам перекачується в проміжні вмістища 7, звідки надходить у горизонтальні шламові басейни 10, де доводиться до потрібного хімічного складу і безперервно перемішується крановими мішалками. Із басейнів шлам по трубопроводу подається до дозувальних пристроїв 11 і далі — в обертову піч 12, де під дією спалюваного палива відбувається термохімічна обробка шламу й утворюється цементний клінкер. Температура газів у печі становить 2000...2050 К. Спалюване в печі паливо (тверде — вугільний порошок, рідке — мазут і газоподібне) подається в ніч за допомогою пальників відповідних конструкцій. Відпрацьовані гази з обертової печі по трубопроводу 9 спрямовуються на очищення в електрофільтр 8 і далі в трубу.

У колосниковий охолодник 14 цементний клінкер подається конвеєром 13, охолоджується до 380 К і транспортується на склад. Після цього

віддозований клінкер разом із добавками 15 передається в кульовий цементний млин 17 помольного агрегату 16. Готовий цемент пневмотранспортом спрямовується до силосних складів 18, а звідти — до пакувального відділення 19 і на транспортні засоби — морські судна, в автомобільний транспорт, спеціалізовані залізничні вагони тощо.

Повітря з повітряних сепараторів помольного агрегату 16 після очищення в електрофільтрі викидається в атмосферу. За сухого і мокрого способів виробництва цементу початкові й кінцеві переробки аналогічні. Вихідні матеріали, що добуваються в кар'єрах, проходять першу стадію обробки: вапняки подрібнюються в щоккових, конусних, молоткових чи роторних дробарках, «Аерофолах», а глина — в молоткових чи роторних дробарках 1, де одночасно матеріал підсушується (рис. 6.32). Коли вапняки мають високу природну вологість (понад 8 %), їх перед помелом у трубних млинах підсушують у сушильних барабанах чи в роторних дробарках 3 на другій стадії дроблення.

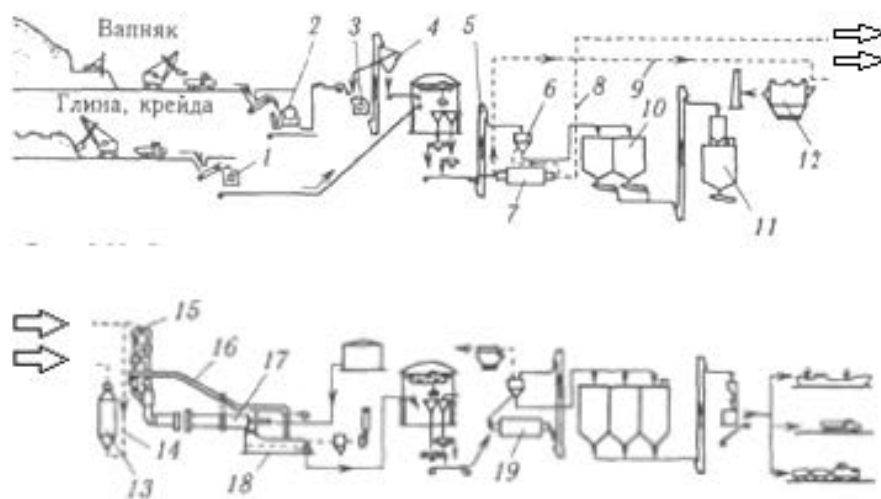


Рисунок 13.2 Технологічна схема виробництва цементу за сухим способом із циклонним теплообмінником і реактором-декарбонізатором

Так само, як і за мокрого способу виробництва, вапняк після першої стадії дроблення на щековій дробарці 2 надходить на грохот 4, після чого великі куски («верхній» клас) передаються на другу стадію дроблення в роторну (молоткову) дробарку 3 і далі на склад, куди також направляється глина

(крейда), подрібнена на дробарці 1. Як і за схемою мокрого способу виробництва, після шокової дробарки матеріал може спрямовуватися у молоткову дробарку, а потім на грохот.

Віддозовані сировинні матеріали надходять у помольний агрегат, що складається із сировинного кульового млина 7, повітряного сепаратора 6 і елеватора 5. Помел здійснюється з одночасним підсушуванням за допомогою газів, що передаються по трубопроводу 8 у млин із верхнього ступеня циклонного теплообмінника 15. Продукт помелу — сировинне борошно — має вологість 1...1,5 %, подається пневмотранспортом у проміжні силоси 10 і далі в двоповерхові силоси 1. На верхньому поверсі цього силосу здійснюються безперервне пневматичне перемішування і гомогенізація суміші (борошна), а на нижньому поверсі воно зберігається. З нижнього поверху борошно транспортувальними і дозувальними пристроями передається на верхній ступінь позапічних циклонних теплообмінників 1 грубого агрегату. Сировинне борошно, потрапивши в газоходи 1 6 циклонів верхнього ступеня теплообмінника, під впливом власної ваги рухається вниз через циклони і газоходи всіх ступенів назустріч потоку гарячих димових газів, що виходять із обертової печі 17 з реактором-декарбонізатором. Під впливом теплоти, що виділяється при згорянні технологічного палива, сировинне борошно зазнає в печі термохімічної обробки, внаслідок чого утворюється цемент.

Після охолодження в колосниковому охолоднику 18 цемент розмелюється з добавками в млині 19 помольного агрегату і проходить інші операції, у тому числі відвантаження в такі самі транспортні засоби, як і за мокрого способу виробництва цементу.

Відпрацьовані гази з верхнього ступеня циклонного теплообмінника 1 5 по трубопроводу 14 надходять на установку 13 випарного охолодження і на очищення в електрофільтр 12 із наступним викиданням в атмосферу. Гази з млина 7 по трубопроводу 9 також подаються в електрофільтр 12 і далі в атмосферу.

Як бачимо з цих технологічних схем, сухий спосіб виробництва цементу порівняно з мокрим складніший щодо організації матеріальних і теплових (газових)

потоків, проєктних і компоувальних вирішень, застосовуваного устаткування, впровадження систем автоматичного контролю і керування роботою механізмів і технологічних процесів.

3.2.1 Печі мокрого способу виробництва

Трубчастими обертовими печами називають технологічні агрегати безперервної дії у вигляді пустотілого циліндра. Всередині робочий простір захищений від зносу і впливу навколишнього середовища футерівкою, виконаною з вогнетривкого матеріалу. Переміщення матеріалу, що оброблюється, відбувається вздовж печі назустріч газовому потоку внаслідок її нахилу і обертання. Нагрів та фізично-хімічні перетворення здійснюється за рахунок тепла, що виділяється при спалюванні палива.

Узагальнена схема обертової печі мокрого способу виробництва приведена на Рисунок 13.3.

Піч складається з циліндричного металевого корпусу 1, встановленого за допомогою бандажів 4 на опірні ролики 5, які встановлені під кожним бандажем. Піч знаходиться під кутом до горизонту і обертається навколо власної осі за допомогою приводу 3 і вінцевої шестерні 2. Шлам подається через холодний кінець печі живильником 6. Для випалу палива застосовують пальник 7, що знаходиться на гарячому кінці печі. Всередині печі встановлені теплообмінні пристрої 8, а

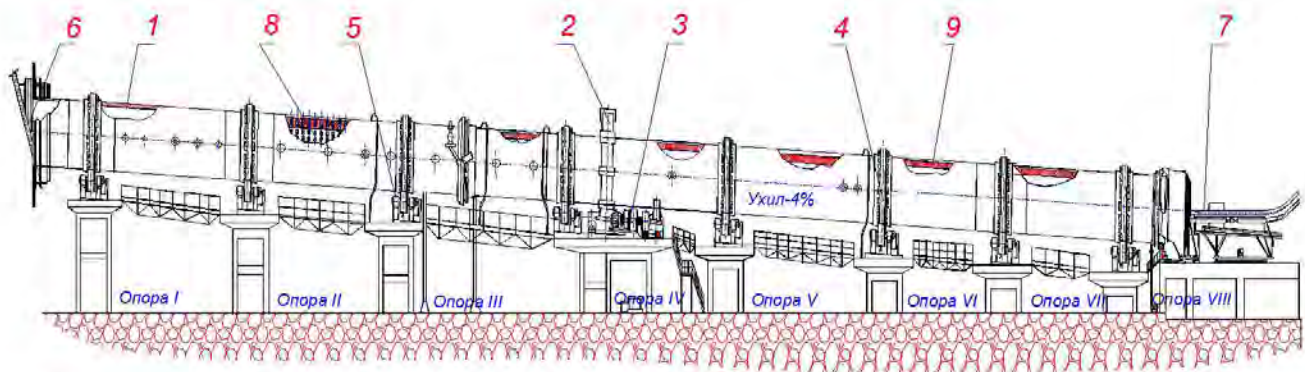


Рисунок 13.3 Обертова піч для мокрого способу виробництва клінкеру

1 - циліндричний корпус; 2 - вінцева шестерня; 3 - привод; 4 - бандажі;
5 - опірні ролики; 6 - живильник печі; 7 - пальник; 8 - теплообмінний пристрій;
9 - футерівка.

металевий корпус футерується вогнетривкою цеглою 9.

Обертається піч від електродвигуна, який через редуктор і відкриту зубчасту передачу передає обертовий момент до вінцевої шестерні та корпусу. Внаслідок обертання і похилого розташування корпусу печі, завантажений матеріал рухається від холодного (верхнього) кінця до гарячого (нижнього). Продукти згоряння палива (пічні гази) переміщаються назустріч шламу, нагріваючи випалюваний матеріал і внутрішню поверхню печі. Для поліпшення теплопередачі від газів до матеріалу всередині печі встановлені різні теплообмінні пристрої. До них зазвичай відносяться комірковий теплообмінник, перекидні лопаті, полки, ланцюгові завіси та інші пристосування. Для захисту корпусу від дії абразивного матеріалу, та зменшення теплових втрат в навколишнє середовище металевий корпус футерується вогнетривкою цеглою різного типу. Також футерівка виконує функції регенератора теплоти, передаючи частину тепла від газів до матеріалу.

Тяга здійснюється за допомогою димососів. Обезпилювання відхідних газів забезпечується за допомогою фільтра. Продукт випалу - клінкер вивантажується через головку печі в шахту холодильника, де його тепла енергія використовується для підігріву повітря, що надходить в піч і застосовується як вторинне повітря при горінні палива. Обертові печі мокрого способу виробництва є потужні теплові агрегати діаметром від 3,6 до 7 метрів і довжиною 118–230 метрів.

Паливо, яке використовується в печі, може бути тверде, рідке і газоподібне. Спалення відбувається безпосередньо в робочому просторі, а отримані гази рухаються назустріч матеріалу, що оброблюється. До твердого палива, в дрібнодисперсному стані, відносяться кам'яне і буре вугілля. Найбільш поширеними видами рідкого палива є нафта і мазут, газоподібного - природний газ. Вартість служби по зберіганню та підготовці вугілля для спалювання в печах на цементному заводі становить 15-20% від вартості всього устаткування. Експлуатаційні витрати при використанні природного газу в 3-5 разів менше. Із усіх видів палива найбільш доцільним є використання газового, до переваг якого відносяться – спалювання з великою повнотою при малому коефіцієнті надлишку повітря та можливість простого регулювання процесу горіння. Крім того відсутність зольності, можливість легкого транспортування по трубопроводах ставлять природний газ на перше місце

за привабливістю застосування в цементній промисловості.

В останній час активно розглядається питання використання сланцевого газу, який є одним з багатьох напрямків розвитку альтернативної енергетики ХХІ століття, які будуть все більш розвиватися у міру виснаження і подорожчання традиційних енергоресурсів - природного газу, нафти, вугілля. Тому представляє інтерес вивчення питання про можливість використання сланцевого газу для обертових печей в цій галузі промисловості.

До складу цього базового пічного агрегату мокрого способу виробництва продуктивністю 1800 т/добу входять: серійно виготовлена обертова піч 5 x 185 м і охолодник **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Таблиця 13.1 Технічна характеристика пічних агрегатів мокрого способу виробництва різних розмірів, м				
Показник	4x160	4,5x170	5x185	7x230
Продуктивність за клінкером, т/добу	840	1200	1800	3000
Вологість сировинної шихти, %	36	36	36	42
Питома витрата теплоти на випалювання клінкеру, кДж/кг	6500	6500	6500	6800
Теплова потужність грубого агрегату, кВт	63120	90280	135420	236110
теплової електричної	1810 25	1810 25	1810 25	18990 30
Питома металомісткість, т/(т/добу)	1,93	1,81	1,78	2,10
Маса основного технологічного устаткування (без футерівки), т	1620	2170	3210	6310

В агрегаті сухого способу виробництва (Рисунок 13.2) запроектовані затвори і шибери, що встановлюються у різних місцях: надходження відпрацьованих газів із агрегату для помелу і сушіння сировини (кульового млина); подавання позапічних газів в агрегат для помелу і сушіння сировини; подавання сировинного борошна в циклонний теплообмінник; подавання палива в реактор-декарбонізатор; подавання палива в піч і в місце відведення надлишкового

повітря з охолодника клінкеру.

Сировина після помелу в кульовій чи іншій помельній машині у вигляді тонкоподрібненого борошна вологістю приблизно 1...1,5% за допомогою дозувальних і транспортувальних пристроїв із силосів 11 подається в газоходи верхнього ступеня циклонного теплообмінника.

Під дією власної ваги матеріал рухається зверху вниз через циклони і газоходи всіх ступенів циклонного теплообмінника з реактором-декарбонізатором 5 (див.Рисунок 13.3) назустріч потоку гарячих димових газів, що виходить з обертової печі й реактора-декарбонізатора, де спалюється додаткове паливо. При цьому сировинне борошно зазнає інтенсивного нагрівання, дегідратації і декарбонізації. Для декарбонізації потрібні висока температура і значні витрати теплоти, оскільки відбувається термохімічний процес розкладання вапняку на вапно (оксид кальцію) і вуглекислий газ.

3.2.1 Печі для сухого способу випалу

У сухих печах випаровування вільної води відбувається в теплообміннику, якій знаходиться запічному просторі, після чого матеріал надходить в піч для випалу. Як результат, сухі печі набагато коротші, ніж мокрі, і потребують значно менше тепла для випалу сировини. Як наслідок, печі мають менші розміри - від 2х60 до 7х95м. Спочатку ці печі не використовували внутрішні теплообмінники, а температура відхідних газів становила від 700 до 750°C. Пізніше почали використовувати теплообмінники різних конструкцій, що дозволило знизити температуру димових газів до 380-400 °C і висушити сировину, яка надходила в піч, до оптимальних значень. Схема сушильної установки з обертовою піччю показана на Рисунок 13.4.

Циклонні теплообмінники печі призначені для попередньої термічної обробки і часткової декарбонізації сировини шляхом інтенсивного теплообміну з гарячим газовим потоком, що виходить з печі і блоку декарбонізації. Гарячі гази рухаються через всю систему, включаючи теплообмінник і димохід, завдяки вакууму, що створюється в димоході. Подрібнена сировинна суміш подається у верхню частину

димоходу теплообмінника і рухається назустріч газовому потоку через циклон і блок декарбонізації і потрапляє в обортову піч. У газовому потоці на вході сировини встановлені перегородки для рівномірного розподілу сировини вздовж газового потоку і забезпечення хорошого теплообміну між газом і сировиною.

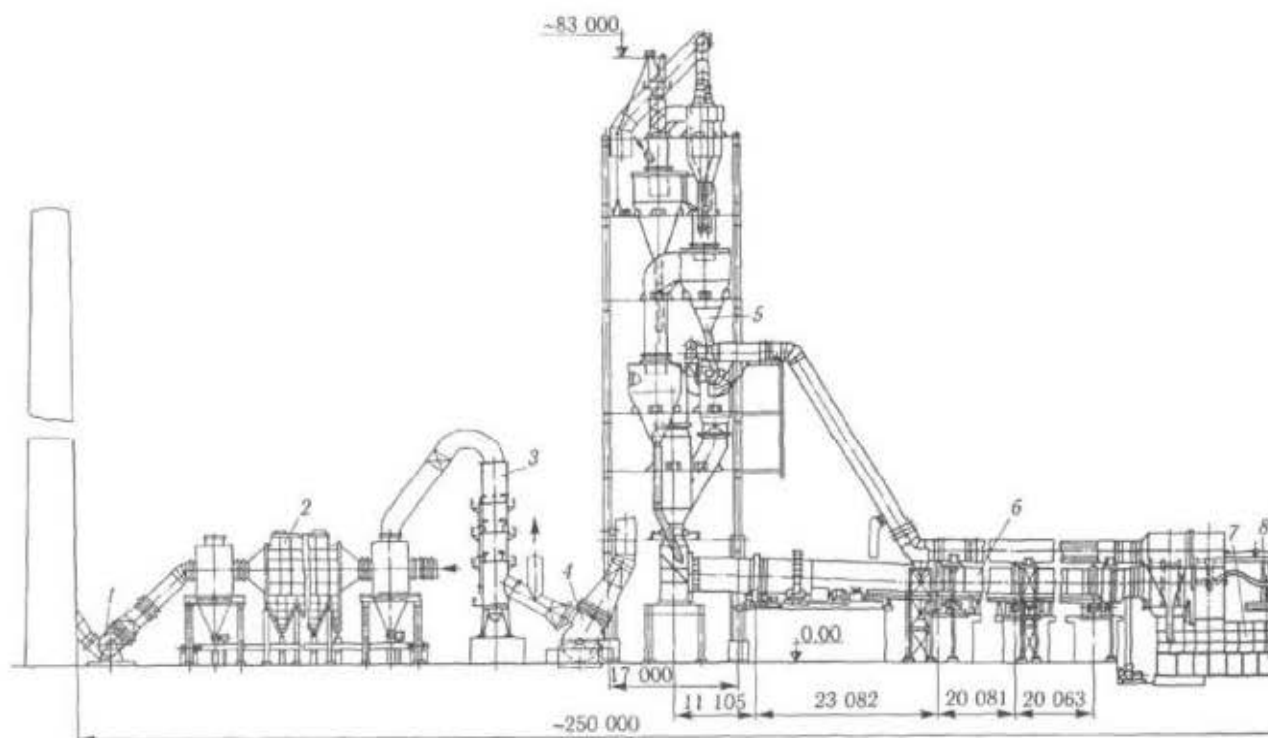


Рисунок 13.4 Загальний вигляд обортової печі 4,5х80м

- 1 - кінцевий димосос; 2 - електрофільтр; 3 - зволожувальна установка;
 4 - позапічний димосос; 5 - циклон; 6 - корпус печі; 7 - колосники охолодника;
 8 - конвеєр.

Блок прожарювання технічно і конструктивно пов'язаний з теплообмінником запікання і складається з прожарювача і камери змішування, розташованої між циклонним теплообмінником другого ступеня і теплообмінником першого ступеня. Агрегат спроектований таким чином, щоб забезпечити високий рівень прожарювання сировини перед її подачею в піч. Спеціальна конструкція блоку декарбонізації дозволяє знизити вміст оксидів азоту в пічних газах, тим самим зменшуючи шкідливі викиди в атмосферу. Використання установок декарбонізації значно знижує теплове навантаження, дозволяє використовувати низькосортне паливо (навіть відходи), а також зменшує викиди шкідливих газів (оксидів азоту)

завдяки більш низьким температурам горіння. Тепле повітря (третинне повітря) подається з 13 холодильних установок до блоку декарбонізації, і в ньому відбувається спалювання. Кінці тангенціально розташованих пружин жорстко прикріплені до корпусу печі та зубчастого кільця. Робочий режим забезпечується двигуном постійного струму.

Згодом почали використовувати теплообмінні пристрої різної конструкції, що дозволило зменшити температуру відхідних газів до 380-400 °С, а також підсушувати, до оптимальних значень матеріал, що надходить у піч. Схема пічного агрегату сухого способу з обертовою піччю наведена на Рисунок 13.5.

Пічні агрегати сухого способу виробництва цементного клінкеру, з декарбонізацією складається з запічних циклонних теплообмінників 1, 2, газоходів 3, декарбонізаційного вузла 4, механізму подачі матеріалу 5 та безпосередньо обертової печі 6. Вони дозволяють отримати клінкер необхідної якості з використанням у виді палива природного газу або мазуту.

Запічний циклонний теплообмінник призначений для попередньої теплової обробки і часткової декарбонізації сировинного матеріалу шляхом його інтенсивного теплообміну з потоком гарячих газів, що відходять з печі, та декарбонізатора. Гарячі гази рухаються за рахунок розрідження, створюваного запічним димотягом, через усю систему теплообмінників і газоходів. Подрібнена сировинна суміш подається в газохід верхньої ступені теплообмінника і рухається назустріч газовому потоку через циклони та декарбонізатор потрапляючи в обертову піч. В газоходах, у місцях надходження матеріалу, встановлені розсікачі для рівномірного розподілу матеріалу по газоходу і кращого теплообміну між газами і сировинним матеріалом.

Декарбонізаційний вузол складається декарбонізатора та змішувальної камери, технологічно і конструктивно зв'язаних із запічним теплообмінником і знаходиться між циклонними теплообмінниками другого й першого ступенів. Вузол призначений для забезпечення високого рівня декарбонізації сировини перед надходженням в піч. Спеціальна конструкція декарбонізаційного вузла сприяє відновленню частини окислів азоту в пічних газах і скороченню кількості шкідливих викидів в атмосферу.

Використання декарбонізаційного вузла істотно знижує теплове навантаження, а також дає можливість застосовувати низькосортне паливо (аж до відходів) і, завдяки нижчій температурі горіння палива, зменшити викиди токсичних газів (оксидів азоту). Подача гарячого повітря (третинного) з холодильника 13 в декарбонізатор, для спалювання в ньому палива (до 60%), здійснюється через повітровід, що значно зменшує розміри печі. Ступінь декарбонізації матеріалу на вході в піч становить 85–95 % при температурі матеріалу до 900 °С. При більшій тепловій обробці виникає різке підвищення його температури, що приводить до утворення настилів у циклонних теплообмінниках.

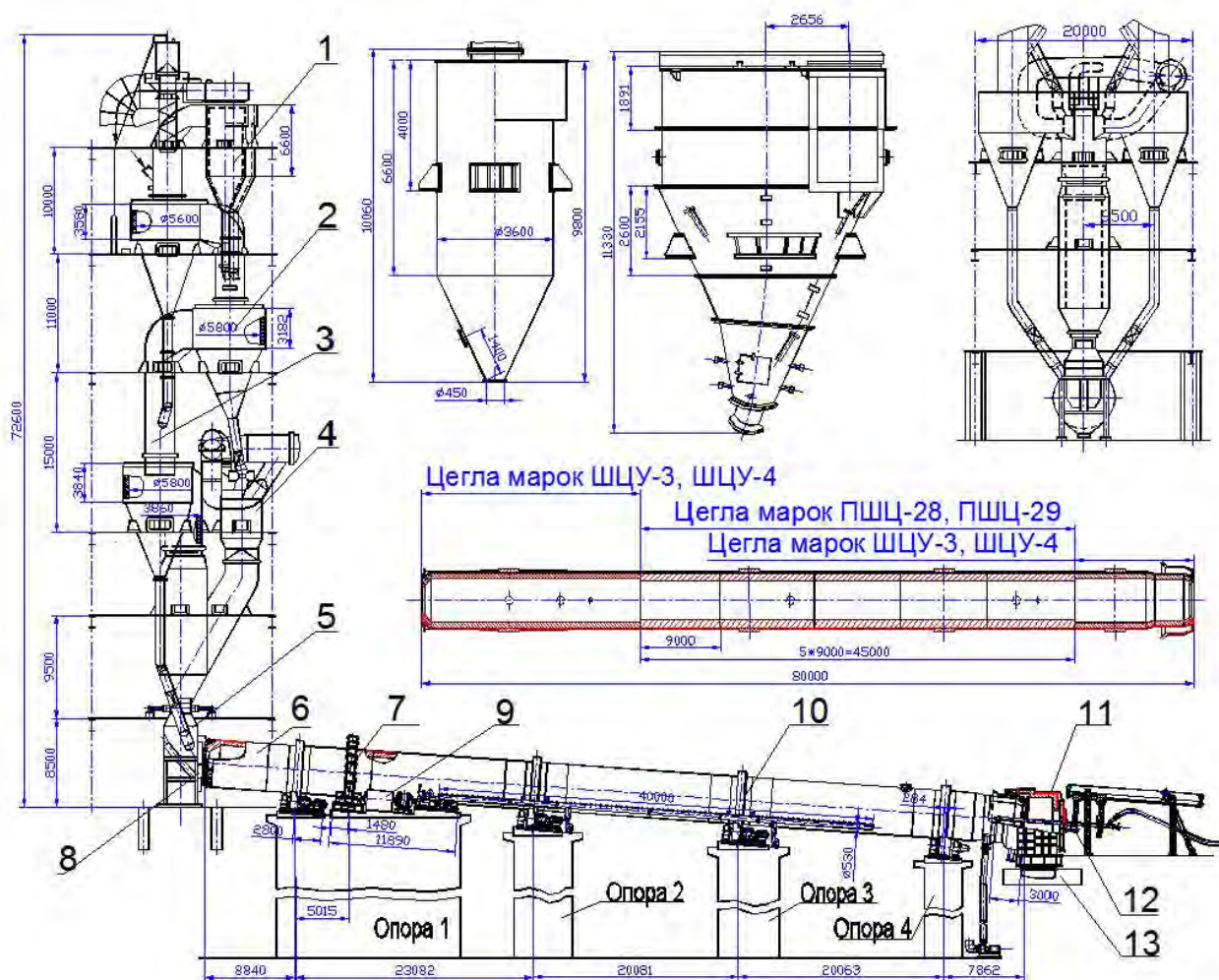


Рисунок 13.5 Загальний вигляд пічного агрегату з обертовою піччю 4,5×80м

1,2 - циклонні теплообмінники; 3 – газохід; 4 – декарбонізатор; 5 - подача матеріалу; 6 - обертова піч; 7 - вінцева шестерня; 8 - завантажувальна голівка; 9 - привід печі; 10 – бандаж;

11 - розвантажна голівка; 12 - пальник; 13 - холодильник.

Обертові печі 6 мають суцільнозварний тонкостінний трубчатий корпус, що опирається на опори 10. Торцями корпус входить в дві нерухомі головки: завантажувальну 8 і розвантажну 11. В місцях опор на корпусі змонтовані сталеві бандажі, які представляють собою кільця прямокутного поперечного перерізу. В останній час використовуються вварені бандажі, які дозволяють підвищити надійність опорного несущого вузла печі, а також збільшити жорсткість корпусу і термін служби футерівки. Футерівка виконана з вогнетривкої цегли та встановлена всередині корпусу для захисту його від високих температур, передачі тепла матеріалу, що оброблюється, та зменшення втрати тепла в навколишнє середовище.

В обертівій печі відбувається завершальна теплова обробка сировинної суміші й утворення цементного клінкеру, що надходить у холодильник і охолоджується повітрям. Підігріте повітря з холодильника надходить у піч і декарбонізатор де використовується для горіння палива. Гази, що відходять, через запічний димотяг надходять у агрегат для помолу і використовуються для підсушування сировини чи в установці випарного охолодження.

Для обертання печі використовується привід, що складається з електродвигуна, з'єднаного муфтами з редуктором, що передає обертання ведучій підвінцевій шестерні яка з'єднана з вівцевою шестернею. Вівцева шестерня кріпиться до корпусу з допомогою пластин. Таке з'єднання сприяє зменшенню динамічних навантажень на елементи печі в момент пуску, при зміні частоти обертання та при зупинці. В період роботи воно забезпечує плавну роботу передачі. Кінці тангенціально розташованих пружин жорстко кріпляться до корпусу печі і зубчатого вівця. Режим роботи забезпечується електродвигуном постійного струму.

До складу цього базового грубого агрегату сухого способу виробництва СМЦ-20 продуктивністю 3000 т/добу входять обертова піч 4,5 x 80 м, циклонний теплообмінник із реактором-декарбонізатором і охолодник **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Таблиця 13.2 Технічна характеристика пічних агрегатів сухого способу виробництва					
Показник	СМЦ-406	СМЦ-73	СМЦ-26	СМЦ-27	СМЦ-20
Розміри обертової печі, м	5x75	6,4x95	4,5x80	5x100	4,5x80
Продуктивність за клінкером, т/добу	1600	3000	3000	5000	3000
Питома витрата теплоти на випалювання клінкеру, кДж/кг	3600	3600	3500	3500	3560
У тому числі:					
в обертовій печі	3600	3600	1700	1700	-
у реакторі-декарбонізаторі	-	-	1800	1800	-
Теплова потужність пічного агрегату, кВт	66670	125000	121530	202550	-
Питома витрата енергії, кВт год/т: на випалювання клінкеру,					
теплової	1000	1000	970	970	-
електричної	45	45	50	50	50
Питома металомісткість, т/(т/добу)	1,09	1,27	0,80	0,74	0,80
Маса основного технологічного устаткування (без футерівки), т	1750	3800	2400	3700	2400

3.3. Портландцемент

Портландцемент – гідралічне в'язуче, яке отримують завдяки сумісного тонкого подрібнення клінкера і необхідної кількості двоводневого гіпсу (для регулювання терміну тужавіння й підвищення міцності). Активні домішки – це речовини, які при змішуванні з вапном після затворення водою утворюють тісто, схильне після затвердіння на повітрі продовжувати тверднути у воді. Активні мінеральні домішки бувають природні та штучні. До природних домішок відносять

діатоміт, трепел, вулканічний попіл, пісок, пемзи, туфи. До штучних – доменні шлаки, золи та інші. У практиці світового будівництва портландцемент є головним матеріалом для виробництва бетону, залізобетону та будівельних розчинів. Світове виробництво цементу перевищує 1,8 млрд. т. Портландцемент випускається без домішок і з активними мінеральними домішками (до 15 %).

Для отримання портландцементу використовують природні суміші вапняку з глиною – мергелі. Крім мергелю в якості сировини для отримання цементу використовують усі види вапняків і крейди. Другим компонентом є глина (каолініт), що містить кремнезем (SiO_2), глинозем (Al_2O_3) та оксид заліза (Fe_2O_3). Процес отримання цементу складається з таких операцій:

- 1) добування сировини;
- 2) підготовка сировини до відпалу;
- 3) відпал (отримання клінкеру);
- 4) подрібнення клінкеру в тонкодисперсний порошок;
- 5) вилежування цементу.

Співвідношення між вапняком і глиною встановлюється розрахунком залежно від потрібного хімічного складу цементу і звичайно складає: CaCO_3 – 75-78% ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) – 22-25%.

Можливі два основних способи виробництва портландцементу – мокрий і сухий. При найбільш поширеному в нашій країні мокрому способі в процесі подрібнення сировинних матеріалів вводиться вода, і сировинна суміш поступає на відпал у вигляді водяної суспензії – шлему вологістю 33...42%. Введення води в сировинну суміш полегшує її помел, досягається висока однорідність, однак при цьому (в 1,5...2 рази) підвищується витрати палива. При сухому способі сировинні матеріали після подрібнення висушуються і поступають на відпал в порошкоподібному або гранульованому вигляді. Цей спосіб завдяки високим техніко-економічним показникам отримує все більше поширення.

Після складного процесу виробництва до складу портландцементу головним чином входять такі мінерали:

Беліт – $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ повільно тверднуча речовина середньої міцності.

Аліт – $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 + 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (трикальцієвий силікат з невеликою кількістю трикальцієвого алюмінату) – швидко тверднуче в'язуче високої міцності. Чим більше аліту – тим міцніше цемент.

Целіт – $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ – найшвидше твердне, але має невисоку міцність. Істинна густина портландцементу $3000\ldots 3200\text{кг/м}^3$, насипна густина в розсипчастому стані складає $900\ldots 1100$, а в ущільненому – $1400\ldots 1700\text{кг/м}^3$.

При заповненні портландцементу водою утворюється пластичне цементне тісто, яке потім починає тверднути. Поступово тверднучий цементний камінь являє собою дуже складну речовину із кристалічних і мікрокристалічних гідратних утворень (гідросилікати кальцію, гідроалюмінати кальцію, гідросульфалюмінати кальцію, гідроксид кальцію), не прореагувавши ще з водою цементних зерен, тонкорозподілених води і повітря. Основними фізико– механічними властивостями портландцементу є водопотреба, строки тужавіння, рівномірність зміни об'єму і міцність. Водопотребу цементів оцінюють кількістю води замішування в процентах від маси цементу, необхідної для утворення тіста нормальної густоти.

Тужавіння – це перша стадія твердіння цементного тіста. Процес твердіння портландцементу супроводжується зміною об'єму в результаті деформацій усадки на повітрі чи набухання у воді. При цьому обов'язковою вимогою є рівномірність зміни об'єму цементу.

Важливою якістю цементу, яка визначає його придатність до виготовлення бетонів і розчинів, є міцність, яку визначають випробуванням зразків– балочок розміром $4 \times 4 \times 16$ см на стиск. Границя міцності при стиску зразків, які тверділи протягом 28 діб, називається активністю цементу, а значення активності, округлене в бік зменшення (визначене в кгс/см^2), – маркою цементу. Згідно зі стандартами України встановлені марки портландцементу: М300, М400, М500, М550 і М600. Згідно з державним стандартом, який діє в Україні (ДСТУ Б В.2.7–46–96), цемент загальнобудівельного призначення поділяють на 5 типів за речовинним складом і міцністю на стиск в 28-добовому віці:

Тип I – портландцемент (від 0 до 5% мінеральних добавок, марки М300,

М400, М500, М550, М600);

Тип II – портландцемент з добавками (від 6 до 35% мінеральних добавок), марки М300, М400, М500, М550, М600;

Тип III – шлакопортландцемент (від 36 до 80% доменного гранульованого шлаку), марки М300, М400, М500;

Тип IV – пуцолановий цемент (від 21 до 55% мінеральних добавок), марки М300, М400, М 500; Тип V – композиційний цемент (від 36 до 80% мінеральних добавок), марки М300, М400, М500.

За міцністю в ранньому віці (після двох або семи діб твердіння) цементы марок М400 і М500 поділяють на два види: цемент із звичайною міцністю в ранньому віці і швидкотверднучий. При умовному позначенні цементу вказують його тип і спеціальні ознаки (висока міцність в ранньому віці – Р; пластифікація і гідрофобізація – ПЛ, ГФ; нормованість мінералогії – Н). Наприклад, портландцемент марки 400 з добавкою до 20% шлаку, пластифікований, швидкотверднучий позначається ПЦ–II–Н–400Р–ПЛ ДСТУ Б В.2.7–46–96.

Твердіння портландцементу залежить в значній мірі від температурно-вологісних умов. Так, пониження температури від 20°C до 5°C сповільнює твердіння в 2...3 рази, а підвищення до 80°C збільшує швидкість гідратації в 6 разів. При температурах нижчих –10°C гідратація цементу практично припиняється. Нормальне протікання процесів твердіння можливе лише при достатній вологості середовища, підвищення температури не повинно супроводжуватися висиханням. Прискорення фізико-хімічних процесів твердіння портландцементу при тепловій обробці (пропарювання, електропрогрів та ін.) дозволяє отримувати в короткий строк бетонні і залізобетонні вироби з необхідною відпускнуою міцністю.

Сульфатостійкі цементы. До цієї групи цементів входять сульфатостійкі портландцемент та портландцемент з мінеральними добавками, пуцолановий портландцемент та сульфатостійкий шлакопортландцемент. Цементи з добавками поверхнево активних речовин (ПАР). До портландцементів різних видів та марок при подрібненні дозволяється вводити ПАР у кількості не більше 0,3% за масою. В процесі подрібнення цементу ПАР адсорбуються на його зернах та надають йому

ряд властивостей. Розрізняють гідрофілізуючі та гідрофобізуючі ПАР. Безусадочні, розширні та напружуючі цементи. Для звичайних цементів при твердінні на повітрі характерна усадка, яка викликає розтягуючі напруження в бетоні навіть до утворення тріщин. Для запобігання виникнення цих недоліків використовують багатокomпонентні в'язучі речовини спеціального призначення, що здатні до розширення. Вони складаються з основного в'язучого матеріалу і розширної добавки до складу якої може входити кілька компонентів.

При дії високих температур (при нагріванні) в цементному камені проходять процеси у двох напрямках:

- 1) дегідратація кристалогідратів, тому виникає часткове руйнування, а потім і зниження міцності цементного каменю;
- 2) дифузія, при якій можливі реакції в твердому стані з утворенням нових сполук.

3.4. Азбестоцементні вироби й конструкції

Азбестоцемент має високу міцність, вогнестійкість, довговічність, малими водонепроникністю, теплопровідністю і електропровідністю. З азбестового волокна в далекій давнині виробляли вогнетривкі гноти для світильників, одяг для жерців. Виготовлення азбестових тканин було відомо в Стародавній Греції, Китаї, Індії, Іудеї.

Азбестоцементна промисловість виникла на початку XX століття, коли чеський винахідник Людвіг Гачек, подавши в бумагоделательную машину масу, що складається з суміші азбесту, цементу і води, отримав в ній перший асбоцемент. За планеті Азбестоцемент почав свою переможну ходу з 1901 року під ім'ям етерніт (з латинської - вічний) в Європі.

3.4.1. Класифікація азбестоцементних виробів

Азбестоцементні вироби виробляють понад 40 видів. Вони підрозділяються на листи, труби, панелі і плити, фасонні деталі.

Азбестоцемент – штучний композиційний кам'яний будівельний матеріал, отриманий у результаті затвердіння суміші, що складається з цементу, азбесту (10-

20% від маси цементу) і води.

До основних показників якості азбестоцементних виробів відносяться: висока міцність, вогнестійкість, довговічність, мала водопроникність, теплопровідність і електропровідність.

Початок промислового виробництва азбестоцементних виробів пов'язаний з ім'ям чеського винахідника Людвіга Гачека, який вмістивши в паперновиробну машину масу, що складається з азбесту, цементу і води, вперше одержав новий будівельний матеріал. Зазначена подія відноситься до початку XX ст.

Сировинними матеріалами для виготовлення азбестоцементних виробів є:

- **Портландцемент**, який в азбестоцементній композиції виконує функції в'язучого. Застосовують портландцемент марок 400 і 500, а також піщанистий портландцемент (якщо твердіння виробу здійснюється в автоклаві), білий і кольоровий цементи (якщо виріб має декоративне призначення).

До мінералогічного складу цементу, з метою підвищення морозостійкості виробів, ставляться вимоги, що обмежують вміст трикальцієвого алюмінату до 8%. Перевага віддається алітовому цементу (вміст трикальцієвого силікату не менше 52%).

Піщанистий цемент одержують спільним помелом портландцементного клінкера, гіпсу і кварцового піску (45%). В'язучі матеріали, застосовувані для виробництва азбестоцементу, повинні мати велику питому поверхню (2900-3600 см²/г).

- **Азбест** (від грець. asbestos – що не руйнується) – природний тонковолокнистий матеріал, що складається з водяних чи безводних силікатів магнезії. Утворився в результаті дії геотермальних вод на основні магматичні гірські породи. 95% світового видобутку азбесту приходить на *хризотил-азбест* – гідросилікат магнезії $3\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{H}_2\text{O}$. Елементарні кристали хризотилу-азбесту – найтонші трубочки діаметром у соті частки мікрметрів до механічної обробки, і 10...100 мкм – після розпушки.

Хризотилевий азбест володіє високою адсорбційною здатністю, тому його волокна добре зчіплюються з цементними в'язучими. Крім високої міцності на

розрив (600-800 МПа, що порівняне з кращими марками сталі), азбест має унікальне поєднання цінних властивостей: низькою теплопровідністю (0,35...0...0,41 Вт/м.⁰С), стійкістю до підвищених температур (нагрів до 400...500⁰С), високим коефіцієнтом тертя. При введенні гнучких волокон у цемент (10-20%) дозволяє в 3-5 разів збільшити міцність цементного каменю при розтяганні, а також стійкість до ударних впливів. Товарний азбест роблять 8-ми сортів (від 0 до 7) і 42 марок. Сорт азбесту тим вище, чим більше середня довжина волокна.

Азбестоцемент при порівняно невеликій щільності (1600...2000 кг/м³) має високі міцнісні показники (межа міцності при вигині до 30 МПа, при розтяганні – до 90 МПа). Він довговічний, морозостійкий (більше 50 циклів) і практично водонепроникний.

До недоліків слід відносити крихкість, набрякання і усадку при зміні вологості азбестоцементу, що супроводжується коробленням.

3.4.2. Виготовлення азбестоцементних виробів.

Залежно від витрати води, використовуваної для приготування азбестоцементної суміші, розрізняють три способи виготовлення азбестоцементних виробів:

- мокрий, при якому виріб формують із суспензії азбесто-цементу (8-16%) і води (92-84%);
- напівсухий, при якому виріб одержують з концентрованої маси із вмістом води 20-40%;
- сухий, при якому виріб виготовляють зі зволоженої азбестоцементної суміші з вмістом води 12-16%.

Технологія виготовлення азбестоцементних виробів включає наступні технологічні операції: приготування шихти азбесту, розпушування азбесту, змішування його з цементом і водою, формування виробів, їхнє твердіння, механічна обробка виробів.

Приготування шихти являє собою змішання декількох сортів азбесту (3, 4, 5 і 6 сортів з довжиною волокон від 0,3 до 10 мм) для забезпечення високої щільності і водоутримуючої здатності азбестоцементної маси. Залежно від способу виробництва

здійснюється в різних пристроях. При мокрому способі виробництва – у турбозмішувачах, при сухому і напівсухом – спочатку в змішувачі сухих компонентів, потім у бетонозмішувачі циклічної дії.

Розпушування азбесту здійснюється в гідророзпушувачах чи голлендерах при мокрому способі, в дезінтеграторах при всіх способах виробництва. Зазначена технологічна операція необхідна для розщеплення азбесту на окремі волокна.

Формування азбестоцементних виробів полягає у відфільтруванні води з азбестоцементної маси до необхідного ущільнення і додання їй заданих форм і розмірів шляхом пресування чи хвилястості на пресах і безпрокладочних хвильоровщиках.

Твердіння азбестоцементних виробів проводять у дві стадії. Перша стадія (попереднє твердіння) забезпечує подальше внутрішньозаводське транспортування виробів. Її тривалість – 6-8 годин. Виріб набирає міцність у пропарювальних камерах при температурі 50-60°C. Друга стадія (остаточне твердіння) виконується у закритих приміщеннях (теплих складах) протягом 7 діб, якщо виріб виконаний на портландцементі, і в автоклавах, якщо для виготовлення застосовувався піщанистий цемент.

Механічна обробка являє собою обрізку крайок листів, обрізку труб по торцях, обточування кінців і т.д. Ці види обробки виконують після остаточного твердіння виробів.

Залежно від призначення азбестоцементні вироби поділяють на: покрівельні, стінові, декоративні, погонажні, спеціальні;

Хвилясті покрівельні листи (шифер) (ДСТУ Б В 2.7.-53-96) – основний вид листових азбестоцементних виробів. У загальному обсязі виробництва покрівельних матеріалів складає 50%. Покрівельні листи випускають 6 типорозмірів: довжиною – 1,2...2...2,5 м; шириною 0,69...1...1,15 м; товщиною 5,5...7...7,5 мм.

Спочатку шифер випускали у вигляді плоских аркушів розміром 40 × 40 см.

Крім звичайних, випускають листи, пофарбовані атмосферостійкими фарбами, як в масі, так і з поверхні. Останнім часом почався випуск плоских листів з

фігурною кромкою, що імітують дрібноштучну черепицю. Довговічність азбестоцементних покрівель - до 50 років.

Переваги застосування:

- Дах з шиферу дешевше, ніж черепиця і жерсть в кілька разів;
- Досить низькі витрати на утримання покрівлі;
- Шифер стійкий до біологічного впливу (гниття, шкідливою грибниці);
- Чи не іржавіє, не горить;
- Має низьку теплопровідність;
- Високою морозостійкістю;
- Високою міцністю (витримує значне снігове навантаження);
- Протистоїть сильних поривів вітру, поглинає шум дощу і пориви вітру в негоду;
- Водонепроникний;
- Легко піддається механічній обробці;
- Забезпечує майже необмежену тривалість експлуатації;
- Монтаж покрівлі можна вести цілий рік, він не вимагає високої кваліфікації виконавців і великих трудовитрат;
- Досить швидко здійснюється зведення покрівельних конструкцій;
- Можлива комплектація пластиковими і металевими елементами оздоблення (куточки, смуги, козирки);
- Простота ремонту покрівлі при можливості відновлення локальних ушкоджень можливо без порушення загального покриття;
- Конкурентоспроможна вартість;
- Довговічність.

Для неутеплених покрівель в гарячих цехах і неопалюваних складських будівлях використовують хвилясті і напівхвилястих на Рисунок 13.6 великорозмірних листи з фасонними деталями. Для утеплених покриттів застосовують порожнисті і лоткові плити. Порожні плити являють собою два профільованих азбестоцементних листа, з'єднаних алюмінієвими заклепками і мають всередині прокладку з мінеральної вати. Лоткові плити - це азбестоцементні лотки, заповнені теплоізоляційним матеріалом.



Рисунок 13.6. Хвилястий лист звичайного профілю ВО

Фасонні деталі до хвилястим листам випускаються: конькові з хвилястою поверхнею, конькові спрощені, перехідні і кутові деталі.

Азбестоцементні плоскі плити (ДСТУ Б В 2.7-52-96) або *Листи азбестоцементні плоскі* (Шифер плоский) пресовані і непресовані, призначені для виготовлення і облицювання будівельних конструкцій широкого профілю - санітарно-технічні кабінки, настили підлог промислових приміщень, перегородки, вентиляційні шахти, короба, підвіконні дошки, віконні перемички, опалубки, в якості елементів зрошувачів градирень на електростанціях.

Застосовують для зовнішнього і внутрішнього облицювання житлових, громадських і промислових будівель, навісних вентильованих фасадів. Використовують для монтажу стінових панелей типу «сендвіч», що дозволяє ефективно утеплити будівлі (можна закласти шар утеплювача до 200 мм.), При будівництві різноманітних комплексів, павільйонів, кіосків, а так само в якості плити перекриття, перегородок, огорож для балконів, лоджій, при облаштуванні льоху і т.д.

Садівники і городники застосовують плоскі листи для пристрою альтанок, грядок, вольєрів, доріжок, невеликих господарських будівель (туалет, душова кабіна, різні навіси для господарських потреб), при будівництві парканів.

Випускаються відповідно до вимог ДСТУ 18124-95 з розмірами в плані 3500x1500, 1500x1000 при товщині 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40 мм.

Переваги застосування:

- Мають високі показники;
- Стійки до агресивних середовищ і ґрунтів;
- Пожежобезпечні (відносяться до групи негорючих будівельних матеріалів);
- Надійні і довговічні;
- Легко піддаються механічній обробці за допомогою дискової пили або ножівки, що дозволяє приймати різні архітектурні рішення;
- Швидкий монтаж;
- Монтаж плоских листів не вимагає високої кваліфікації виконавців і великих трудовитрат;
- Декорування листа (на плоский лист можна наносити фарбу, різноманітні оздоблювальні матеріали);
- Можливість комплектації пластиковими і металевими елементами оздоблення (куточки, смуги, козирки);
- Конкурентоспроможна вартість;
- Довговічність.

Дошки азбестоцементні електротехнічні дугостійкості (АЦЕІД), призначені для виготовлення електророзподільних щитів, деталей і підстав електричних машин і апаратів, а так само корпусів дугогасильних камер, прокладок і плит індукційних печей, огорож електропечей і т.д. Вони використовуються там, де необхідний захист і робота при високій напрузі, а також використовується як конструкції, до яких пред'являються підвищені вимоги по міцності показників в порівнянні з азбестоцементних листом.

Застосовується при виготовленні іскрогасні перегородок в електроприладобудування. Використовується як конструкційний будівельний матеріал (перекриття, підвіконні дошки, перегородки), що характеризується високою міцністю і пожежонебезпекою. У разі застосування в якості будівельних конструкцій для будівель лікувально-профілактичних, дитячих та інших установ, де потрібне проведення систематичної вологої дезінфекції, дошки повинні бути

покриті 2-3 шарами масляної фарби або іншими покриттями, що витримують дію дезрастворов.

Випускаються відповідно до вимог ДСТУ 4248-92 з розмірами в плані 3500x1500, 1500x1000 при товщині 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40мм.

Переваги застосування:

- Висока механічна міцність;
- Володіє дугостійкості;
- Підвищена електрична міцність;
- Використання при високих температурах;
- Стійкість до агресивних середовищ;
- Пожежна безпека;
- Екологічність;
- Надійність і довговічність;
- Процес монтажу можна вести цілий рік;
- Монтаж листів не вимагає високої кваліфікації виконавців і великих трудовитрат;
- Простота ремонту об'єкта при необхідності відновлення локальних ушкоджень можливо без порушення загального покриття;
- Декорування листа (на лист можна наносити фарбу, різноманітні оздоблювальні матеріали з різноманітною фактурою) - можливість комплектації пластиковими і металевими елементами оздоблення (куточки, смуги);
- Конкурентоспроможна вартість.

Азбестоцементні труби - дуже перспективний вид труб самого широкого призначення, що володіють комплексом цінних властивостей. Вони не схильні до корозії як металеві, значно легше їх і не схильні до обростання. За рахунок низької теплопровідності у азбестоцементних труб менше проблем з промерзанням. Азбестоцементні труби з'єднуються за допомогою муфт.

Азбестоцементні трубиявляються продукцією найширшого призначення володіє комплексом цінних властивостей:

- У 3 рази легше металевих труб;
- Чи не іржавіють, не горять, не замерзають;
- Чи не схильні до «заростання»;
- Їм немає потреби в захисті від блукаючих струмів та ґрунтових вод;
- Тертя води по стінках менше, ніж у металевих труб, що збільшує їхню пропускну здатність і скорочує витрату енергії на перекачування рідин;
- Скорочуються витрати на будівельно-монтажні роботи на 50-60% (економічність прокладки систем опалення та гарячого водопостачання а / ц трубами із збільшенням діаметра трубопроводу зростає);
- Мінімальна тривалість будівництва;
- До мінімуму скорочуються витрати на теплоізоляцію (є теплоізолятором, теплопровідність азбесту в 60 разів менше теплопровідності сталі);
- Чи не електропровідні;
- пожежобезпечні;
- Вплив води (гарячої або холодної) надає їм додаткову міцність;
- Великий термін служби 30-35 років.

Азбестоцементні труби випускають безнапірні і напірні, що відрізняються товщиною і міцністю.

Труби безнапірні.

Випускаються відповідно до вимог ДСТУ 1839-80 для труб діаметром 100 мм і 150 мм, а для труб діаметром 200, 250, 300, 400 і 500 мм застосовують ТУ 5786-006-00281594-2002.

Використовуються для влаштування зовнішніх трубопроводів безнапірної каналізації (каналізаційні труби), димоходів (димові труби), повітроводів, газоходів, сміттєпроводів у житлових будинках, при прокладці дренажних колекторів (дренажні труби), для водовідливів через дороги і переїзди, кабелів телефонного зв'язку та електрокабелів, замість металевих і дерев'яних стовпчиків для огорож, для заміни цегли при влаштуванні погребів, для перекриття дахів гаражів та промислових будівель, для спорудження стовпчастих фундаментів під одноповерхові або збірно-щитові садові будиночки.

Труби напірні.

Випускаються відповідно до вимог ДСТУ 539-80 класу ВТ-6, ВТ-9 та ВТ-12.

Використовуються для прокладки напірних мереж питної і технічної води, для напірних водопровідних, меліоративних та зрошувальних систем, для напірної каналізації (каналізаційні труби), теплотрас, вентиляції, для дренажних колекторів (дренажні труби), димоходів (димові труби), повітроводів, газоходів, для теплоізоляції в теплових агрегатах, в нафтопроводах, для фундаментів в заболочених місцях, для влаштування водовідводів через дороги і переїзди, для стовпів і парканів, в якості обсадних труб свердловин, колодязів, для виготовлення довговічних лотків-голівниць для худоби, для виготовлення гаражних перекриттів, водостоків .

Муфти-кільця.

Для з'єднання азбестоцементних труб безнапірних служать:

- Азбестоцементні муфти;
- Поліетиленові муфти.

Для з'єднання азбестоцементних труб напірних служать:

Азбестоцементні муфти типу САМ

Для ущільнення муфтових з'єднань застосовуються гумові кільця, герметизуючі стикове з'єднання.

3.4.3. Устаткування для виробництва листових азбестоцементних виробів

Метод екструзії застосовують в азбестоцементній промисловості для виробництва стінових і покрівельних панелей різного перерізу, дощок, швелерів, декоративних панелей, черепиці та інших будівельних виробів.

Суть цієї технології полягає в тому, що азбестоцементна суміш, якій уведенням спеціальних добавок (пластифікаторів) надають високих пластичних властивостей, продавлюється за допомогою преса-екструдера через профільовану матрицю (мундштук). Отримані вироби зазнають термовологої обробки та інших довідних операцій.

Перевагою цієї технології є її безперервність, що дає змогу з високою продуктивністю отримувати вироби повної заводської готовності на цілком

механізованих і автоматизованих лініях, які можна швидко переналагодити на випуск різних виробів, замінивши мундштуки екструдера.

На технологічній лінії для виробництва екструзійних азбестоцементних панелей на Рисунок 13.7 пакети азбесту зі складу автотранспорту подаються в розпушувальну машину, з якої азбест за допомогою гвинтового конвеєра 4, ланцюгового елеватора 3 і стрічкового конвеєра 1, обладнаного плужковими скидачами, завантажується в один із бігунів 2. Обім'ятий у бігунах азбест за допомогою гвинтових конвеєрів періодично вивантажується і через вентиляторний розпушувач 8 по трубопроводу подається в бункер-живильник 12, обладнаний перегрібачем.

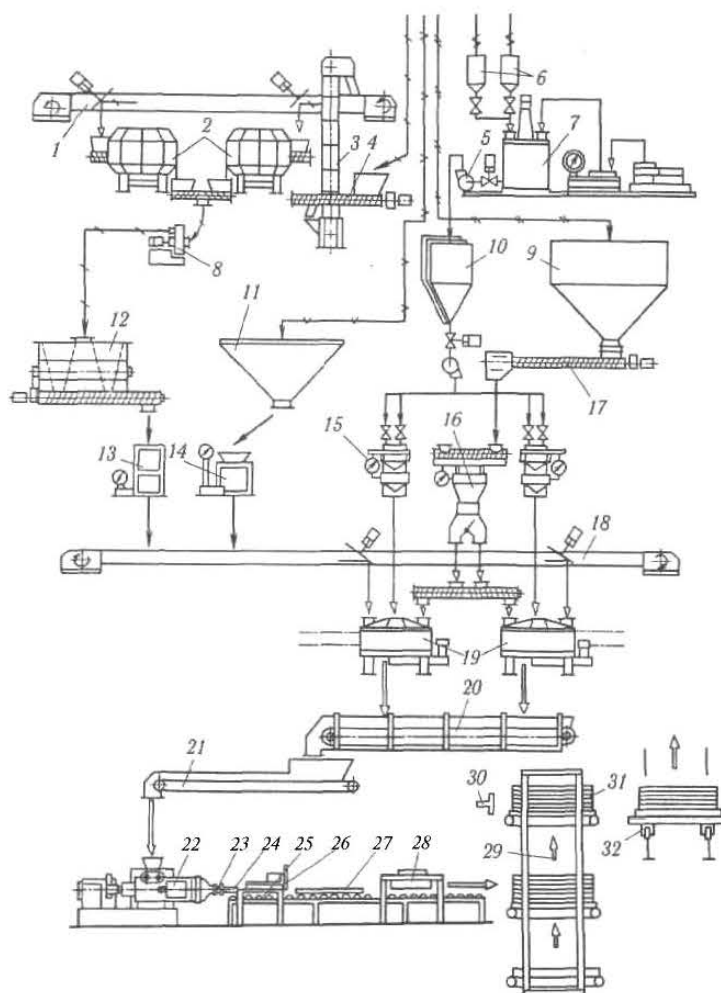


Рисунок 13.7 Технологічна схема виробництва азбестоцементних виробів методом екструзії

Пластифікатор, який використовується для виготовлення сумішей у

порошкоподібному вигляді, наприклад поліетилен-оксид, надходить по пневмоконвеєру в бункер 11 пластифікатора. Пластифікатор, який використовується для приготування сумішей у вигляді водяного розчину, наприклад метилцелюлоза, після розтарювання і зважування завантажується в апарат 7, обладнаний рамною мішалкою, куди потім із мірного бачка 6 заливається вода, нагріта до 333...340 К. Після набрякання пластифікатора в апарат за допомогою мірного бачка 6 додається потрібна кількість холодної води і суміш перемішується до повного розчинення пластифікатора. Насосом 5 розчин перекачується у вмістища-гомогенізатори 10, де він дозріває.

Цемент пневмоконвеєром безпосередньо із транспортних цистерн перекачується в бункер 9 цементу.

Азбест і порошкоподібний пластифікатор із бункерів 12 і 11 відповідно через дозатори 13 і 14 подаються на збиральний стрічковий конвеєр 18, з якого плуж-ковими скидачами завантажуються в один зі змішувачів 19. Саме туди із бункера 9 через шнековий живильник 17 і дозатор завантажується цемент. Розчин пластифікатора з бункера 10 гвинтовими насосами подається в один із дозаторів рідини 15. Усі компоненти суміші дозуються за допомогою автоматичних циклічних вагових дозаторів.

Сухі компоненти перемішуються в змішувачі протягом 3...4 хв, після чого з дозатора 1 5 у суміш подається розчин пластифікатора. Зволожена суміш перемішується протягом 3...4 хв і потім вивантажується в ящиковий живильник 20. Із ящикового живильника суміш стрічковим конвеєром 21 подається в прес-екст-рудер 22. В екструдері здійснюються додаткова механічна переробка суміші, її деаерація, ущільнення і видавлювання через мундштук 23.

Розігрівання суміші й устаткування, що спостерігається при переробленні суміші, негативно впливає на ККД преса та якість формування, оскільки деякі типи пластифікаторів втрачають свої властивості. Для охолодження змішувачів і преса використовують воду, охолоджену в спеціальних холодильних установках.

Виріб 24, що безперервно видавлюється із мундштука 23, надходить на приймальний роликовий конвеєр 25, де за допомогою дискової фрези 26, яка

переміщується синхронно із виробом, що видавлюється, від нього відокремлюється панель 27 потрібної довжини. Пристроєм 28 панель виправляється і зсовується на піддон. Подавання порожніх піддонів і складання у стопи піддонів із панелями здійснюються порталним маніпулятором 29. За допомогою штовхача 30 стопа піддонів 31 із панелями встановлюється на передавальний візок 32, що доставляє їх до одного із вхідних затворів багаторядної камери попереднього твердіння, оснащеної роликowymi опорами. Стопу піддонів штовхач заштовхує в камеру, при цьому чергова стопа піддонів з панелями, що зазнала обробки, виштовхується з камери через вихідний затвор і подається на передавальний візок, який подає стопу на пост розбирання.

Стопи розбираються порталним маніпулятором, обладнаним захоплювальними пристроями для панелей і піддонів. Вивільнювані піддони після чищення і змащування повертаються на пост укладання панелей, а панелі після розбраковування і калібрування складаються у стопи на автоклавному візку. Після оброблення в автоклаві порожню панель заповнюють утеплювачем, зашпаровують торці панелей і доставляють на склад готової продукції.

Екструдер на Рисунок 13.8 є головною машиною для виробництва екструзійних азбестоцементних виробів. У ньому здійснюються перемішування і подрібнювання суміші, її деаерація, ущільнення і видавлювання через мундштук у вигляді безперервного профілю.

Залежно від технологічного призначення в екструдері можна виділити два основних вузли: змішувач і нагнітач суміші з головкою і мундштуком. Кожен вузол обладнаний індивідуальним приводом постійного струму, що допускає зміну частоти обертання робочих органів у потрібному діапазоні.

Змішувач складається з литого корпусу 6 на Рисунок 13.8 і двох паралельних шнекових валів 4 і 5, що мають литі секції 8. Між корпусом і редуктором 1 є привідна коробка 3 з парою валів-шестерень 2, що передають крутний момент від ведучого вала 4 на ведений 5 і забезпечують обертання шнекових валів у протилежних напрямках. При цьому шнеки мають протилежні кути підйому.



Нагнітач суміші складається з вакуумної камери 19, підшипникового вузла 16 і корпусу 20, в якому розміщений вал 13, з'єднаний муфтою 14 з редуктором 15, винесеним за межі корпусу нагнітача. До циліндра прикріплена головка 21 з мундштуком 22. Шнековий вал виконаний у вигляді окремих литих секцій 25, розміщених на валу 13. Причому крок шнека зменшується в напрямі до головки і закінчується двозахідною лопаттю.

Циліндр складається з двох частин, обладнаних із внутрішнього боку поздовжніми напрямними 26, виконаними зі зносостійкого матеріалу, а з зовнішнього — сорочкою 27 для охолодження рідиною. Щоб полегшити розбирання і чищення циліндра, кожна з його частин установлюється на вакуумній камері за допомогою шарнірів 28.

Номінальна потужність двигуна нагнітача становить 75 кВт, максимальна частота обертання шнеків 0,15 об/с, номінальний тиск у головці екструдера 4МПа.

Робота екструдера здійснюється у такий спосіб. Пластифікована азбестоцементна суміш рівномірно подається в зону 7 завантаження змішувача, де захоплюється живильними лопатями, втягується у простір між шнеками, переміщується і транспортується у бік зони розвантаження. Дійшовши до решітки 9, суміш інтенсивно переміщується, ущільнюється, утворюючи пробку, що перешкоджає потраплянню повітря в першу камеру 11 деаерації, а при досягненні певного тиску продавлюється крізь отвори решітки, подрібнюється ножами 10 і надходить у камеру деаерації, в якій із суміші видаляється повітря. Пройшовши таким самим способом у другу камеру деаерації, суміш набуває високого ступеня однорідності й пластичності і подається в нагнітальний шнек. Рухаючись по каналу, суміш ущільнюється, набуваючи на останніх витках шнека властивості суцільного потоку, і у вигляді двох спіралей видавлюється в головку 21. Унаслідок тертя суміші об лопаті шнека вони інтенсивно розігріваються, причому через низьку теплопровідність азбестоцементної суміші, яка майже не переміщується, дуже розігріваються шари, що безпосередньо перебувають у контакті зі шнеком. З цієї причини потік суміші, який надходить у головку, має істотну неоднорідність пластичних властивостей, що негативно позначається на якості формування. Щоб знизити розігрівання суміші, шнек доцільно охолоджувати.

Головне призначення головки екструдера — забезпечення плавного переходу потоку формувальної суміші від кільцевого перерізу на виході із циліндра до профілю вхідного перерізу мундштука.

Вихідний переріз головки вибирають таким, щоб забезпечити встановлення мундштуків для формування однотипних виробів. Наприклад, для формування виробів типу панелей — це прямокутний отвір. Фронт швидкостей подачі матеріалу в мундштук характеризується при цьому істотною нерівномірністю і наближається до форми еліптичного параболоїда. Щоб вирівняти фронт швидкостей руху матеріалу, головки виконують більшої конусності в осьових площинах вихідного перерізу, внаслідок чого у вхідного перерізу головки утворюються дельта-подібні грані 24. Гальмівна дія цих граней сприяє вирівнюванню фронту швидкостей. Швидкості руху матеріалу регулюють також гальмівними болтами 23, що вкручуються крізь отвори в стінках граней.

Мундштук є змінним інструментом екструдера, який дає змогу дуже просто здійснювати перехід лінії на випуск виробів різних типів. Функції мундштука полягають у тому, що в ньому остаточно формується структура виробу, тому дефекти, які виникають тут, важко виправити на інших технологічних ділянках.

За цією технологією свіжосформований виріб повинен мати високу жорсткість, що забезпечує його формостійкість, тобто матеріал у процесі формування не зазнає великих пластичних деформацій.

Мундштук для формування азбестоцементних панелей складається з корпусу 1 на Рисунок 13.9, губок 2, пустотоутворювачів (кernів) 4, формотвірних елементів 3 і траверси 5.

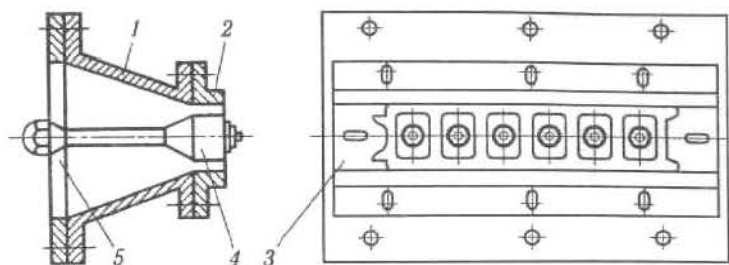


Рисунок 13.9 Конструкція мундштука

У мундштуці можна виділити дві характерні зони: формувальну і стабілізувальну. У формувальній зоні суміш інтенсивно деформується і виробу надається потрібна форма. У стабілізувальній зоні рух матеріалу можна вважати

иробкоподібним. Ця зона призначена для створення у формувальній зоні потрібного гідростатичного тиску, який забезпечує умови пластичної деформації суміші, і релаксації залишкових напружень у матеріалі, які у разі швидкого розвантаження матеріалу можуть призвести до його розбухання і появи на поверхні виробу тріщин. Профілі виробів, що формуються, вибирають насамперед, виходячи з вимог, які забезпечують їхні експлуатаційні характеристики: теплопровідність, твердість тощо. Елементи профілю можуть бути різної товщини, асиметрично розміщені, мати різну поверхню тертя, а отже, різний опір видавлюванню суміші. Нерівномірність швидкостей видавлювання суміші по перерізу мундштуків, що виникає при цьому, призводить до розривів стінок виробу на ділянках елементів зі зниженими швидкостями. Вирівнюються швидкості зниженням опору руху суміші на цих ділянках. Цього досягають збільшенням площі західної частини зони формування і зниженням довжини зони стабілізації. Виконання каналу західної частини стабілізуювальної зони з невеликим конусом, що забезпечує деформацію суміші в межах пружності, дає змогу збільшити його опір і знизити швидкість руху суміші на цій ділянці.

3.5. Способи виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій

У сучасному гідротехнічному будівництві широко застосовують збірні залізобетонні конструкції. Збірний бетон і залізобетон застосовується на будівництві масивних високих споруд, на будівництві тунелів та підземних гідроелектростанцій, насосних станцій і валорних відвідів. Застосування збірного залізобетону є найважливішою ланкою індустріалізації будівництва і корінного удосконалення конструкцій споруд. При застосуванні збірного залізобетону значно скорочуються питома обсяг залізобетону (до 40% в порівнянні з монолітним варіантом), кількість потрібної робочої сили (до 50%) і знижуються питомі витрати (на 25-40%).

Терміни будівництва до пуску перших гідроагрегатів в умовах широкого застосування збірного залізобетону скорочуються до 35-45 років, т. Е. Наближаються до термінів будівництва великих теплових електростанцій.

У зв'язку з цим особливого значення набувають індустриальні методи масового виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій на спеціальних великих заводах промислового типу потужності 150-200 тис. ЖЗ в рік, які обслуговують прилеглі до них райони, або на полігонах, розташованих безпосередньо біля місць будівництва.

Для забезпечення енергетичного будівництва збірними Деталлями створюється мережа потужних підприємств будівельної індустрії, а також районні та міжрайонні бази з радіусом дії до 800 км.

На підприємствах збірного залізобетону створюються механізовані технологічні лінії на Рисунок 13.10:

- а) для виготовлення колод, ригелів і балок;
- б) з виробництва фундаментів і інших масивних конструкцій;
- в) з виробництва панелей, покриттів і перекриттів.

На цих підприємствах широкого поширення набули три основні методи механізації виготовлення збірних бетонних та залізобетонних конструкцій: стандова, поточно-агрегатний і поточно-конвеєрний.

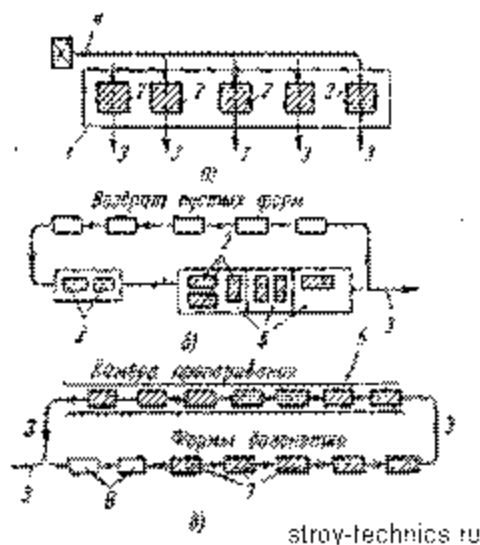


Рисунок 13.10 Технологічні схеми виготовлення збірних залізобетонних виробів і конструкцій

а - стандова; б - поточно-агрегатна; в - поточно-конвеєрна

При стандовій методі (Рисунок 13.10, а) всі операції (формування, затвердіння, розпалубка, обробка поверхні) протягом всього процесу виготовлення

виробів проводяться на стаціонарних стендах. Форми з виробом як в процесі виготовлення, укладання і ущільнення бетонної суміші, так і в процесі затвердіння бетону залишаються на місці, а виробничі ланки і технологічне обладнання (формуючі механізми) послідовно переміщують від однієї нерухомої форми, в якій формується виріб, до іншої. Сам виріб пересувається тільки 1 раз - під час перевезення його на склад з готової продукції. Машини, що виконують операції з подачі форм, арматури і бетонної суміші, а також з укладання арматури, бетонування і розпалубці, пересуваються від однієї форми з виготовленим виробом до іншої.

Стендова метод доцільний при виробництві великих деталей, а також при використанні спеціального обладнання для формування певного виду виробів (струнно-бетонний стенд, бетонують комбайн, вертикально-касетні установки та ін.).

Стендова метод може здійснюватися:

а) на гладких бетонних майданчиках - для виготовлення будь-яких деталей, але переважно великорозмірних плоских деталей, при яких більш ефективно використовується поверхня обігрівається підлоги;

б) в ямних пропарювальних камерах, що влаштовуються при виробництві масивних конструкцій, підігрів яких на тепловому підлозі не забезпечує необхідної теплової обробки;

в) на спеціальних стендах, що призначаються для виготовлення напружено-армованих конструкцій - балок, прогонів, настилів і панелей перекриттів.

Вага виробів, які формуються з стендового методу, залежить тільки від вантажопідйомності кранів.

Поточно-агрегатний метод виробництва збірних залізобетонних деталей (Рисунок 13.10,б) характеризується тим, що технологічні операції виготовлення виробу виконуються на різних робочих постах. За цією схемою форми з виробами з допомогою підйомно-транспортних засобів переміщуються від поста до поста з зупинками, необхідними для виконання кожної операції. При цьому затвердіння бетону відбувається не на місці формування, а в спеціальних пропарювальних

камерах 5. Після теплової обробки форми з виробом пересуваються на пост розпалубки, звідки готові вироби перевозяться на склад готової продукції, а форми повертаються на пост формування.

Поточно-агрегатний метод досить гнучкий і дозволяє найбільш просто організувати виготовлення різноманітних виробів: плит, панелей, настилів, прогонів, ригелів, колон та ін. Для переходу від виробництва одного типу вироби до іншого потрібно тільки заміна форм. В силу своєї економічності, гнучкості та простоти освоєння цей метод широко застосовується на заводах збірних залізобетонних деталей будь-якої потужності.

Вага формованих виробів з поточно-агрегатному методу обмежується вантажопідйомністю кранів і формуючих віброплощадок.

При поточно-конвеєрному способі виробництва збірних залізобетонних деталей (Рисунок 13.10,в) вироби і форми-вагонетки переміщаються від одного поста до іншому по конвеєру з примусовим ритмом, визначеним найбільш тривалою операцією; при цьому машини, які обробляють ці вироби, і обладнання залишаються на своїх місцях, а форми-вагонетки проходять спочатку підготовчі пости, де їх очищають і змазують.

Потім вони надходять на основні пости, на яких в строго визначеному порядку укладаються арматура і заставні частини, а також укладається і ущільнюється бетонна суміш. пройшовши всі пости, виріб направляється в камери пропарювання безперервної дії тунельного типу, де воно пропарюється, продовжуючи безупинно рухатися. Після виходу з камери і подальшому випресованні з форми виріб надходить на склад готової продукції, а форма - на пост. Для кожного виду виробів на такому заводі влаштовується спеціалізована конвеєрна лінія.

Вага формованих виробів з поточно-конвеєрної технології обмежується вантажопідйомністю кранів і формуючих віброущільнювачі, а також потужністю тягових органів конвеєрів.

На заводах, що працюють за поточно-конвеєрного методу, можна застосовувати більш досконалу технологію і автоматичні лінії (прокатні стани,

вертикально-касетні установки), що найбільш економічно.

З огляду на характер збірних залізобетонних конструкцій, що застосовуються на будівництві енергетичних об'єктів, можливу концентрацію підприємств збірного залізобетону і обсяг їх виробництва, найбільш доцільними технологічними схемами вважають поточно-агрегатної і поточно-стендову.

На Рисунок 13.11 схематично показаний потоковий метод зведення гідроелектростанції зі збірного залізобетону.

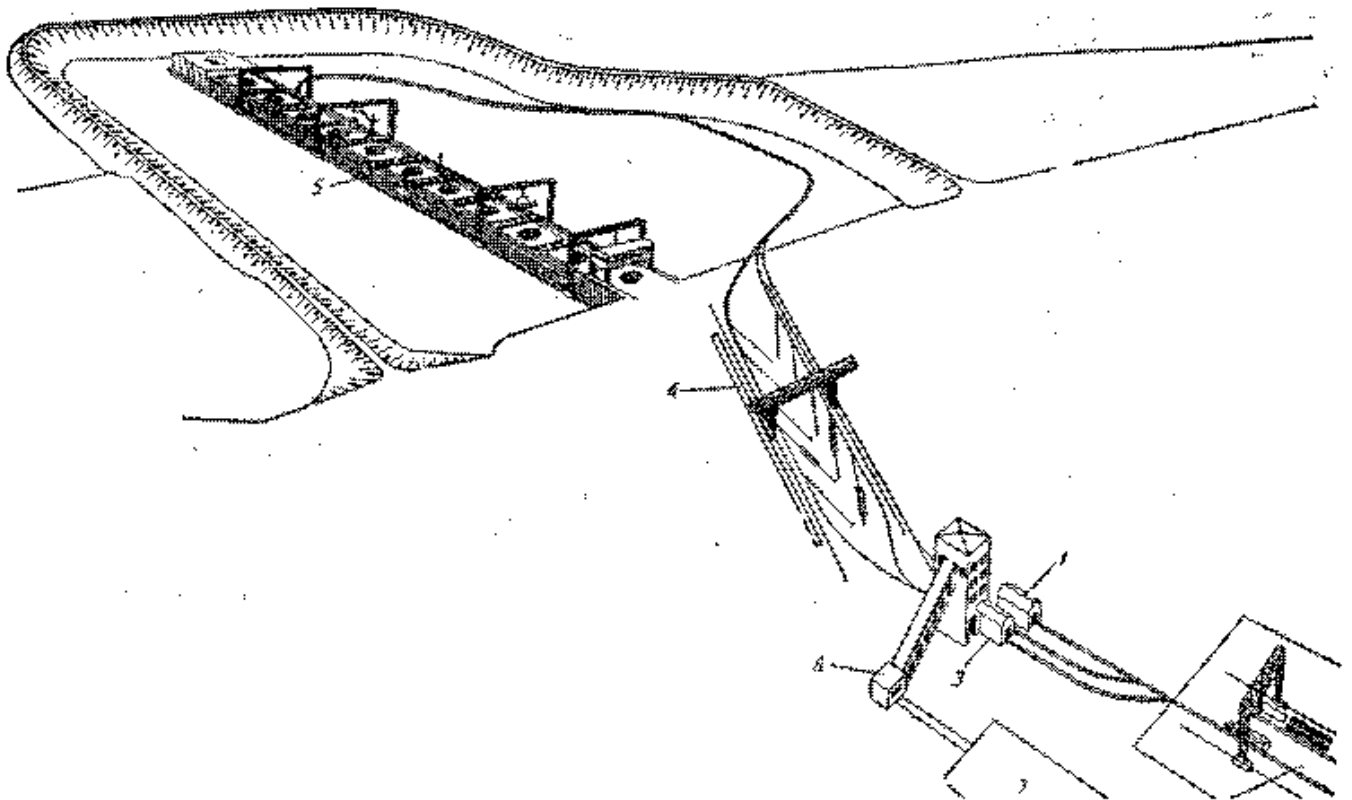


Рисунок 13.11 Схема поточного методу зведення ГЕС зі збірного залізобетону

- 1 - цех підготовки форм; 2 - арматурний завод; 3 - цех формування виробів;
4 - майданчики термообробки виробів; 5 - монтажний майданчик; 6 - бетонний завод;
7 - склад заповнювачів

Процес виготовлення виробів і монтажу складається з окремих операцій.

Кожна операція проводиться в спеціалізованих цехах або на майданчиках. Конвеєр, що складається з залізничних платформ з формами, об'єднує роботу цехів і майданчиків в єдиний виробничий процес. Про в визначає потоковість виробництва, прискорює виготовлення виробів і організовує загальний хід робіт. Цикл переміщення платформи з формами починається з цеху підготовки форм на майданчик готової продукції арматурного заводу, далі - в цех формування виробів, майданчик теплової обробки виробів і на монтажний майданчик.

Після знімання готового виробу на монтажному майданчику платформа повертається в цех підготовки форм, і цикл повторюється. Платформа всередині технологічної лінії пересувається, за допомогою мотовозів або тепловозів.

Виробництво збірних залізобетонних виробів по кожній із розглянутих вище технологічних схем складається з наступних основних процесів:

- а) прийому, зберігання і транспортування сировини;
- б) виготовлення арматури;
- в) приготування бетонної суміші;
- г) формування деталей;
- д) прискорення твердіння деталей;
- е) распалубки і доведення і зберігання готової продукції.

З усього комплексу процесів, з яких складається виготовлення бетонних і залізобетонних виробів, формування є найбільш важливим; прийнятий спосіб формування часто визначає метод виготовлення виробів в цілому.

Процес формування складається з наступних технологічних і транспортних операцій: підготовки форм (очищення, змащення і складання); укладання арматури і закладних частин або натягу арматури; ущільнення бетонної суміші у формі і її ущільнення; обробки лицьової поверхні відформованих виробів (заравнівння, загладжування і ін.); вилучення пустотообразуючих вкладишів і звільнення бортовий оснастки форм; звільнення піддонів або форм від виробів і повернення їх до початку потоку.

Окремі операції в залежності від виду виробів і прийнятих методів їх виготовлення можуть випадати з технологічного процесу або видозмінюватися.

У сучасній практиці при цьому враховуються способи ущільнення і характер формувального обладнання.

Прийнято наступні методи формування виробів:

- 1) вібрацією, поєднується в необхідних випадках зі штампуванням, вакуумированим і пресуванням бетонної суміші;
- 2) пресуванням і плющенням;
- 3) відцентровим методом;
- 4) литтям без ущільнення;
- 5) набивним способом в матрицях.

Основним обладнанням для механізації формування виробів є різноманітні види форм, пристрої для їх очищення й змащення, а також машини для ущільнення бетонної суміші в формах і для обробки лицьової поверхні.

Найбільш трудомісткими операціями формування виробів є укладання бетонної суміші в форму і її розподіл в ній. Ці операції в сучасній практиці виконуються механізовано, за допомогою самохідних бетоноукладачів.

Останні в залежності від призначення поділяються на:

- а) бетоноукладчики з стрічковими живильниками - для поточно-конвеєрного методу виробництва;
- б) бетоноукладчики з поворотним стрічковим живильником - для стендового способу виробництва;
- в) бетоноукладчики з стрічковими живильниками і пристроями для розподілу і загладжування бетону - для агрегатно-поточного методу виробництва.

Бетоноукладач з стрічковим живильником на Рисунок 13.12 для поточно-конвеєрних установок складається з самохідної рами, приводу рами, стрічкового живильника, приводу живильника, заслінки для регулювання розміру вихідної щілини копильника, ручного механізму управління заслінкою, бункера, вузла підвіски кабелю, гідроприводу і пульта управління.

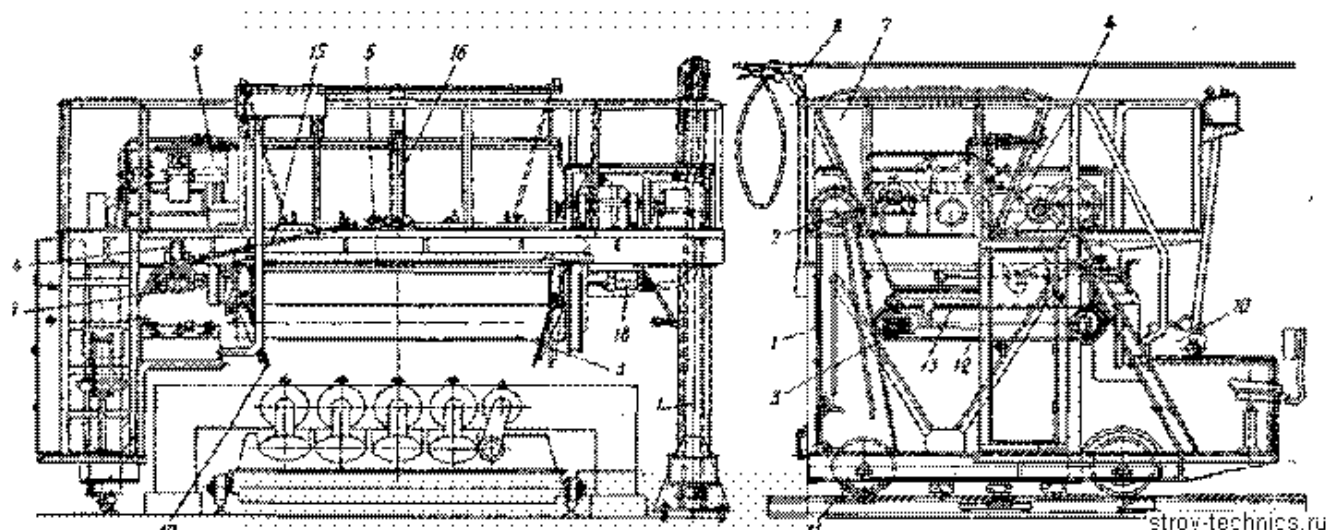


Рисунок 13.12 Бетоноукладач з стрічковим живильником для поточно-конвеєрних установок

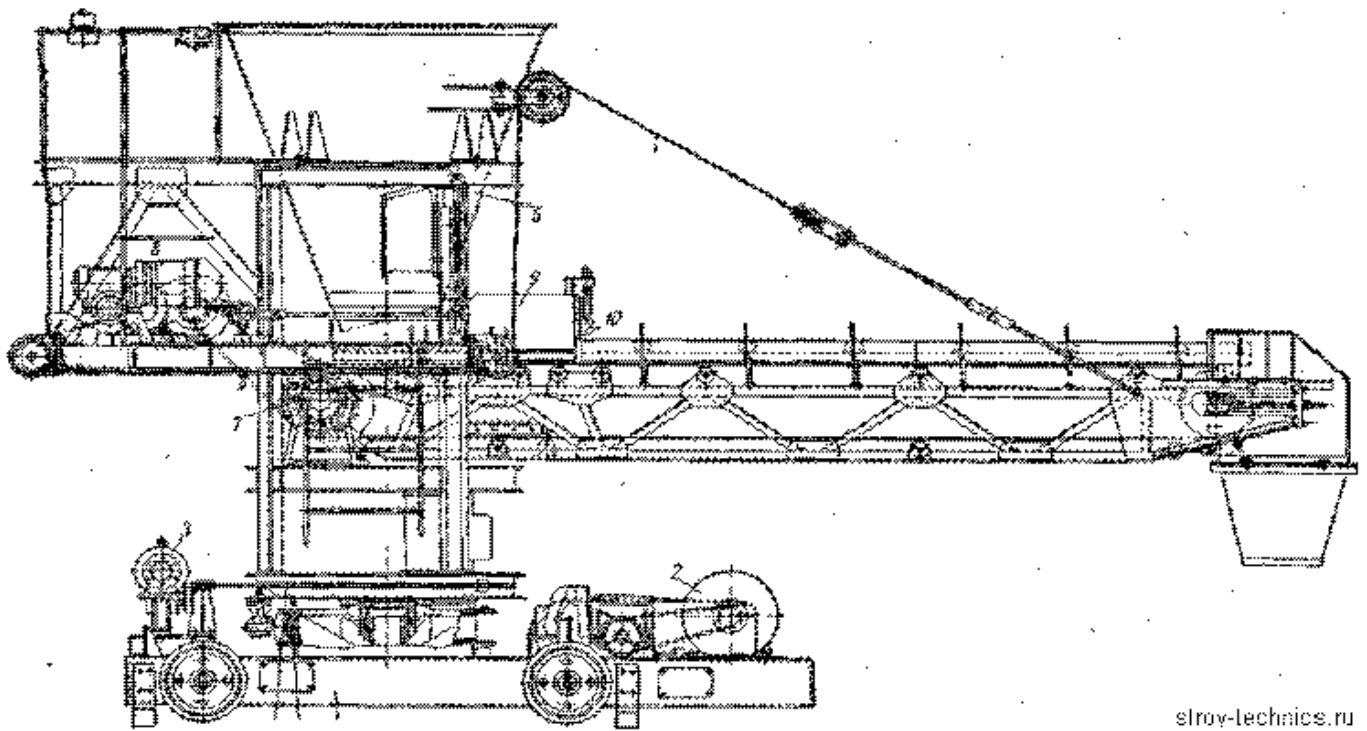
Два колеса самохідної рами виконані приводними. Привід пересування рами складається з трьохшвидкісного електродвигуна, редуктора, вала і двох ланцюгових передач. Стрічковий живильник складається з приводного і натяжного барабанів, нескінченної прогумованої стрічки і опорного листа. Заслінка виконана у вигляді секторного щита, що перекриває вихідний отвір копильника. Механізм управління заслінкою складається з черв'ячної передачі, карданного валу, шестерень і рейки.

Для можливості формування виробів різної ширини положення стінок копильника може регулюватися гідроштовхачами.

Продуктивність такого типу бетоноукладачів 20- 50 м³ /год. Швидкість пересування 4-10 м /хв. Потужність двигуна 6-10 кет.

Бетоноукладач з поворотним стрічковим живильником застосовують для укладання бетону в форми, встановлені на протяженном стенді.

На опорній самохідному візку бетоноукладчика на Рисунок 13.13 змонтовані привід пересування, привід повороту платформи і трек, який є опорною поверхнею для коліс поворотної платформи.



stroy-technics.ru

Рисунок 13.13 Бетоноукладчик для стендових установок з поворотним стрічковим живильником

На рамі останньої встановлені приймальний бункер, привід стрічкового живильника, привід підйому стріли живильника і пульт управління. Завантажувальна воронка стрічкового живильника забезпечена шибром, за допомогою якого регулюється товщина шару бетону на стрічці.

Ущільнення бетону способом вібрування здійснюється за допомогою поверхневих і глибинних вібраторів і віброплощадок, що представляють собою горизонтальні платформи на пружних прокладках, що наводяться в коливальний рух вібромеханізм. Форма з поміщенням в ній виготовляються виробом встановлюється на горизонтальній площадці такого вібратора і піддається разом з виробом дії вібрацій.

Вібропресування - це одночасне вібрація і пресування виробу, що формується за допомогою плити, що розташовується на поверхні бетонної суміші або внутрішніх пневмовклади-шей. Вібропресування має значні переваги перед статичним пресуванням (без вібрації), для якого потрібні більш важкі і потужні преси. Величина пресує тиску $5-15 \text{ КН/м}^2$ ($50-150 \text{ г/см}^2$) і залежить від жорсткості бетонної суміші.

Віброштампування відрізняється від вібропресування тим, що виробу, що

формується має не пласку, а профілированну поверхню (сходові марші, ребристі плити, шпали та ін.), в зв'язку з чим поверхню пресують плити, званої віброштампом, також профільована. Віброштамп під дією власної ваги і змонтованого на ньому вібратора вдавлює в формованих виробів потрібний рельєф і ущільнює бетонну суміш.

Віброштампування застосовується і при виготовленні фігурних виробів. У цих випадках необхідне обрис нижньої поверхні виходить за допомогою матриці.

Прогресивним напрямом у розвитку масового виробництва однотипних виробів і деталей є перехід до формування на спеціалізованих машинах, в яких форма або її бортові елементи і вкладиші стають невід'ємними частинами самих формувальних машин. при формуванні порожнистих виробів, таких як панелі, настили, стінові блоки і ін., для ущільнення бетонної суміші використовують порожнисті, круглої або овальної форми пустообразователі з вібруючими механізмами в порожнині, звані вібровкладишами. Вібровкладиші кріпляться на траверсі, яка здійснює зворотно-поступальний переміщення при введенні вкладишів в форму і витягу їх з неї. У машинах з вібровкладишами пересування гравер з пустообразователями зазвичай поєднується з переміщенням на деяку величину торцевих або поздовжніх бортів форми.

Вібровкладиш (пустообразователь) універсального типу показаний на рис. 229. Він являє собою овальний (круглий) корпус, в якому послідовно розташовані вібратори, з'єднані між собою проміжними валами з шарнірними муфтами. Вали вібраторів приводяться в обертання від електродвигуна через клиноремennу передачу, передавальну обертання на шків, закріплений на валу вібратора. Натяг пасової передачі здійснюється натяжним роликом.

Формувальні машини, що працюють з вібровкладишами, в залежності від кількості вкладишів мають продуктивність від 200 до 900 м³ в зміну. Встановлена потужність електродвигунів коливається відповідно від 25 до 75 кет.

Нова технологія виготовлення елементів великорозмірних залізобетонних конструкцій розвивається із застосуванням двох методів: методу вібропрокату або методу вібропресування і касетного методу в вертикальних багатомісних касетах.

Метод вібропрокату, розроблений, широко застосовують при виготовленні тонкостінних великопанельних деталей з напруженим армуванням.

На Рисунок 13.14 показана схема установки для виготовлення ребристих залізобетонних плит методом вібропрокату на прокатному стані конструкції Н. Я. Козлова.

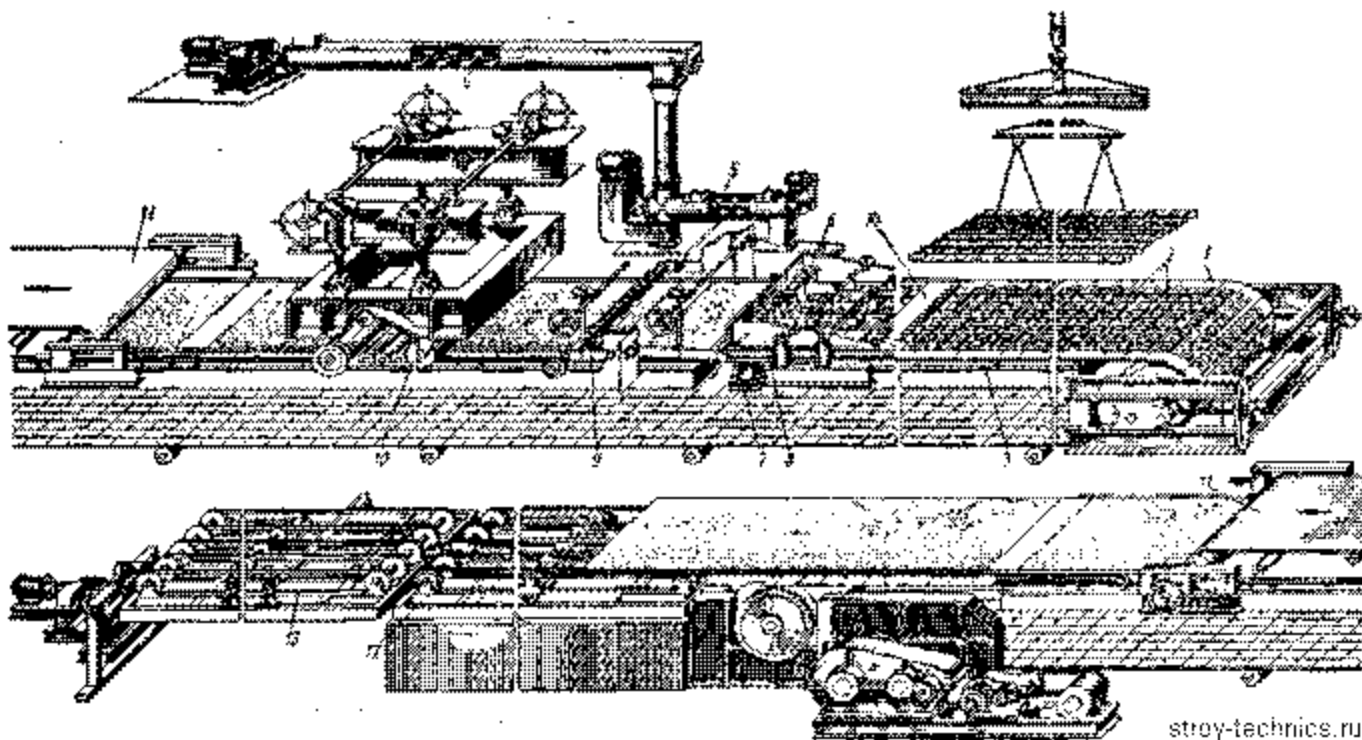


Рисунок 13.14 Схема пристрою прокатного стану конструкції Н. Я. Козлова

Прокатний стан складається з формуючої стрічки з вкладишами, що несе ланцюга, дозувально-змішувального обладнання, шнека, бетонозмішувач безперервної дії, шнекового бетоноукладчика, вібробрусом, віброщітка, разравнівателя, калібрує пристрою, прогумованої стрічки, герметизуючої виріб на ділянці термічної обробки, обгону рольганга і перекидача.

За допомогою дозувально-змішувального обладнання готується бетонна суміш. Проходячи через шнек, вона зволожується і потрапляє в лопатевий бетоносмеситель безперервної дії. Звідси суміш подається на формующую стрічку. Панель формується на безперервно рухається нескінченній металевій стрічці, що представляє собою ряд тягових ланцюгів, на яких укріплені вкладиші. Під ланцюгами для попередження прокидання бетону є металевий нерухомий лист. Між

тяговими ланцюгами проходять несучі ланцюга, на які спираються поздовжні ребра формуючої панелі. Ущільнення суміші і заповнення простору між вкладишами забезпечується вібробрусом.

Укладений і ущільнений бетон, рухаючись з формуючою стрічкою, проходить під реброобразователем, яке збирає над ребрами формуючої панелі бетон в кількості, необхідній для ущільнення при прокатці, і далі потрапляє під калібру пристрій, де він остаточно укочується. Калібру пристрій складається з барабана і ряду валків, охоплених нескінченною безперервною стрічкою.

Вкладиші забезпечують освіту в .формуемому виробі западин. Зазори ж між (вкладишами відповідають товщині ребер. Ущільнення бетонної суміші виконується при тиску до 2500 кн /м² (25 кг /ОМ²). Розділовий брус служить для відділення однієї панелі від іншої... .

Відформована панель подається під герметизуючу стрічку в зону термічної обробки, де після двогодинного перебування при температурі 100 ° С плити отримують міцність близько 20 Мн /м² (200 кг /см²). Після цього готовий виріб подається на двухкороетной обгінний рольганг і потім надходить на стенд для контролю якості та збірки панелей.

За допомогою аналогічної прокатної установки можна формувати не тільки гладкі перегородкові панелі, але і панелі зовнішніх стін, гладких з одного боку і ребристих з протилежного боку, для чого нижня. Форма стрічка повинна мати відповідну .профільну поверхню і служити як би матрицею.

Для виготовлення тонкостінних залізобетонних виробів касетним методом застосовують вертикальні розсувні металеві або залізобетонні касети. При цьому методі теплової обробки виробів проводиться безпосередньо в касетах.

Технологічний процес виготовлення панелей в вертикальних касетах зводиться до наступного. Після очищення й змащення поверхонь касет, які перебувають в розсунутому стані, встановлюють заздалегідь заготовлені каркаси і закріплюють заставні металеві частини (фіксатори). На сітках каркаса в «розбіг» встановлюють заставні фіксатори, що забезпечують центральне положення арматурної сітки в стінці панелі, після чого стінки касети пересуваються в

положення, відповідне розмірам виготовленої деталі. Потім встановлюють спеціальні Вибронасадка, які прикріплюють до елементів арматурних сіток панелі, і в касету, одночасно в усі відсіки, подають бетонну суміш, яку в процесі її укладання ущільнюють вібруванням. Після закінчення укладання бетонної суміші Вибронасадка знімають і встановлюють кришки, що закривають верхні поверхні панелі.

Панелі прогрівають протягом 2 годин при температурі 96-99 ° С, після чого виріб витримується в касетної установці ще 4 ч. Завдяки великій теплоємності установки температура знижується повільно (1-3 ° С на годину). Після закінчення 4 ч проводиться розсунення касет. Готова панель за допомогою мостових кранів і передавальних візків встановлюється на стендах оздоблювального відділення, де усуваються на ній дрібні дефекти, після чого панелі відправляють на оклад ютів продукції.

РОЗДІЛ 4. Основи технології виготовлення керамічних виробів

4.1. Загальні відомості кераміки



Виробництво кераміки – це процес, відомий з давніх часів, який полягає у виготовленні великого спектру виробів переважно з природних глин, а також з їх сполучень з добавками (мінеральними та органічними). В процесі роботи сировину обпалюють до каменеподібного стану, а до цього вона проходить через низку інших технологічних етапів.

4.1.1. Види кераміки

В цілому, залежно від структури, кераміка буває тонкою (зі склоподібним або дрібнозернистим черепком) і грубою (з черепком грубозернистим). Тонка, в свою чергу, підрозділяється на такі види: майоліка, фаянс, вироби з каменемас, порцеляна, напівпорцеляна. Основний представник грубої – гончарна кераміка. Також окремо можна виділити карбідну (карбіди вольфраму і кремнію), алюмооксидну, цирконієву (на основі діоксиду цирконію), нітридну (на основі алюмонітриду) та інші види кераміки. Порцеляні властиві щільний білий спечений черепок (у деяких випадках є блакитний відтінок) і низьке вологопоглинання (до 0,2 %). Характерна риса – тонкий мелодійний звук, що виникає при постукуванні. Краї бортів порцелянових виробів не покриваються поливою. Основною сировиною для цього виду кераміки слугує біла глина, пісок, польовий шпат та ін. добавки. У фаянсу черепок має пористу структуру (9-12 %) і білий з жовтим відтінком колір.

Високопористість пояснює повне покриття фаянсу безбарвною поливою незначної термостійкості. В основному, з фаянсу виготовляють повсякденний столовий посуд. А сировиною для нього служать білоспечені глини спільно з крейдою і кварцовим піском. Між порцеляною і фаянсом є проміжний вид кераміки – напівпорцеляна – матеріал, який характеризується білим черепком і вологопоглинанням 3-5 %. Задіюється також при створенні посуду. Майоліка – це керамічні вироби з пористим черепком, невеликою товщиною стінок і вологопоглинанням приблизно 15 %. Поверхням властиві гладкість і блиск, вони можуть бути покриті поливою різних кольорів і мати декоративний рельєф. Виготовляється майоліка шляхом лиття. А сировиною для неї служать біло- і червоноспечені глини. Перші – для фаянсового підвиду майоліки, другі – для гончарного. А також у роботі використовуються плавні, крейда і кварцовий пісок. Гончарна кераміка з червоно-коричневим черепком виготовляється, відповідно, з червоноспечених глин. Їй властиві висока пористість і значне вологопоглинання (до 18 %). Вона може покриватися безбарвною поливою, мати кольоровий розпис глиняними фарбами.

4.1.2. Технологія виготовлення

Основні етапи керамічного виробництва такі: створення шлікера (робочої маси), формування предмета, висушування, виготовлення глазурі та емалювання плюс випал і сортування на групи подібних виробів. Шлікер створюється згідно із заданою рецептурою, є сумішшю вихідної сировини і основою керамічного черепка, який визначає форму виробу. Спочатку необхідні для роботи матеріали дозуються, а опісля ретельно змішуються. Вид отриманої маси може бути як рідким, так і тістоподібним. Формування виробу може відбуватися або пластичним шляхом, або в процесі лиття із задіянням гіпсових форм. Пластичне формування може бути ручним (ручне ліплення + відминання за формами + витягування гончарним колом) і механічним (із застосуванням сучасної техніки). Лиття використовують для створення складних і тонкостінних виробів. Сформовані вироби зазвичай мають вологість близько 20-28 %. Тому їх піддають сушці для досягнення необхідного відсотка вологості. В результаті висушування вони стають міцнішими, стійкішими до

деформації та розтріскування в процесі випалу. Дуже важливий технологічний етап – випал, у ході якого створюється правильна структура черепка, що визначає технічні властивості предмета, який виготовляється (пористість, механічну міцність, термостійкість тощо). Випал може бути одно- і дворазовим, а іноді й триразовим. Третій, муфельний при t 600-800 °С, необхідний для закріплення фарб і позолоти.

4.1.3. Сировина для керамічних виробів

Всю сировину можна поділити на пластичну (глини і каоліни) та непластичну. Основний матеріал, який необхідний для створення різноманітної кераміки – глини. Це об'ємна група осадових порід, які формуються на поверхні земної кори при різних геологічних процесах. Особливе значення в керамічному виробництві мають пластичні властивості глини, що виявляються при її поєднанні з водою. Також цінна поява твердого черепка в процесі випалу. Каолін, як різновид глинистих порід, має таку особливість, як значна кількість у його складі глинозему. Саме він визначає максимальну білизну, без якої неможливе створення порцеляни та фаянсу. Варто зазначити, що чисту глину вкрай рідко використовують при виготовленні керамічних виробів. Різні добавки, зокрема, отощаючі матеріали та плавні, задіюються для поліпшення якісних характеристик кераміки. Такі матеріали, як плавні (польові шпати, вапняк, карбонат магнію, доломіт, пірофіліт) сприяють появі в робочій масі легкоплавких сполук, що відповідають за покращене спікання черепка і зниження t випалу. Що стосується отощаючих матеріалів (кварцового піску, шамоту, черепа), то вони мінімізують усадку глини, запобігають розтріскуванню в технологічних процесах висушування і випалу. Також вони покращують структуру і механічні властивості. Крім того, задіюються у виробництві кераміки для додання особливих властивостей: - склоутворювачі, наприклад, свинцевий сурик або бура; - пороутворювальні добавки, які є одночасно і отощаючими (деревна тирса, вугільний порошок, торф'яний пил); - пластифікатори, зокрема, бетоніти і ПАР; - спец. добавки, зокрема, оксиди металів.

4.1.4. Допоміжні добавки для виготовлення кераміки

Калійна селітра (нітрат калію). Неорганічна сполука у вигляді твердої безбарвної речовини з легкою гігроскопічністю і відсутністю запаху. Добре розчиняється у воді, не розчиняється в чистих етиловому спирті та ефірі. Нітрат калію вводять до складу глазурі для керамічних виробів, сплавляючи її з іншими компонентами. Борна кислота. Біла тверда маса, що складається з безбарвних кристалів. Розчиненню піддається в гліцерині, етиловому спирті та діетиловому ефірі. Застосовується для виготовлення глазурі, якій надає блиск, зменшує кислотостійкість і схильність до «цеку», а також збільшує термостійкість і зменшує ТКЛР поливи. Вона не тільки покращує якість, збільшує хімічну і механічну міцність, але й спрощує виробничий процес, зменшує витрату енергетичних ресурсів і кількість браку, сприяє кращому зчепленню глазурі та оброблюваної поверхні. Оксид кобальту (окис кобальту). Кристалічна порошкоподібна маса. Колір може варіюватися від сіро-зеленого до чорного. У воді та інших розчинниках не розчиняється, розчиненню піддається лише в розведених кислотах і повільному – в гарячих лугах. У керамічному виготовленні окис кобальту задіюють для створення підглазурної фарби (передглазурне покриття). Таке застосування обумовлює стійкість пігменту до значних температур. Спільно з іншими речовинами, залежно від їх сукупності та пропорцій, дає різні кольори: синій, сіро-блакитний, зелений і чорний. Сульфат кобальту (кобальт сірчаноокислий). Тверда гігроскопічна кристалічна речовина. Колір – від рожевого до червоного. Розчинення у воді – добре, але повільне, в етиловому спирті та концентрований H_2SO_4 – погане, в гліцерині та метиловому спирті – дещо краще. Ця речовина активно застосовується для фарбування кераміки. Її вводять до складу фаянсових мас і глазурей. Оксид магнію. Зовні це білі кристалічні структури, пухка порошкоподібна маса, яка не розчиняється у воді. Цю речовину вводять до складу робочої маси для надання придатності глинистій сировині. Вона менше впливає на якість керамічних виробів, ніж, скажімо, оксид кальцію. Але, все ж, деякою мірою діє на мікроструктуру кераміки. Оксид міді (II) (основний оксид міді). Чорний або брунатно-бурий порошок, утворений кристалами. У воді не розчиняється. Активно застосовується в

якості пігменту в порцеляновому напрямку керамічного виробництва. Його додають до складу кераміки, зокрема, порцеляни, а також в емалі та скло для отримання зеленого або блакитного забарвлення. Також його задіюють у створенні мідно-рубінового скла. Біхромат натрію (натрій двохромовоокислий). Насичена порошкоподібна маса, сформована кристалами, злежується. Колір – від яскраво-помаранчевого до темно-червоного. Добре розчиняється у воді та полярних розчинниках. У виробництві кераміки цінна роль цієї речовини як неорганічного пігменту. Оксид нікелю (окис нікелю). Зовні це кристалічна порошкоподібна маса різних відтінків зеленого кольору. У воді не розчиняється. У кераміці використовується для створення коричневих тонів. Також її вводять до шихти для виготовлення керамічних виробів, щоб збільшити механічну міцність і мінімізувати випаровуваність. Сурик свинцевий (оксид свинцю (II, IV)). Важкий порошок, який має насичене помаранчеве забарвлення. Вводиться до складу глазурі, є сильним плавнем, що сприяє розливу. Однак при цьому він у разі зменшує твердість поливи, робить її розчинною в кислотах. Оксид сурми (III) (триокис сурми). Речовина, сформована білими кристалами. У воді не розчиняється. Входить до складу оптичного скла і емалей. Служить покриттям-пігментом для порцелянових виробів. У електропромисловості знаходить застосування при виготовленні немагнітної порцеляни. Оксид хрому (III) (хромово зелень). Дуже тверда тугоплавка порошкоподібна маса. Колір зелений. У воді не розчиняється. До складу глазурі для кераміки вводиться для отримання зеленого забарвлення. Оксид цинку. Білий порошок, що складається з безбарвних кристалів. У воді не розчиняється. При нагріванні жовтіє. Оксид цинку широко застосовуваний у виробництві кераміки і скла. Його вводять до складу глазурі для додання блиску, при цьому, хімі. стійкість її дещо знижується. Крім того, на основі цієї сполуки часто розробляються керамічні матеріали для термоелектричного застосування. Тальк. М'яка мелена порошкоподібна субстанція білого кольору. Керамічне виробництво, головним чином радіоізоляційне, є важливою сферою використання тальку. Застосовується він в якості наповнювача керамічної плитки, посуду, порцеляново-фаянсових, сантехнічних та електрокерамічних виробів, а також глазурі. Якісний тальк

відрізняється високою міцністю і термостійкістю, поліпшеними електроізоляційними характеристиками, можливістю створювати екологічну продукцію, за рахунок відсутності в його складі амфібол і кристалічного кварцу, невеликої кількості важких металів.

4.2. Технологічна схема виробництва керамічної цегли пластичним формуванням

Виробництво керамічних стінових матеріалів засноване головним чином на застосуванні технології пластичного формування і напівсухого пресування. Останні роки набуває поширення технологія пластичного формування з керамічних мас низької вологості з використанням відходів вуглезбагачення.

Традиційна технологія пластичного формування з глиняної маси вологістю 18-24% передбачає наявність таких основних переділів в цегляному виробництві: приготування і переробки глиняної маси з добавками (отощаючими і вигоряючими), формування, різання бруса і укладання сирцю на транспортні засоби для сушіння, випалу і пакетування готових виробів на Рисунок 14.1.



Рисунок 14.1 Технологічна схема виробництва керамічної цегли пластичним формуванням

1 - багатокорштовий екскаватор; 2 - перекидна вагонетка; 3 - електропоз або автосамосвал; 4 - дробарка; 5 - гуркіт; 6 - живильник; 7 - глиномішалка; 8 - змішувач

з фільтрує ґратами; 9 - стрічковий шнековий прес; 10 - автомат різання і укладання сирцю на сушильні вагонетки; 11 - сушильна вагонетка; 1217 - електропередавальна візок; 1318 - штовхачі; 14 - сушило; 15 - пічна вагонетка; 16 - автомат перевантаження висушеного цегли на пічну вагонетку; 19 - тунельна піч; 20 - автомат розвантаження пічних вагонеток і пакування; 21 - бігуни мокрого помелу; 22 - каменевидні вальці; 23 - Планшетний живильник; 24 - глиноспушувач

При видобутку і переробці глиняної маси застосовують багатоковшовий екскаватор, глиноспушувач, Планшетний живильник, бігуни, вальці, змішувачі.

Послідовність установки перерахованих машин залежить від типу виробів, реологічних і структурних властивостей сировини. Стійка робота всієї лінії забезпечується застосуванням механізованих Шихтозапасник, які роблять роботу комплексу обладнання незалежною від подачі сировини з кар'єру і дозволяють підвищити якість виробів. Для формування виробів застосовують шнекові стрічкові преси, а для різання бруса - однострунні і багатострунні різальні автомати. Тонкостінні високоякісні вироби з глин, які потребують у вакуумній обробці, формуються вакуумними пресами, які, як правило, компонують із змішувачем. Безвакуумні преси застосовують зазвичай для формування повнотілих цегли.

Устаткування, що забезпечує укладання сирцю на транспортні засоби для проходження сушки і випалу, багато в чому залежить від типу сушив і випалювальних печей. Найбільш поширеними є камерні, тунельні і конвеєрні сушила. При використанні сушив невеликої продуктивності сирець укладають на рейки і рамки (дерев'яні та алюмінієві), на яких розміщується до цегли, при великій продуктивності - на палети (з розміщенням до 120 цегли). Залежно від типу сушив застосовують різні типи вагонеток, на яких вироби проходять сушку. Для передачі сушильних вагонеток від сушив до випалювальних печей і повернення порожніх вагонеток у вихідне положення застосовують електропередавальні візки різних конструктивних виконань. Конструкція автоматів, які забезпечують розвантаження сушильних вагонеток і садку висушених виробів на пічні вагонетки, а також форма і кількість штабелів на ній залежать від розмірів і типу печей. Для переміщення

вантажних і порожніх сушильних і пічних вагонеток як поза сушиль і печей, так і всередині їх використовують штовхачі, і візки. Готові вироби вивантажуються з пічних вагонеток 15 і пакуються за допомогою автоматів-розвантажувачів і пакувальників, які забезпечують перев'язку транспортного пакета стрічками для транспортування на будівництво.

Різновидом пластичного формування стінових матеріалів є формування з глиняної маси низької вологості (14-17%). Воно забезпечується шнековими пресами з приводом потужністю, що значно перевищує потужність приводу пресів, формуючих вироби з глиняної маси нормальної формувальної вологості. Якщо механічна міцність сирцю дозволяє, то сирець укладається на пічну вагонетку для розміщення сушіння та випалу.

Набуває поширення ресурсозберігаюча технологія формування з використанням відходів вуглезбагачення (ступінь використання відходів до 100%). В цьому випадку технологічна лінія включає поряд з традиційним набором устаткування спеціальні машини для переробки відходів вуглезбагачення і шнекові вакуумні преси спеціального виконання з приводом підвищеної потужності.

Розрізняють пластичне формування з глиняним порошком, отриманим за технологією напівсухого пресування. Порошок переміщується в змішувачі з добавками, зволожується і подається в шнековий прес.

Аналіз роботи вітчизняних і зарубіжних комплексів обладнання показує, що технічний рівень та основні конструктивні і технологічні особливості устаткування визначаються способом укладання сирцю на сушильні і пічні транспортні засоби. Різноманітні технологічні лінії пластичного формування, оснащені різним обладнанням, за способом укладання можна розділити на чотири групи: з рейкової (рамкової), палетної, етажерочної, штабельної сушінням.

Зіставлення комплексів, заснованих на різних способах сушіння і випалу, вказує на те, що перехід від малоємкі сушильних вагонеток (рейок і рамок) до більш ємним (палетах) створює сприятливі умови для роботи транспортних систем, забезпечує досягнення більш високого технічного рівня обладнання і кращих техніко-економічних показників роботи комплексу в цілому.

4.3. Технологічна лінія для виробництва керамічної цегли напівсухого пресування

Керамічну цеглу одержують шляхом приготування пресспорошка заданого зернового складу з вологістю 7-9%, короткочасного пресування при питомому тиску не менше 20 МПа, сушіння і випалу сирцю.

Відмінність технології напівсухого пресування від традиційної пластичної формування полягає у спрощеній схемі приготування сировинної суміші. Крім того, обладнання для оснащення лінії підготовки пресспорошка менш енерго-і металоємність. Напівсухе пресування полегшує одну з найбільш складних і тривалих стадій технологічного процесу - сушіння. Одержуваний цегла має більш чіткі межі і кути, що дозволяє використовувати його як лицьової матеріал.

Цегла за своїми якісними показниками не поступається традиційному керамічної цегли пластичного формування. Завдяки простоті технології та обладнання собівартість цегли напівсухого пресування на 15-20% нижче собівартості цегли пластичного деформування.

Особливості технології напівсухого пресування полягають у наступному.

На Рисунок 14.2 приведена схема виробництва цегли способом напівсухого пресування. Технологічна лінія забезпечує послідовне виконання наступних операцій: видобуток глини, її сушку, подрібнення, підготовку добавок, змішування і зволоження маси. Порошок спресовується в прес-формі механічного або гідравлічного преса, і сирець укладається штабелями на пічну вагонетку для проходження випалу, а в разі необхідності - підсушування. Обпалені вироби розвантажуються, пакетуються і відправляються на будівництво.

Основні показники технологічної лінії.

Потужність у млн. шт. ум. цегли	до 40
Встановлена потужність ел / двигунів, кВт	2400
Займана площа, м ² (Включаючи критий глінозапаснік з місячним запасом сировини)	не більше 12000

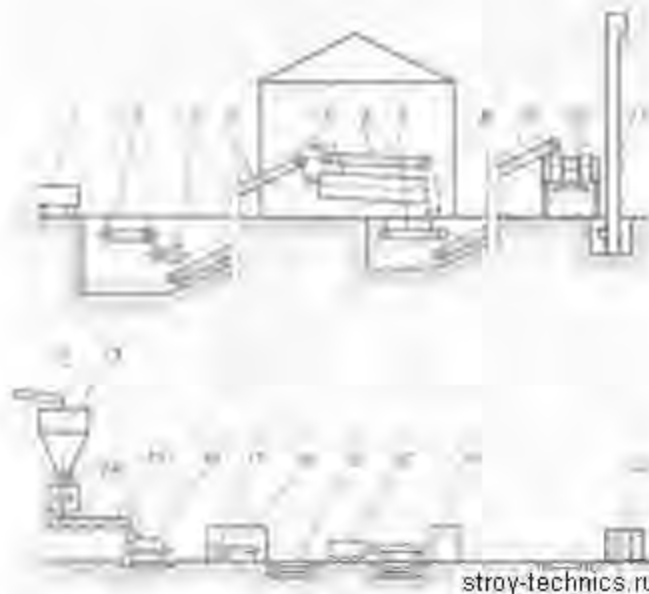


Рисунок 14.2 Технологічна схема виробництва керамічної цегли способом напівсухого пресування

1 - вагонетка або автосамосвал; 2 - Планшетний живильник; 3 - каменевидні вальці; 4, 6, 9 - транспортери; 5 - сушильний барабан; 7 - пластинчастий живильник; 8 - глинозапасник; 10 - бігуни сухого помелу (дезинтегратор або млин); 11 - елеватор; 12 - вібростит; 13 - бункер; 14 - живильник; 15 - змішувач (зволожувач); 16 - прес з укладальником сирцю на пічну вагонетку; 17 - пічна вагонетка; 18 - сушило; 19 - візок електропередавальна; 20 - штовхач; 21 - тунельна піч; 22 - автомат-розвантажник і пакетувальник

Характеристика продукції

Керамічна цегла, у тому числі лицьовій з наскрізними технологічними порожнечами. Марка по міцності "125-300" Марка по морозостійкості - до 50 циклів поперемінного заморожування і відтавання. Зараз проводиться робота по будівництву таких технологічних ліній в країнах СНД.

Різновидом способу напівсухого пресування є ресурсозберігаючий спосіб пресування з використанням відходів вуглезбагачення, при якому в технологічну лінію включають машини для підготовки відходів.

Крім того, застосовують напівсухе пресування з використанням йшли-Керн способу підготовки прес-порошку. У цьому випадку в технологічну лінію вводять розпилювальне сушило, яке забезпечує отримання глиняного порошку вологістю 85

95%. Порошок готується шляхом розпуску кар'єрних глини, очищення отриманого шликера від сторонніх включень і розпилю шликера з підсушила.

Передбачено метод грануляції - як один з ефективних варіантів пухкого глинистої сировини до сушіння. Гранулювання вихідної сировини перед сушильним барабаном забезпечує поліпшення умов сушіння, зниження втрат з виносами (винесення пилу), підвищення однорідності за розмірами і вологості шматків, сприяє підвищенню якості цегли.

У технологічну схему приготування преспорошка введена стадія механічної активації маси в стержневом змішувачі конструкції ВНІІ строма. Змішувач не тільки задовільно гомогенізують масу, але й забезпечує ущільнення і часткову грануляцію порошкових мас. Остання покращує сипучість порошку і заповнення пресформ, полегшуючи пресування і отримання якісних виробів.

Розроблена конструкція оснащення для пресування сирцю з наскрізними порожнечами покращує структуру і підвищує морозостійкість цегли.

Сушіння сформованого сирцю виконана на колисах в роторно-конвеєрних сушарках.

Як єдиний сировинного матеріалу використовують глинисті породи в тому числі низькоякісні, а також відходи збагачення твердого палива - вугілля. Всі технологічні переділи, починаючи від подачі глини в ящикові живильники і до виходу готової цегли з тунельної печі, повністю механізовані і автоматизовані.

Технологічна лінія дозволяє виробляти керамічну цеглу напівсухого пресування, в т.ч. лицьовій, до 40 млн. штук умовної цегли в рік практично з будь-якого глинистої сировини. Всі технологічні переділи, починаючи від подачі глини в ящикові живильники і до виходу готової цегли з тунельної печі, повністю механізовані і автоматизовані. В основу розробки технологічної лінії закладені останні досягнення наукових досліджень по напівсухому способу формування цегли-сирцю. Капітальні вкладення для будівництва лінії без вартості виробничих корпусів і зовнішніх мереж складають 4,0-4,5 млн. доларів США. Все технологічне обладнання виробляється. Технологічна схема виробництва цегли включає:

- Приймання та місячне зберігання глинистої сировини в критому глінозапасніку;
- Первинну переробку сировини в камневиделітельних вальцях;
- Гранулювання сировини в пресі-грануляторі;
- Висушування гранул в сушильному барабані;
- Зберігання добового запасу гранул в бункерах запасу;
- Дроблення гранул до необхідного гранулометричного складу в стержневом змішувачі;
- Формування цегли-сирцю на пресах СМК-1085;
- Сушка сирцю в люлечних роторно-конвеєрних сушилах;
- Укладання сирцю на випалювальні вагонетки автоматами-садчиком;
- Випалювання цегли в тунельній печі;
- Укладання цегли на піддони;
- Складування готової продукції;

4.4.1. Загальні відомості про керамічні облицювальні плити

Керамічні плити виготовляють з глиняних мас формуванням, сушінням і подальшим випалюванням. До жирної глини додають спіснювальні добавки (пісок, бита плитка) для зменшення усадки виробів.

Як оздоблювальний матеріал облицювальну плитку використовують для облицювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь стін, а також для настеляння підлог у санвузлах, вестибулях та місцях інтенсивного руху. Керамічні плити виготовляють *глазурованими й неглазурованими, ангобованими і не-ангобованими*.

Глазур - блискучий склоподібний шар у вигляді тонкої (0,1...0,3 мм) плівки, що покриває поверхню керамічного матеріалу (*черепка*) для надання йому гарного, гігієнічного вигляду і підвищеної стійкості проти водонепроникання. Глазур (*прозора та непрозора "глуха"*) утворюється і закріплюється на поверхні плити при випалюванні. Сировиною для вироблення глазури є кварцовий пісок, каолін, польовий шпат, крейда, бура, борна кислота й оксиди металів (для кольору). За температурою спікання глазури поділяються на *тугоплавкі* (1250...1400°C) і

легкоплавкий (900...1250°C), за способом виготовлення - на *сирі* (наносять на вироби в сирому вигляді) та *фритовані* (піддають попередньому сплавленню).

Ангоб - це білі або кольорові керамічні маси, близькі до маси черепка, які наносять на плитку до їхнього випалювання у вигляді тонкого шару. Ангоб при випалюванні не дає розплаву, тобто не утворює склоподібного шару, і поверхня виходить матовою. Вироби з кольорової глини з пористим черепком, покриті глазур'ю, називають *майолікою* (вироби з розписом по непрозорій глазурі) і *напівмайолікові* вироби з малюнком по білому ангобу, покриті прозорою глазур'ю.

Фаянс - дрібнопористий керамічний матеріал, покритий прозорою легкоплавкою глазур'ю. Розрізняють *твердий* (но-льовошпатовий) і *м'який* (вапняний та глинистий) фаянс. Із фаянсу виготовляють плитки для внутрішнього облицювання стін, архітектурних деталей, санітарно-технічної кераміки. Однотонні неглазуровані природно забарвлені керамічні вироби називають *теракою* (для барельєфів, карнизів, капітелі тощо). Кольорові відтінки теракоти дістають введенням у шихту неорганічних пігментів (кобальт - синій, оксид хрому - темно-зелений, окис заліза - цегляно-червоний колір).

4.4.2. Керамічні плитки для внутрішнього облицювання стін

Керамічна плитка для внутрішнього облицювання стін залежно від використаної сировини поділяють на три види:

- *гончарні*, які виготовляють із звичайної глини (черепок схожий на цеглу); тепер гончарні плитки майже не застосовують;

- *майолікові*, які виготовляють із легкоплавких глин з додаванням 20% крейди; формують плитку на важільному пресі, потім сушать її, випалюють, глазурують і опалюють вдруге (художня кераміка, покрита непрозорою глазур'ю) на **Рисунок 14.4**;

- *фаянсові* плитки виготовляють із світлопалючих глин, додаючи кварцовий пісок і плавні (флюси) - речовини, які знижують температуру плавлення (наприклад, польовий шпат).

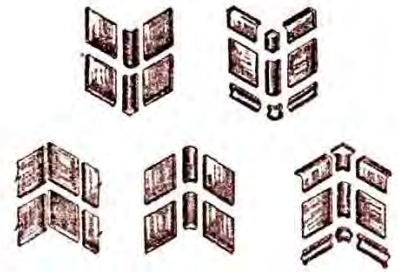
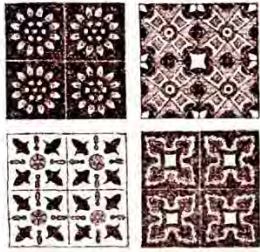


Рисунок 14.3 Майоликові плитки.

Рисунок 14.4 Схема фасонних плиток.

Рідко, але застосовуються *фарфорові плитки*, які виготовляють з особливого сорту білопалючої глини (*каоліну*). Фарфорові плитки дорогі, але водопоглинання їх дуже мале (0,5%).

Лицьова поверхня плиток може бути гладкою або рельєфною, одно- або багатокольоровою. Декорування може здійснюватись методом *серіографії* (послідовне зображення лініями без фарб), *набризкуванням* (мрамуровидні) і *нанесенням поливи* (глазурі). Тильний бік плиток має рефлену поверхню для кращого зчеплення, а бічні грані приток можуть бути без завалу та із завалом одного, двох, трьох, чотирьох боків. Облицювальні плитки виготовляють квадратними, прямокутними і фасонними для облицювання кутів, карнизів і плінтусів завтовшки 10 мм на Рисунок 14.4.

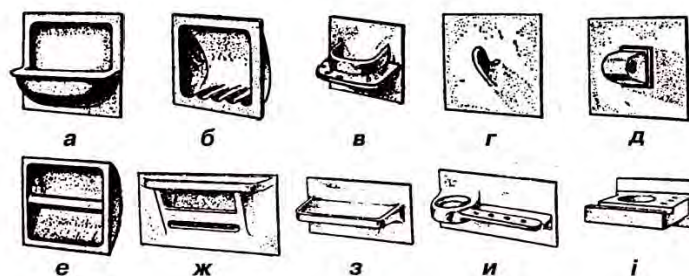


Рисунок 14.5 Вбудовані плитки

а - губниця; б - заглиблена мильниця; в - підстаканник; г - гачок; д - тримач для рушника; е - тримач для паперу; ж, з - полицки; и, і - підстаканник з полицкою для зубних щіток

Розміри рядових плиток 150x150, 100x100, 300x300 товщиною 6...10 мм з допустимими відхиленнями $\pm 0,8...1,6$ мм, а по товщині - не більше $\pm 0,5$ мм.

Інколи для внутрішнього облицювання застосовують вбудовані плитки на Рисунок 14.5, які заміняють мильниці, гачки, полички тощо.

Після випалювання плитку сортують за розміром, кольором та сортом (три сорти) і упаковують в ящики з прокладанням паперу між глазур'ю.

4.4.3. Кахлі для камінів та опалювальних печей

Фрагменти кахлів, поясків, карнизів і тиглів для варіння поливи знайдені у Києві біля Десятинної церкви й Софійського собору, датованих X-XII ст., а також у Галичині.

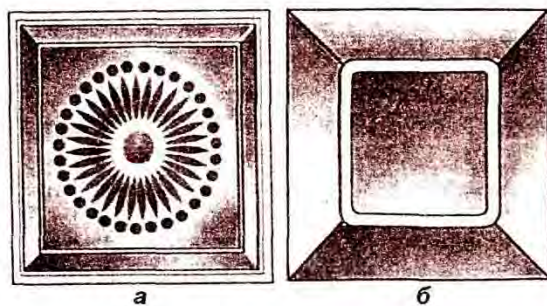


Рисунок 14.6 Кахель

а - вид спереду; б - вид ззаду.

Кахлі бувають рядові та декоративні Рисунок 14.6 та Рисунок 14.7. Лицьова поверхня випалених рядових кахлів буває гладенькою або рельєфною. Кахлі та декоративні вставки на лицьовій поверхні мають горельєфний (опуклий) рисунок, який створюється під час формування з наступним розписом кольоровими фарбами чи ангобами. Рисунок можна наносити також на гладку поверхню підв'ялених кахлів. Пічні кахлі зберігають у приміщеннях з вставками у комплекті. Сировиною для виготовлення кахлів є глини і непластичні матеріали - бій випалених виробів, пісок, шлак тощо. Складовою і необхідною частиною полімінеральних глин є включення залізистих мінералів, які надають випаленому керамічному черепку різного забарвлення. У чернівецьких глинах, які застосовуються при виробництві пічних кахлів, вміст вільного кремнезему досягає 15%, що відповідає глинам із середнім вмістом вільного кварцу.

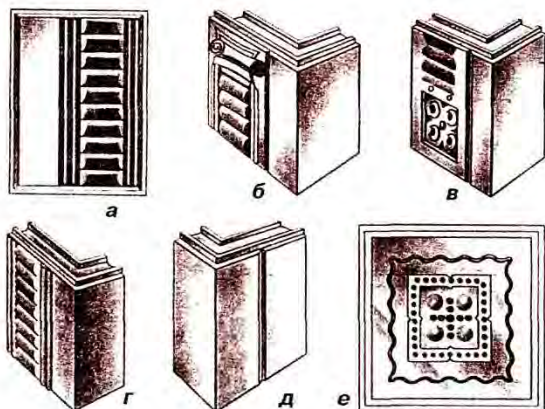


Рисунок 14.7 Кахлі

а - прямий "драбинка"; б - наріжні - "капітель"; в - базис; г - "драбинка"; д - нестандартний; е - прямий "бусинка".

Вилежана впродовж 10 днів глина стрічковим транспортером подається у глиноміс, потім у прес, а тоді до формувального цеху, де її формують під тиском. Після формування кахлі надходять на підв'ялювання, остаточне сушіння і випалювання при температурі 950°C. Висушені до вологості 2...3% кахлі покривають перед випалюванням поливою. Найголовнішим елементом пічного кахлю є його полив'яне покриття. *Поливи* -це матеріали, які затверділи на поверхні черепка у вигляді тонкого шару скла або склоподібних речовин. Кахлі бувають прозорі, кольорові, глухі, без кольору і пофарбовані. Облицьовують печі і каміни кахлями по ходу кладки. Між собою кахлі скріплюють скобами або дротом за отвори в румпах. Внутрішній простір заповнюють цеглою на глиняному розчині.

4.4.4. Керамічні і метлаські плитки для підлог

Застосовують у вологих приміщеннях, а також для оздоблювання інтер'єрів, де спостерігається інтенсивний рух людей. Походить від старогрецьк. *"керамос"*, що означає *гончарну глину*, а також вироби з випаленої глини. Підлоги з керамічних плиток, так званих раніше *метлаських*, довговічні, волого- та вогнестійкі, гігієнічні, кислотостійкі, добре чинять опір стиранню, але мають високий коефіцієнт теплозасвоєння, тому їх не можна застосовувати в приміщеннях, призначених для тривалого перебування людей. Плитки випускають одно- та багатокольорові на Рисунок 14.8. Глазуровані плитки використовують для настилання у місцях не

інтенсивного руху людей, а *килими* -на сходових маршах, площадках та в санітарних вузлах.

За формою і розмірами *основні плитки* випускають квадратні (Рисунок 14.8, а), прямокутні (г), шестигранні (в), восьмигранні (б) розмірами від 100х100х11 мм до 300х300х15 мм ($\pm 0,5 \dots 2,5$ мм), а *добірні* - квадратні (1), трикутні (2), половинки шестигранних (3) і п'ятигранні (4). Колір, малюнок і рельєф лицьової поверхні повинен відповідати зразкам (*еталонам*). Водопоглинання плиток допускається 3,5...4,5%, границя міцності 25 МПа, морозостійкість 25 циклів, твердість за шкалою Мооса - 5, термічна стійкість глазури - 125°C, втрата маси при стиранні - не більше 0,07 г/см². Плитки укладають щільно одна до одної вертикально у дерев'яні градчасті, картонні ящики або у паперові пакети з перев'язанням шпагатом. Маса ящика з плиткою або пакета не повинна перевищувати 10 кг.

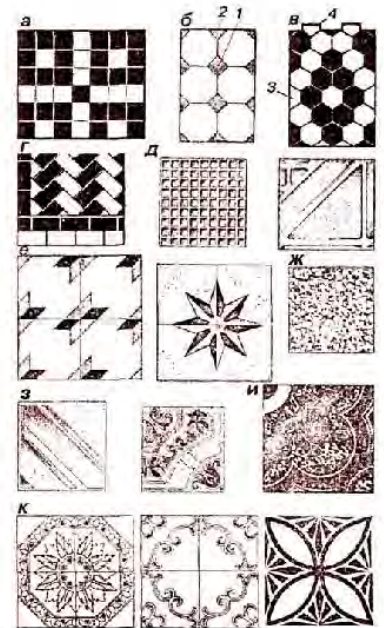


Рисунок 14.8 Керамічна плитка

а - квадратні; б - восьмигранні; в - шестигранні; г - прямокутні; д - рифлені; ж - порфіро видні; з - рельєфно-орнаментальні; и,к - глазуровані орнаментальні; 1 - квадратні; 2 - трикутні; 3 - половинки шестигранних; 4 - п'ятигранні.

Для визначення кольору плитки зверху пакета кладуть одну не запаковану плитку лицьовою поверхнею назовні або зазначають колір на *етикетці* (*ярлику*). Під час транспортно-навантажувальних робіт необхідно запобігати пошкоджень

облицювальних плиток, а килимової (в контейнерах або пачках) – зволоженъ.



Рисунок 14.9 Килим із керамічних плиток

Килим із керамічних плиток Рисунок 14.9 розмірами 48х48 мм, 23х23 мм, завтовшки 6...8 мм та інших розмірів виготовляють на заводі у вигляді карт або рулонів. При цьому наклеюють плиточки певним рисунком (мозаїкою) лицьовою поверхнею до крафт-паперу на неводостійкому клею. Укладають килимову мозаїку і керамічні плитки на цементному розчині марки 100...150, складу 1:3. Для міцності в суміш цементного розчину доцільно вводити 10... 15% полівінілацетатної дисперсії або латексу. Після укладання килимової мозаїки і тужавіння розчину крафт-папір або обгортковий чи мішковий папір зволожую і знімають плитки. Тепер застосовують для настилання підлоги *цезьітову суміш*, наприклад, СМ17.

Для кислотостійких покриттів підлог використовують плитки марок: КФ (керамічні фарфорові), ТКД (термокислототривкі дунітові), КІП (кислототривкі шамотні) та інші.

4.4.5. Плитки керамічні фасадні

Плитку керамічну фасадну виготовляють глазурованими та неглазурованими, гладкими та з рельєфною поверхнею. Для облицювання цоколів, підземних переходів застосовують переважно фасадні глазуровані плитки. Керамічні фасадні плитки виготовляють методом пресування й обпалювання

прямокутними та квадратними розмірами 150...250 мм, завтовшки 7...10 мм. Лицьова поверхня плиток може бути одно- та багатокольоровою. Плитки виготовляють із завалом та без завалу лицьових граней. Нелицьовий бік плиток повинен бути рифленим або з опуклостями завглибшки 0,7...2 мм.

Килими з плиток виготовляють з *прямолінійною орієнтацією плиток, неорганізованим набором плиток і брекчієвидними* (з плиток довільної форми). Килими виготовляють наклеюванням дрібних плиток лицьовою поверхнею на обгортковий чи мішковий папір на неводостійкому клею. Після облицювання клей має легко змиватись з плитки.

Для облицювання фасадів у 1960-80 рр. широко застосовувались дрібнорозмірні плитки типу "*Кабанчик*" розмірами 120 x 65 x 7 мм без поливи і з поливою (глазур'ю), а також великогабаритні плитки розмірами 250x140x10 мм ($\pm 1,5$ мм). Крім цього, для внутрішнього і зовнішнього облицювання застосовують глазуровані керамічні литі плитки, які виготовляють способом лиття з наступним випалюванням. Вони значно тонші, ніж фасадні, які виготовляють півсухим пресуванням. Водопоглинання керамічних плиток для фасадів допускається 9... 16%, морозостійкість 40 циклів поперемінного заморожування та відтавання.

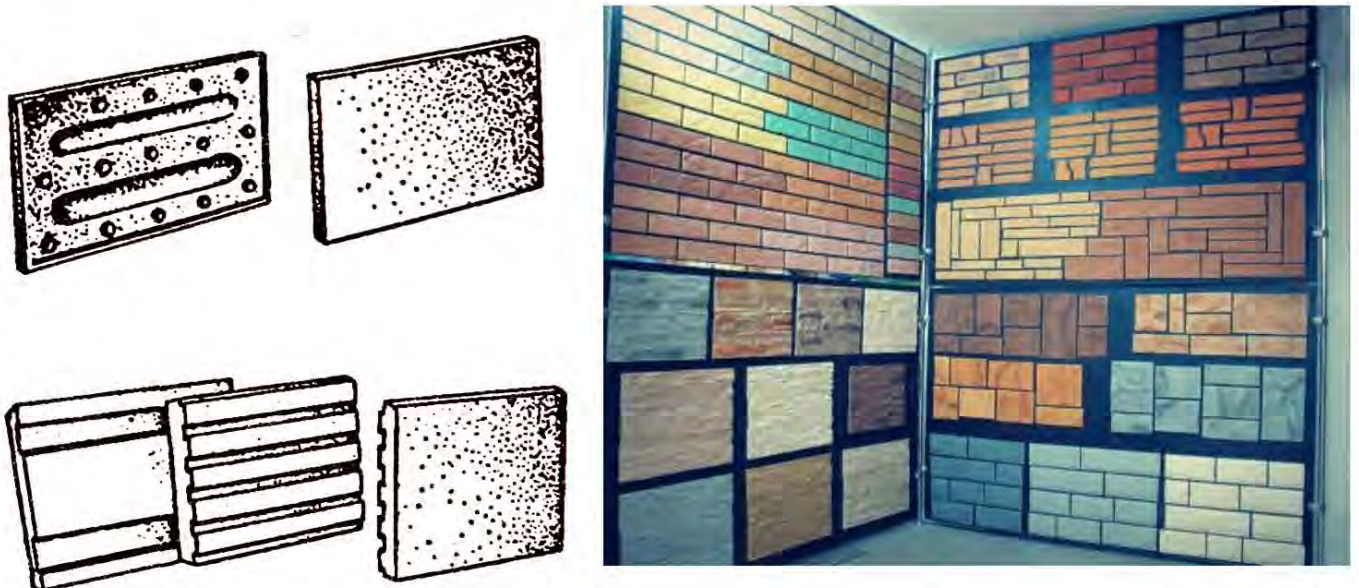
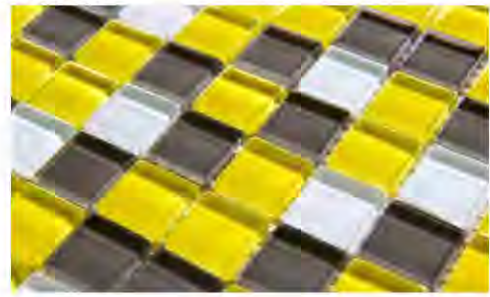


Рисунок 14.10 Фасадні плитки

Дрібні керамічні плитки пакують у картонні або градчасті дерев'яні ящики, а

килими у картонні ящики та паками в папір із обв'язкою шпагатами. Фасадні керамічні плитки кріплять на цементно-піщаному розчині, рухливість розчину 5...6 см за стандартним конусом. У заводських умовах, особливо килимову мозаїку, кріплять до панелей і блоків за технологією формування виробів "плитки лицевм вниз, а потім розчин і бетон".

4.4.6. Облицювальні плитки зі скла та шлакоситалів



Мозаїка - це візерунок зі скріплених між собою різнокольорових плиток, скла тощо.

Килимово-мозаїчні плитки застосовуються для внутрішнього облицювання, крім цоколів і карнизів, виготовлення декоративно-художніх панно громадських споруд. Виготовляють таку плитку з глушеного та напівглушеного скла методом прокату. Розміри 30x30x5 мм (± 1 мм). Плитки повинні витримувати температурний перепад не менше 60°C. Килимово-мозаїчні плитки постачаються в килимах, виготовлених наклеюванням плиток на крафт-папір (клей неводостійкий, що не руйнує папір і не змінює колір плитки). Відстань між плитками 3...7 мм. Розміри килимів такі, щоб маса килима не перевищувала 10 кг. Облицюючи залізобетонні панелі у заводських умовах, килими укладають на піддон металевої форми папером донизу, після чого встановлюють арматуру, укладають цементний розчин, бетон і ущільнюють їх. Після тужавіння панель виймають з опалубки, змочують папір і знімають його з лицьової поверхні. Замість плиток можна приклеювати до паперу смальту.

Смальта - куски кольорового непрозорого скла різноманітної форми. Застосовують смальту для внутрішнього і зовнішнього декоративно-художнього опорядження будівель, мозаїчних робіт, панно тощо.

Облицювальні скляні плитки виготовляють пресуванням або неперервним

прокатом із глушеної скломаси (кварцовий пісок, сода, крейда, глушник, пігмент) або битого скла. Поверхня зворотного боку рифлюється. Виготовляють плитки від 50х50х4 до 150х150х6 мм. Лицьова поверхня плиток може бути матовою або блискучою, гладкою або з рельєфним візерунком, їх застосовують для облицювання виробничих приміщень, які потребують особливої чистоти, приміщень торговельних закладів та інших (крім гарячих поверхонь). Плитки кріплять цементними, полімерцементними розчинами марки 100 і на глинобітумних та інших мастиках.

Скляні емальовані плитки нарізають з листового скла (з відходів). Лицьову поверхню покривають шаром емалі 0,2...0,3 мм завтовшки. Шорсткість тильної поверхні плитки надають нанесенням на неї рідкого скла, олійної фарби або бітуму з посипанням сухим крупнозернистим піском або заводським способом. Застосовують такі плитки для облицювання приміщень з підвищеними санітарно-гігієнічними вимогами, за відсутності агресивних газів. Перевозять склоплитку в ящиках або в паперових пакетах.

Облицювальні склоплитки довговічні, міцні, водостійкі, луго- і кислотостійкі, гігієнічні, добре чинять опір стиранню, але крихкі і бояться високих температур.

Скломармур - облицювальні скляні плитки, які імітують мармур. Виготовляють їх зі скломаси (пісок, сода, каолін, крем-нефтористий натрій) методом прокату з наступною термообробкою. Скломармур застосовують для облицювання внутрішніх стін громадських і виробничих будівель. Розміри плит від 150х150х8 до 500х500х10 мм.

Склодекор - різновидність скломармуру. Виготовляють склодекор з того ж матеріалу, що і скломармур методом безперервного прокату. Малі розміри 65 х 65 х 4 мм і 100 х 100 х 4 мм і велика кількість кольорів дає можливість застосовувати склодекор для виготовлення панно.

Облицювальні листи і плити із шлакоситалу та ситалу виготовляють на основі доменних шлаків різних кольорів. Розміри прокатних листів 900...3300 мм завдовжки, 600...1500 мм (± 2 мм) завширшки, товщиною 6...10 мм (± 1 мм). Розміри прокатних плит 300...600 мм (± 2 мм) завдовжки, 200х600 мм завширшки, товщина 6...

12 мм. Розміри пресованих плит із шлакоситалу і ситалу 250x250 мм; 300x300 мм. Листи и плити транспортують у ящиках, контейнерах, пакетах або на піддонах. Застосовують їх для облицювання цоколів, а також для покриття підлог вестибюлів, споруд вокзалів, станцій метрополітену, торгових залів магазинів тощо. Шлакоситалові листи і плити кріплять на цементно-піщаних рідкоскляних розчинах, бітумних та інших мастиках.

Сигран (синтетичний граніт) - склокристалічний матеріал на основі скла з доменних шлаків і деяких інших промислових відходів. Лицьова поверхня може бути шліфованою або полірованою, зворотний бік - рифлений. Розміри плиток із сиграну від 48x48x6 мм до 300x300x20 мм. Сигран служить для внутрішнього і зовнішнього облицювання стін і захисту цоколів споруд.

Марблін - кольорове глушене скло для облицювання зовнішніх і внутрішніх стін. Марблін імітує мармур від ясних до темних тонів; лицьова поверхня - полірована або матова, оброблена піскоструминним способом. Марблін одержують прокатом відходів скла з добавками металургійного шлаку. Листи марблиту розмірами від 200 до 600 мм кріплять на цементному розчині складу 1:3, а листи розмірами 1200x3000 мм - механічним способом.

Склокремнезит виготовляють із склогрануляту в суміші з кремнеземом, лицьовий бік якого імітує граніт, мармур, малахіт, яшму тощо. Плити виготовляють розмірами 300 x 300 мм (± 3 мм).

Пінодекор - різновид піноскла, який виготовляють спіканням склопорошку із введенням газоутворюючих добавок і барвників. Пінодекор виготовляють розміром 400...1200 мм завдовжки, 150...450 мм завширки, товщиною 15...40 мм. Плитки з пінодекору призначені для облицювання будівель з одночасною теплоізоляцією.

4.4.7. Бетонні і цементні плитки



Плити бетонні фасадні призначені для облицювання фасадів. Виготовляють ПЛИТКИ з гладкою та рельєфною лицьовою поверхнями, одношаровими і двошаровими, армованими і не-армованими на білому або кольоровому портландцементі, а також на звичайних портландцементях з розбілюючими добавками. Приблизний склад бетонної суміші для виготовлення плит (у частинах за масою):

- Цемент М400
- Вапняне борошно
- Пігмент (вохра, сурик, оксид хрому тощо)
- Пісок кварцовий чи вапняний
- Кам'яний дрібняк
- Вода

Плити бетонні фасадні повинні мати морозостійкість не менше 35, водопоглинання — не більше, ніж 15%, границя міцності бетону плит на стискання - не менше 20 МПа. Розміри плит відповідають розмірам типових деталей з допустимими відхиленнями $\pm 2...3$ мм. Транспортують плити в контейнерах, ставлячи їх на ребро лицьовою поверхнею одна до одної з прокладками.

Декоративно-облицювальні бетонні плити "Декорит" призначені для облицювання внутрішніх стін виробничих споруд. Плити випускають розмірами 400 x 300 x 20 мм.

Бетонні мозаїчні плити призначені для покриття підлог виробничих і громадських споруд. Бетонні мозаїчні плити виготовляють одношаровими розмірами 400 x 400 x 25 мм ($\pm 2... 3$ мм) і двошаровими (нижній шар із цементного розчину, а верхній -з мармуровою крихтою), зі шліфованими поверхнями. Марка мозаїчного шару має бути не нижче, ніж М200. Мозаїчні плити армують сітками зі

сталевому дроту діаметром 3...4 мм при розмірах вічка 100x100 мм. Транспортують і зберігають їх в контейнерах. Укладають плитки на цементному розчині марки М150.

Баритові плити використовують для облицювання стін рентгенівських кабінетів, де потрібен захист від випромінювань. Виготовляють плити з бетону на портландцементі, що швидко твердіє, і полівінілацетатній дисперсії з баритовим заповнювачем.

Ксилолітові плити розмірами 250x250x18 мм та 200 x 200 x 12 мм застосовують для облицювання стін і підлог у приміщеннях без систематичної дії вологи. Плитки виготовляють пресуванням суміші, яка складається з 1 частини каустичного магнезиту, 4 частин деревної тирси й борошна з добавкою тальку або азбесту. Ксилолітові плитки кріплять на магне-

зіальному розчині, розмішаному водним розчином хлористого магнею.

Плитки з жаростійкого бетону призначені для влаштування покриттів підлог у приміщеннях, де підлоги зазнають впливу теплових та інтенсивних механічних дій. Жаростійкий бетон складається з портландцементу, тонкомеленого хроміту, доменного шлаку, литого шлакового щебеню і гранульованого доменного шлаку. Основні плитки випускають розмірами 3x3 м, а добірні 1,5x1,5 м.

Цементні плитки застосовують для настеляння підлог у складських та інших другорядних приміщеннях.

РОЗДІЛ 5. Виробництво силікатної цегли

5.1. Загальна характеристика виготовлення силікатної цегли

Цегла — це штучний камінь форми паралелепіпеда, виготовлений з мінеральних матеріалів та підданий термічній обробці, що застосовується як будівельний матеріал. Окрема одиниця цегли називається цеглиною на Рисунок 15.1



Рисунок 15.1 Силікатна цегла

Силікатна цегла (біла) - цегла, яка складається із кварцового піску і вапна. Силікатна цегла - виготовляється із кварцу (пісок) - 90%, вапна - 10% і невеликої частки домішок. Технологія виробництва така: вапняно-піщана суміш, закладається в автоклав (апарат для обробки паром під високим тиском), де під дією високої температури й тиску утворюється силікатне зеднання. При додаванні лугостійких пігментів отримуємо кольорову силікатну цеглу. Також додають домішки-модифікатори, що надають силікатній цеглі підвищену міцність і морозовитривалість. Колірний ряд силікатної цегли дуже широкий - виготовляють навіть жовтий, блакитний і рожевий кольори.

5.2. Основні параметри та розміри силікатної цегли

Цегла може виготовлятися повнотілою або порожнистою, камені - тільки порожнистими.

За призначенням виробу поділяють на види:

- рядові (Р), які слід використовувати для кладки зовнішніх і внутрішніх стін будинків і споруд;

- лицьові (Л), які слід використовувати для кладки і одночасного облицювання зовнішніх і внутрішніх стін будинків і споруд.

Лицьові вироби можуть виготовлятися кольоровими: пофарбованими в масі або з поверхневим оздобленням лицьових граней.

За середньою густиною вироби у висушеному до постійної маси стані поділяють на Таблиця 15.1:

Таблиця 15.1 Поділ висушених силікатних виробів за середньою густиною			
Вид виробу	Довжина	Ширина	Товщина
Цегла одинарна	250	120	65
Цегла потовщена	250	120	88
Камінь	250	120	138

- легкі з середньою густиною до 1450 кг/м^3 ;

- полегшені з середньою густиною від 1451 до 1650 кг/м^3 ;

- важкі з середньою густиною понад 1650 кг/м^3 .

За ефективною сумарною питомою активністю природних радіонуклідів вироби поділяють на класи застосування згідно з ДБН В. 1.4-1.01:

- 1-й клас ($A_{\text{еф}} \leq 370 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$);

- 2-й клас ($A_{\text{еф}} \leq 740 \text{ Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$).

За міцністю вироби поділяють на марки 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300.

Лицьові вироби повинні мати марки за міцністю: цегла - не менше 125, камені - не менше 100.

За морозостійкістю цеглу і камені поділяють на марки F15, F25, F35, F50. Лицьові вироби повинні мати марку за морозостійкістю не менше F25.

Умовне позначення силікатних виробів при замовленні або в технічній документації повинне складатися з:

- назви виробу (цегла або камінь);

- літерного позначення, де С означає матеріал, на основі якого виготовлені вироби (силікатні); О або П характеризують цеглу за розмірами (О - одинарна, П -

потовщена); Р або Л - вид виробів (Р - рядовий, Л - лицьовий); К указує, що виріб кольоровий;

- цифрових груп, що відокремлені вертикальними рисками і означають марку за міцністю, середню густину, марку за морозостійкістю;

- позначення цього стандарту.

Приклади умовних позначень виробів

Цегла силікатна одинарна рядова марки за міцністю 100, середньою густиною 1800 кг/м^3 , марки за морозостійкістю F15:

Цегла СОР- 100/1800/15 ДСТУ Б В.2.7-80-98 ;

Цегла силікатна потовщена лицьова, міцністю 150, середньою густиною 1620 кг/м^3 , марки за морозостійкістю F25:

Цегла СПЛ - 150/1620/25 ДСТУ Б В.2.7-80-98 ;

Цегла силікатна потовщена лицьова кольорова марки за міцністю 200, середньою густиною 1850 кг/м^3 , марки за морозостійкістю F35:

Цегла СПЛК - 200/1850/35 ДСТУ Б В.2.7-80-98 ;

Камінь силікатний рядовий марки за міцністю 100, середньою густиною 1450 кг/м^3 , марки за морозостійкістю F15:

Камінь СР- 100/1450/15 ДСТУ Б В.2.7-80-98 .

5.3. Опис технологічного комплексу для виробництва силікатної цегли

Схемою технологічного процесу виробництва силікатної цегли передбачено добування і подача піску, подрібнення і помел вапна, змішування піску з меленим вапном і гашення отриманої суміші, пресування цегли і запарювання її в автоклавах.

Підготовку силікатної маси здійснюють двома способами: барабанним і силосним. Силосний спосіб підготовки маси має значні економічні переваги перед барабанним, оскільки при силосуванні маси на гасіння вапна не витрачається пара. Крім того, технологія силосного способу виробництва значно простіше технології барабанного способу.

Схема технологічного процесу виробництва силікатної цегли силосним способом показана на Рисунок 15.2.

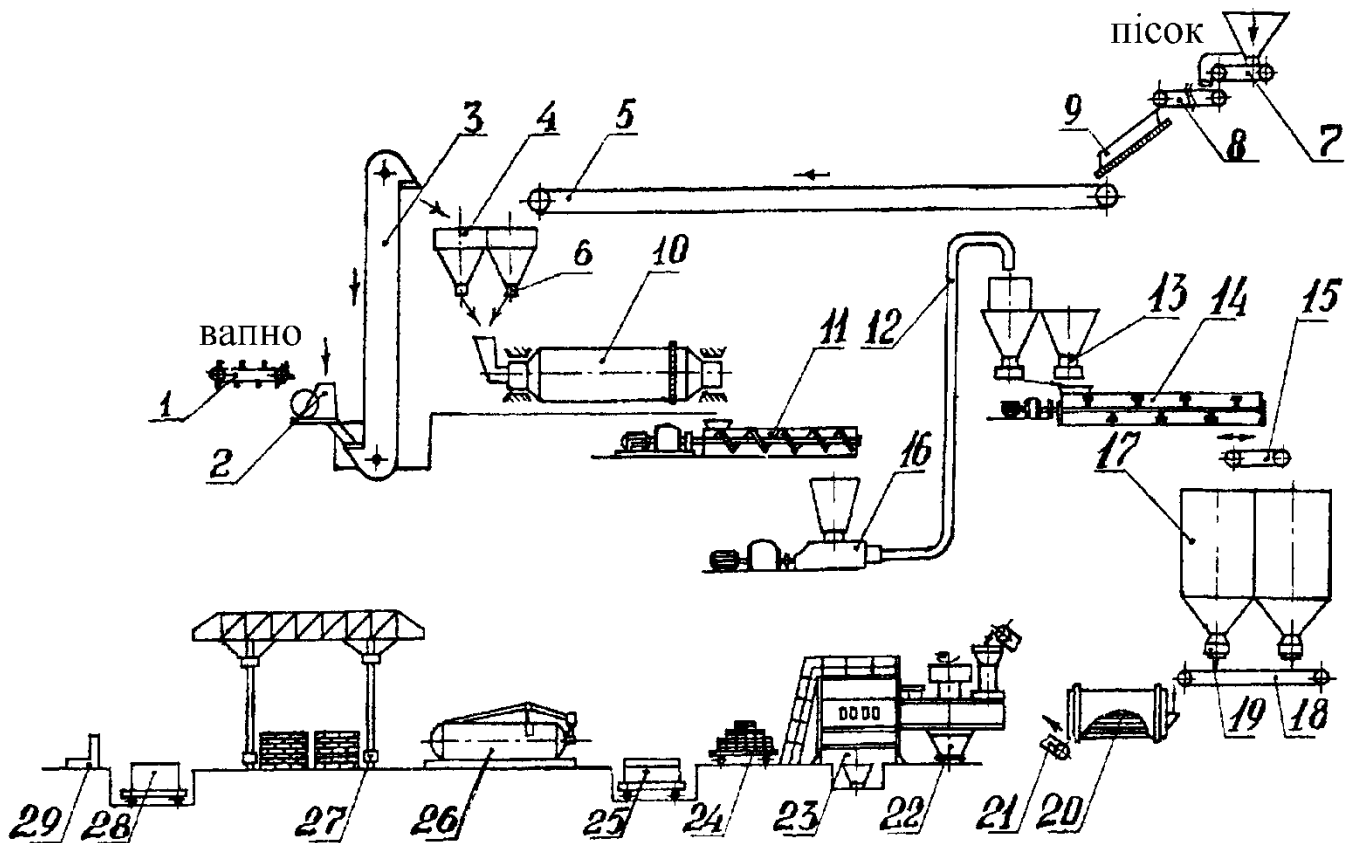


Рисунок 15.2 Технологічна схема виготовлення силікатної цегли

1 – піч випалу вапна; 2 – скребковий конвеєр; 3 – дробарка; 4 – вертикальний ківшовий конвеєр; 5, 15 – бункера комового вапна і піску; 6, 13, 20, 22 – стрічкові конвеєри; 7, 19 – тарілчасті живильники (дозатори); 8 – трубний млин для помелу вапна з піском; 9 – гвинтовий живильник; 10 – двокамерний пневмонасос; 11 – бункер вапняно - пісчаної суміші; 12 – гуркіт; 14 – стрічковий живильник; 16 – змішувач; 17 – стрічковий реверсивний конвеєр; 18 – силоси; 21 – стрижневий змішувач; 23 – прес; 24 – автомат-укладальник; 25 – автоклавна вагонетка; 26 – електропередатний міст; 27 – автоклав; 28 – кран для навантаження готової продукції.

Пісок доставляють із кар'єру автомобільним або залізничним транспортом і через прийомні установки подають в витратний склад відкритого типу або бункера.

В прийомному відділенні із бункерів пісок стрічковим живильником 14 і конвеєром 13 подається для очистки від каменів, включень грудочок глини на грохот 12 або вібраційне сито, а конвеєром 6 пісок подається в бункер 5 на сумісний помел з вапном і в бункер 15 для підготовки силікатної суміші.

Для приготування вапна безпосередньо на заводі вапняковий камінь із

кар'єру доставляють на завод, який оснащений піччю для випалу 1 і помольним відділом для тонкого помелу вапна. В помольному відділі і на транспортних комунікаціях, як і в відділах для прийому і складування сировини, використовують дробарки 3, конвеєри 2, 4, 17, 20, 22, трубні млини 8, живильники 9, пневмонасosi 10.

Щоб досягти правильного співвідношення всіх складових компонентів, застосовують спеціальні дозуючі пристрої. Через те, що приготування силікатної маси необхідної якості є однією з найбільш важливих операцій у технологічному процесі виробництва силікатної цегли.

Середній вміст активного вапна в силікатній масі дорівнює 6 – 8%. При використанні свіжевипаленого вапна без сторонніх домішок і недопалу кількість його може бути зменшено; якщо ж у вапні міститься велика кількість каменів і сторонніх домішок, а також якщо вапно довго зберігалось на повітрі, норма його в суміші повинна бути збільшена. Як недостатня, так і зайва кількість вапна в силікатній масі спричиняє небажані наслідки: недостатній вміст вапна знижує міцність цегли, підвищений вміст збільшує собівартість, але в той же час не робить позитивного впливу на якість. Активність вапна, що надходить у виробництво часто змінюється; тому для одержання маси з заданою активністю потрібно часто змінювати в ній кількість вапна.

Особливістю силосного способу – досконала підготовка суміші, яка передбачає її двохступінчате змішування в двохвалкових змішувачах неперервної дії 16. Підготовлені вапно і пісок безупинно подаються живильниками в заданому співвідношенні в одновальну мішалку безупинної дії 16 і зволожуються. Перемішана і зволожена маса надходить до силосів 18, де витримується від 4 до 10 годин, протягом яких вапно гаситься.

Силос являє собою циліндричну судину з листової сталі чи залізобетону; висота силосу 8 – 10 м, діаметр 3,5 – 4 м. У нижній частині силос має конусоподібну форму. Силос розвантажується за допомогою тарілчастого живильника на стрічковий транспортер, при цьому відбувається велике виділення пилу. При вилежуванні в силосах маса ущільнюється і частково твердіє. Для кращого

розвантаження силосу необхідно зберігати можливо меншу вологість маси.

Робота силосу протікає в такий спосіб. Всередині силос розділений перегородками на три секції. Маса засипається в одну із секцій протягом 2,5 годин, стільки ж потрібно і для розвантаження секції. До моменту заповнення силосу нижній шар встигає вилежатися протягом того ж часу, тобто близько 2,5 годин. Потім секція вистоюється 2,5 години, і після цього її розвантажують. Таким чином, нижній шар гаситься близько 5 годин. Розвантаження силосів відбувається тільки знизу, проміжок між розвантаженнями складає 2,5 години, таким чином всі шари також витримуються протягом 5 годин у безупинно діючих силосах.

Для полегшення розвантаження періодично включають вібратор, закріплений на стінці силосу; і цим зменшують прилипання маси до стінок. При більш серйозних зависаннях маси в силосах її шарують ломачами через розвантажувальні вікна.

Після гасіння силікатну суміш вторично перемішують в змішувачі 21 з до зволоженням до потрібної вологості при пресуванні. Далі готову силікатну суміш передають в пресове відділення і розподіляють в прийомні бункера пресів 23, на яких цеглу-сирець пресують з відносно високим питомим тиском (до 37 МПа). На якість цегли і на її міцність найбільше істотно впливає тиск, якому піддається силікатна маса під час пресування. В результаті пресування відбувається ущільнення силікатної маси. Ретельно ущільнити сирець – значить довести до мінімуму вільний простір між частками піску, зблизивши їх настільки, щоб вони розділялися одна від одної тільки найтоншим шаром в'язкої речовини. Таке зближення зерен піску при подальшій вологотепловій обробці цегли-сирцю в автоклаві забезпечує одержання щільного і міцного конгломерату. У момент пресування силікатної маси виникають сили опору стискання з боку зерен піску, що перешкоджають максимальному зближенню зерен. Сила тертя маси об стінки форми і зерен один об одного послаблюється шляхом застосування тиску. Тому тиск повинний розподілятися рівномірно по всій площі пресованого виробу. Пресування необхідно вести тільки до відомої межі, тому що при збільшенні тиску вище граничного в масі з'являються пружні деформації, що зникають після зняття тиску і ведуть до руйнування сирцю. Тому не можна підвищувати тиск до появи

деформацій.

На нормальну роботу преса, а отже, на одержання цегли гарної якості великий вплив робить вміст води в силікатній масі. В оптимальних умовах пресування цегли вологість маси повинна складати 6 – 7% від ваги сухої речовини і постійно контролюватися. Збільшення вологості вище оптимальної не дає можливості спресувати сирець, зняти його зі столу преса й укласти на вагонетку; зменшення вологості приводить до того, що спресований сирець важко зняти зі столу преса: він розламується під дією власної ваги. Крім того, недостатній вміст води в сирці позбавляє вапно необхідної пластичності, що забезпечує зв'язок між окремими зернами піску.

Процес пресування цегли складається з наступних основних операцій: наповнення пресових коробок масою, пресування сирцю, виштовхування сирцю на поверхню столу, зняття сирцю зі столу, укладання сирцю на запорочні вагонетки 25.

У момент пресування стіл преса зупиняється, а ножі прес-мішалки обертаються і заповнюють масою наступну пару пресових коробок. Після пресування стіл преса повертається так, щоб штампи преса разом із сирцем підійшли до поршня, що виштовхує. Сирець виштовхується поршнем у вертикальному напрямку; верхня пластина штампа при виштовхуванні виходить із пресових коробок на 3 – 5 мм вище рівня столу. Потім виштовхує поршень опускається вниз у початкове положення. Після зняття пари цеглин двома наймачами-пресувальниками стіл повертається і штампи підводяться під механічну щітку для очищення.

Верхні пластини очищуються від налиплої маси, штампи опускаються на величину наповнення пресових коробок і цикл починається знову.

Після пресування отримана цегла автоматом-укладальником 24 укладається на вагонетки 25, що транспортуються в автоклави, де виробляється тепловолога обробка цегли.

Автоклавний відділ зі складом готової цегли – завершуюча ділянка в загальному технологічному комплексі виробництва. Для додавання необхідної міцності силікатній цеглі її обробляють насиченою парою; при цьому

температурний вплив пов'язаний з наявністю в цеглі-сирцю водяного середовища, що сприяє протіканню реакції утворення цементуючих речовин з максимальною інтенсивністю.

У процесі автоклавної обробки, тобто запарювання цегли-сирцю, розрізняють три стадії.

Перша стадія починається з моменту впуску пари в автоклав 27 і закінчується при зростанні рівності температур теплоносія (пари) і оброблюваних виробів.

Друга стадія характеризується сталістю температури і тиску в автоклаві 27. У цей час мають максимальний розвиток фізико-хімічних процесів, що сприяють утворенню гідросилікату кальцію, а отже, і твердінню оброблюваних виробів.

Третя стадія починається з моменту припинення доступу пари в автоклав 27 і включає час охолодження виробів в автоклаві до моменту вивантаження з нього готової цегли.

У першій стадії запарювання насичену пару під тиском 1,2 МПа впускають в автоклав 27 із сирцем. При цьому пара починає проохолоджуватися і конденсуватися на цеглі-сирці і стінках автоклава. Після підйому тиску, пара починає проникати в дрібні пори цегли і перетворюється у воду. Отже, до води, доданої при виготовленні силікатної маси, приєднується вода від конденсації пари. Конденсат, що утворився в порах, розчиняє присутній у сирці гідрат окису кальцію й інші розчинні речовини, що входять у сирець. Відомо, що пружність пари розчинів нижче пружності пари чистих розчинників. Тому водяна пара, яка надходить до автоклаву буде конденсуватися над розчинами вапна, прагнучи понизити їхню концентрацію; це додатково зволожить сирець у процесі запарювання. І третьою причиною конденсації пари в порах сирцю є капілярні властивості матеріалу.

З того моменту, як в автоклаві буде досягнута найвища температура, настає друга стадія запарювання. У цей час максимальний розвиток одержують хімічні і фізичні реакції, що ведуть до утворення моноліту. До цього моменту пори сирцю заповнені водяним розчином гідрату окису кальцію Ca(OH)_2 . Наявність водяного середовища і високої температури викликає на поверхні піщинок деякі розчини кремнезему, розчин, що утворився вступає в хімічну реакцію з гідратом окису

кальцію й у результаті утворюються нові речовини гідросилікати кальцію:

Спочатку гідросилікати знаходяться в колоїдальному стані, але поступово викристалізуються і, перетворюючись у тверді кристали, зрощують піщини між собою. Крім того, з насиченого водяного розчину гідрат окису кальцію також випадає у вигляді кристалів і своїм процесом кристалізації бере участь у зрощуванні піщин.

Таким чином, у другій стадії запарювання, утворення гідросилікатів кальцію, перекристалізація їх і гідрату окису кальцію викликають поступове твердіння цегли-сирцю.

Третя стадія запарювання протікає з моменту припинення доступу пари в автоклав, тобто починається спад температури в автоклаві, швидке чи повільне в залежності від ізоляції стінок автоклава і наявності перепуску пари. Відбувається зниження температури виробу і зменшення вмісту вологи, тобто вода випаровується і підвищується концентрація розчину, що знаходиться в порах. З підвищенням концентрації гідрату окису кальцію і зниженням температури цементуючої речовини, силікати кальцію стають більш основними, і це продовжується доти, поки цегла не буде вивантажена з автоклава. У результаті підсилюється твердіння гідросилікатів кальцію і, отже, підвищується міцність силікатної цегли. Механічна міцність силікатної цегли, вивантаженої з автоклава, нижче тієї, котру вона здобуває при наступному витримуванні її на повітрі.

Таким чином, повний технологічний цикл запарювання цегли в автоклаві 27 складається з операцій очищення і завантаження автоклава, закривання і закріплення кришок, перепуску пари; впуску гострої пари, витримки під тиском, другого перепуску, впуску пари в атмосферу, відкривання кришок і вивантаження автоклава. Сукупність всіх перерахованих операцій складає цикл роботи автоклава, що дорівнює 10 – 12 годин.

Запарювання цегли в автоклавах вимагає чіткого дотримання температурного режиму: рівномірного нагрівання, витримки під тиском і такого ж рівномірного охолодження. Порушення температурного режиму призводить до браку.

На складах готової цегли застосовують крани 28 вантажопідйомністю 5 – 10

т, які обладнані захватними пристроями для пакетного вантаження цегли в транспортні засоби.

5.3. Технічні вимоги

Вироби повинні відповідати обов'язковим вимогам стандарту ДСТУ Б В.2.7-80-98 та виготовлятися за технологічною документацією, яка затверджена у встановленому порядку.

Характеристики виробів :

- Граничні відхилення від номінальних розмірів виробу не повинні перевищувати за довжиною, шириною та товщиною ± 2 мм;
- Вироби повинні мати форму прямокутного паралелепіпеда; (допускається виготовлення лицьових виробів з закругленими вертикальними ребрами радіусом не більше 6 мм).
- Непаралельність граней виробів не повинна перевищувати 1 мм.
- Поверхня граней виробів повинна бути плоскою, ребра - прямолінійними.
- Лицьові поверхні лицьових виробів можуть бути з декоративним покриттям.
- Міцність зчеплення декоративного покриття з поверхнею лицьових виробів повинна бути не менше 0,6 МПа (6 кгс/см^2).
- Лицьові вироби повинні мати дві лицьові поверхні: поперечикову та ложкову. За погодженням зі споживачем допускається виготовляти лицьові вироби з однією лицьовою поверхнею.
- Колір (відтінок кольору) лицьових виробів повинен відповідати затвердженому у встановленому порядку кольору зразка-еталона. Плями на лицьовій поверхні виробів не допускаються.
- Отвори у виробах повинні бути нескрізними і розміщуватись перпендикулярно постелі.
- Рекомендовані форми, розміри і розташування отворів у виробах, а також порожнистість виробів наведені у додатку А.
- Вироби можуть виготовлятися іншої порожнистісті, з отворами іншої

форми та їх розташуванням за умови відповідності виробів вимогам цього стандарту за іншими показниками[5].

Також слід відмітити, що товщина зовнішніх стінок порожнистих виробів повинна бути не менше 10 мм. Відхилення від показників зовнішнього виду не повинні перевищувати на одному рядовому виробі та на неліцевих поверхнях одного лицьового виробу значень, що вказані в **Таблиця 15.2**.

**Таблиця 15.2 Відхилення від показників зовнішнього виду на нелицьових
поверхнях одного лицьового виробу**

Найменування показників	Значення	
	для рядового виробу	для нелицьових поверхонь лицьового виробу
1. Відбитості кутів завглибшки від 10 до 15 мм, шт, не більше	3	2
2. Відбитості та притупленості ребер завглибшки від 5 до 10 мм, шт, не більше	3	2
3. Шорсткості або зрив грані завглибшки, мм, не більше	5	3
4. Тріщини на всю товщину виробу довжиною по постелі до 40 мм, шт	1	Не допускаються

Відбитості і притупленості кутів і ребер, шорсткості або зрив грані, тріщини та інші пошкодження на лицьових поверхнях лицьових виробів не допускаються. Кількість виробів із зазначеними в таблиці 2 відхиленнями від показників зовнішнього виду у партії рядових виробів не повинна перевищувати 10%, лицьових виробів - 5%.

Дефекти виробів від силікатної суміші, що не погасилася, не допускаються. Розмір проколів постелі порожнистих виробів не повинен перевищувати 10мм.

Кількість включень зерен, що містяться у щільному природному піску, грудок глини, вапна, сторонніх домішок розміром більше 5 мм у зломі або на поверхні рядових виробів не повинна перевищувати 3 шт, у зломі або на нелицьових поверхнях лицьових виробів - 2 шт, а на їх лицьовій поверхні - не допускається. У партії кількість половняку не повинна бути більше 3% для рядових виробів і 2% - для лицьових виробів.

РОЗДІЛ 6. Виробництво облицювальних матеріалів

6.1. Облицювальні плитки на основі гіпсу, вапна, мінеральних волокон

Для облицювання житлових, громадських і виробничих приміщень із сухим повітрям (вологість не більше 60%) застосовують гіпсові листи й панелі, які мають гарний естетичний вигляд, підвищену механічну міцність, добре шліфуються, поліруються і фарбуються. Простота технології обумовлює перспективність використання гіпсових виробів для інтер'єрів. Для їх виробництва застосовують волокна рослинного і штучного походження на Рисунок 16.1.

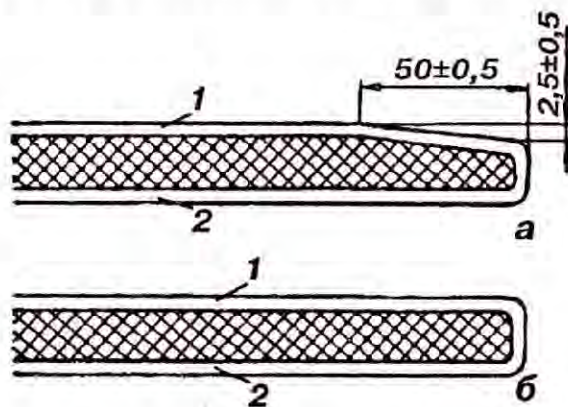


Рисунок 16.1 Поздовжні ребра гіпсо-картонних листів
а - скошене; б - пряме; 1 - лицьовий бік; 2 - тильний бік.

Гіпсокартонні листи — це гіпсове осердя, всі площини якого, крім торцевих ребер, під час виготовлення облицюють картоном (рис. 30). Поверхню із гіпсокартону обклеюють шпалерами або фарбують без додаткової підготовки. Листи виготовляють *потоншеними з лицьового боку і з прямими поздовжніми ребрами*. Довжина листів від 2500 до 4800 мм, ширина - 600, 1200 мм, товщина - 8...24 мм. Об'ємна маса листів 850...1050 кг/м³; границя міцності 3,5...13,5 МПа. Приклад умовного позначення листа групи А з ребрами: 3000 мм завдовжки, 1200 завширки, 14 мм завтовшки; ГКЛ-А- 3000x1200x14. Перевозять гіпсолисти та зберігають у штабелях пліском. Листи мають зберігатись у сухих і нормальної вологості приміщеннях. Гіпсокартонні листи кріплять за допомогою *цвяхів, шурупів, саморізів* до каркасу або приклеюють на гіпсових та інших мастиках.

Гіпсокартонні листи з декоративними шарами (камене-видної структури, з дрібнозернистих матеріалів, мастичні покриття під "шагрень" тощо). Вони призначені для облицювання стін у приміщеннях з підвищеними естетичними вимогами.

Панелі облицювальні на основі гіпсокартонних листів "Декор" призначені для внутрішнього облицювання громадських приміщень з нормальним волого-температурним режимом (крім дитячих закладів і лікарень). Їх обклеюють різними плівками, наприклад, "Пінопленом". Панелі випускають довжиною від 1000 до 3000 мм (± 8 мм); шириною 1000, 1200 мм (± 4 мм); 10, 12 і 14 мм завтовшки.

Гіпсокартонні опоряджувальні панелі ПОГ виготовляють із гіпсокартонних листів, які з лицьової поверхні обклеюють декоративною плівкою.

Гіпсоволокнисті листи армують не картоном, а рівномірно розміщеними у товщині волокнами (паперова макулатура тощо).

Гіпсові декоративні плити ПГД виготовляють литими, гладенькими, рифленими з різноманітними малюнками/розмірами 500x500x15...40 мм, 600x600x15...40 мм.

Пресовані мармуровидні гіпсові плити (штучний мармур) виготовляють пресуванням водогіпсової суміші під тиском 7... 10 МПа з вистоянням під тиском до початку тужавіння фосфогіпсу - відходів виробництва мінеральних добрив. Штучний мармур на 40% легший від природного мармуру, має кращі теплозахисні властивості і високу кислотостійкість. Штучний мармур застосовують для внутрішнього облицювання магазинів, автостанцій, клубів та при влаштуванні підвісних стель.

Акустичні гіпсові литі (звукобирні) плити на Рисунок 16.2 складаються з гіпсового перфорованого екрану (армованого скляними волокнами), крепового паперу чи тканини, звукобира-ча (мінвати) і фольги. Розміри плит (600x600x30...40 мм).

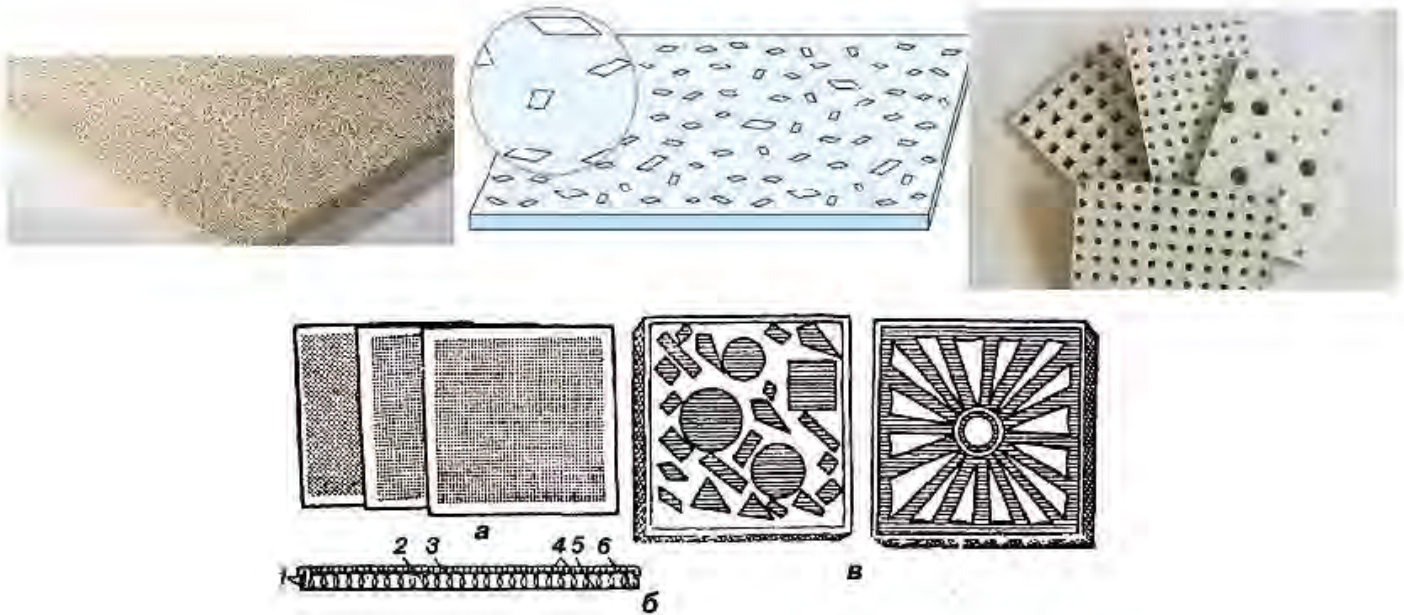


Рисунок 16.2 Акустичні гіпсові литі плити

а - зовнішній вигляд; б - поперечний розріз; в - види перфорацій; 1 – арматура; 2 - мінеральна плита; 3 - бавовняна тканина; 4 – отвори; 5 - алюмінієва фольга; 6 - гіпсова плита.

Гіпсокартонні перфоровані звуковбирні плити - це гіпсокартонні листи з наскрізною перфорацією з наклеєним підстильним шаром із нетканого полотна або фільтрувального паперу. Розміри плит 500х500х8,5 мм і 600х600х8,5 мм. Акустичні плити призначені для облицювання внутрішніх поверхонь стелі і стін залів для глядачів, громадських приміщень тощо. Плити кріплять шурупами до каркасу в сухих приміщеннях.

Плити мінераловатні акустичні на синтетичному в'язучому виготовляють з мінерального волокна, просочуючи його синтетичними зв'язуючими з наступною полімеризацією при тепловому обробленні.

Звуковбирні декоративні плити "Силакнор" (силікатні акустичні пористі) виготовляють з ніздрюватих бетонів автоклавного тверднення. Такі бетони готують із суміші вапна, цементу, піску, алюмінієвої пудри, барвників, води, рідкого скла і регуляторів тверднення. Розміри плиток 450х450х45 мм. Застосовують плитки для звуковбирання та декоративного облицювання стель і стін у сухих приміщеннях

громадського і виробничого призначення.

Малогабаритні облицювальні плитки тепер мало застосовуються, оскільки вони не водостійкі. Для водостійкості їх виготовляють на основі гіпсу і карбомідних смол.

6.2. Деревостружкові плити (ОСП)

Це плитковий матеріал, виготовлений гарячим пресуванням заповнювача (деревної стружки некондиційної деревини) і зв'язуючого (карбідної та формальдегідної смоли). Разом з ними до складу маси вводять *антисептики* (проти гниття), *антипіренами* (проти горіння) та *гідрофобізатори*. Просочену деревностружкову масу формують методом пресування силою 2...2,5 МПа (при температурі 140...180°C) між двома сталевими стрічками або методом екструзії (видавлювання). Із преса виходить безперервна стрічка, яку розрізають дисковими пилами на плити розмірами від 1830 до 5680 мм завдовжки, від 1220 до 2500 мм завширшки, товщиною 8...28 мм. Плити ДСП використовують для влаштування підлог, облицювання, виготовлення столярних виробів, меблів тощо.

6.3. Дереволокнисті (ДВП) і цементностружкові плити

Виготовляють гарячим пресуванням волокнистої маси, яка складається з органічних, переважно целюлозних, волокон, води наповнювачів, синтетичних полімерів і деяких спеціальних добавок. Деревну сировину (відходи) в рубильних машинах перетворюють на тріски, які пропарюють при температурі 150...155°C і розпушують на окремі волокна. Потім волокна перемішують з фенолформальдегідними синтетичними полімерами, антисептиками, антипіренами, гідрофобізаторами в змішувальному басейні. Одержану масу формують, збезводнюють, ріжуть на формати заданих розмірів, вкладають на підкладаючі металеві листи, пресують під тиском 5,5 МПа й температурою 200-210°C.

ДВП поділяють на СТ - надтверді (для підлог), Т - тверді (для внутрішнього облицювання), напівтверді і М - м'які (ізоляційно-опоряджувальні). Розміри плиток - від 1220 до 6100 мм(±3...5мм)завдовжки; від 1200до2140мм(±3...5мм) завширшки;

2,5...16мм(± 3 мм) завтовшки. Об'ємна маса плиток 100... 1100 кг/м³, границя міцності на вигин 0,4...50 МПа. Плити зберігають у паках або штабелях на підкладках. При транспортуванні вживають заходів для захисту плит від атмосферних опадів і механічних пошкоджень.

Деревноволокнисті плити з лакофарбованими покриттями складаються з твердої деревноволокнистої плити-основи та лакофарбового покриття: однобарвні, декоративним друкованим малюнком, гладкі, з рустованою поверхнею, а також з перфорацією.

Цементностружкові плити виготовляють пресуванням суміші деревних частинок хвойних і листяних порід, портландцементу і хімічних добавок. Довжина плит - 3200 і 3600 мм, ширина - 1200 і 1250 мм, товщина - 8...40 мм. Цементностружкові плити застосовують для внутрішньої та зовнішньої обшивки.

6.4. Облицювальні пластикові вироби

Декоративний паперово-шаруватий пластик - ЛИСТОВИЙ матеріал, який одержують гарячим пресуванням спеціального паперу, просоченого синтетичними термореактивними (фенолформальдегідними та карбомідними полімерами). Паперово-шаруватий пластик гігієнічний, світло- і теплостійкий, хімічностійкий, твердий та декоративний, витримує температуру 130°C. Розміри листів, мм: довжина-400...3000 (± 5) мм; ширина - 400...1600 (± 5) мм; товщина 1...3 ($\pm 0,2$) мм. Лицьова поверхня паперово-шаруватого пластику виконується однотонною або друкованим малюнком. Вона може бути глянцевою або матовою. Нелицьова поверхня плитки має бути шорсткою. Щільний монолітний лист паперово-шаруватого пластику утворюється трьома шарами:

- *лицьовий* (з білого підкладочного, захисного та основного, що визначає колір);
- *внутрішній* (з 5...15 шарів цупкого паперу) для забезпечення міцності пластику;
- *тильний* (компенсуючий шар з 2...3 шарів цупкого паперу для запобігання жолоблення пластику).

Пакують листи пластику лицьовими поверхнями один до одного, прокладаючи між ними папір. Транспортують і зберігають пластик у сухих приміщеннях у горизонтальному положенні. Паперово-шаруватим пластиком облицьовують стіни житлових, громадських і виробничих приміщень та інших. Пластик можна пилити пилками з дрібними зубцями, свердлити. Для приклеювання пластику на бетонні, гіпсові та обштукатурені поверхні звичайно застосовують кумароно-наїри-тові мастики КН-2, КВ-3, а на дерев'яні - клеї на основі фенол-фомальдегідних і полівінілацетатних полімерів.

Листи пластику кріплять також шурупами до каркасу і за допомогою профільних розкладок з полівінілхлориду, металу або дерева.

Склопластики і склотекстоліт виготовляють гарячим пресуванням скляних волокон або тканини, зв'язаних синтетичними полімерами. Довжина листів 2040 мм, ширина 800...1150 мм, товщина 0,8...35 мм. Застосовують склотекстоліт для обшивання споруд хімічних підприємств.

Вініпласт виготовляють із непластифікованої полівінілхлоридної композиції з добавками (стабілізатори, мастила). Розміри листів: довжина - 300...2000 мм, ширина - 300...1000 мм, товщина - 0,4...2 мм. Вініпластом облицьовують стіни і стелі в громадських приміщеннях.

Полівінілхлоридні декоративні листи "Полідекор" на Рисунок 16.3 ' випускають розмірами 1950х950(±10)мм і 1810х915(±10)мм, 7 мм завтовшки. Листи зберігають у приміщеннях з температурою не вище 35°C, а при температурі нижче 0°C перед використанням слід витримати їх при кімнатній температурі не менше доби.

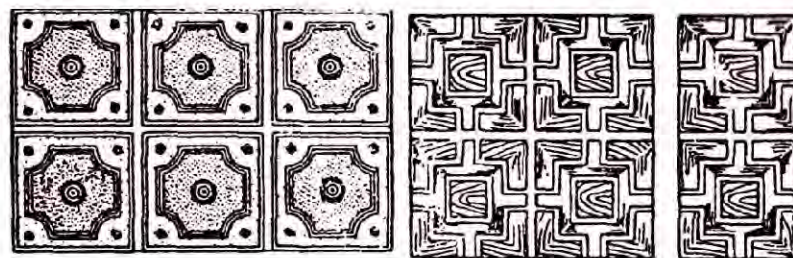




Рисунок 16.3 Листи "Полідекор"

Поліпропіленові листи розмірами 1600...2000 мм завдовжки, 800. ..1200 мм завширшки і 1,5...4 мм завтовшки різних кольорів застосовують для облицювання внутрішніх стін громадських, адміністративних і виробничих будівель. Поліпропіленовим листам властива підвищена теплостійкість (до 100°C).

Скло органічне технічне виготовляють у вигляді листів від 100 до 1250 мм завдовжки і завширшки, 1...200 мм завтовшки, різних кольорів. Застосовують його для скління парників, теплиць тощо. Органічне скло добре розпилюється, свердлиться і склеюється різними клеями (на основі дихлоретану тощо).

Полістирольні облицювальні плитки випускають квадратні, 100x100x1,25 мм і 150x150x1,35 мм; прямокутні -300 x 100 x 1,35 мм та фризіві 100x20x1,25 мм, 150x20x1,35 мм та інші. Лицьова поверхня має бути гладка, глясова, без дефектів. На тильному боці плитки по периметру передбачено бортик 5 мм завширшки, а решта тильної поверхні - рифлена з квадратами 3x3 мм. Транспортують і зберігають полістирольні плитки у картонних коробках, дерев'яних ящиках або обгорнуті папером. Плитки складають попарно лицьовою поверхнею усередину. Полістирольні плитки зберігають подалі від органічних розчинників, масел і нагрівальних приладів. Полістирольні плитки застосовують для облицювання внутрішніх поверхонь житлових громадських і виробничих будівель з підвищеним вологим режимом експлуатації. Забороняється облицювання полістирольними плитками поверхонь з легкозаймистих матеріалів, а також приміщень з відкритим вогнем, дитячих установ та сходових кліток. Плитки наклеюють на гладку суху основу каніфольною, перхлорвініловою та іншими мастиками.

6.5. Полімерні матеріали для покриття підлоги

Покриття підлог із полімерних матеріалів гігієнічні, еластичні, зносостійкі, тепло- та звукоізоляційні, досить довговічні та ефективні.

Лінолеум - це рулонний матеріал, виготовлений на основі полівінілхлоридних, алкідних, гумових та інших полімерів. Вони призначені для влаштування покриття підлог у житлових, громадських та деяких промислових будівлях, крім приміщень з інтенсивним рухом і дією абразивних матеріалів, жирів. Застосування лінолеуму в 5...7 разів скорочує тривалість робіт порівняно з паркетними роботами. Лінолеуми бувають *безпідосновні* (одно- та багатошарові) та з *підосновою* (тканинною, плівкою, повстю), зафарбовані в різні кольори, гладенькі, матові, тиснені, з візерунком.

Лінолеум без підоснови формують каландровим та екструзійним способами. За каландровим способом після змішування компонентів виконують пластифікацію маси переробкою на вальцях, а далі - формування на каландрах. До складу маси входять: суспензійний полівінілхлорид, пластифікатор дибу-тилфталат, стабілізатор, наповнювачі, пігменти. У багатошарових лінолеумах для лицьового шару вводять більше полімерного в'язучого, ніж для нижнього шару.

Екструзійний спосіб виготовлення лінолеуму передбачає нагрівання лінолеумної маси, пластифікацію та формування полотна безперервним видавлюванням крізь формувальну головку екструдера. Лінолеум на підоснові виготовляють *промаз-ним способом*, при якому пасту наносять на рухому підоснову з наступною термообробкою.

Полівінілхлоридний лінолеум (займає 70% загального випуску, на підоснові і без основи) виготовляють у вигляді полотнища, шириною 1200...1400(± 10) мм, товщиною 1,5 та 1,8(2,1)($\pm 0,1$) мм, довжиною 12 м. На лицьовій поверхні лінолеуму не допускаються зморшки, хвилястість, подряпини, пухирі, плями тощо, які можна побачити з відстані 1 м по вертикалі від поверхні лінолеуму. Зберігають лінолеум у рулонах у вертикальному положенні при температурі не нижче 10°C. Приклеюють його до основи бітумними та іншими мастиками або застосовують його у вигляді

зварених килимів на всю кімнату.

Гліфталевий (алкідний) лінолеум виготовляють на тканинній основі промазним способом. Лінолеумну пасту одержують із фталевого ангідриду, гліцерину та модифікуючих добавок. Гліфталевий лінолеум при низьких температурах крихкий.

Колоксиліновий (нітроцелюлозний) лінолеум виготовляють без підоснови. Він гнучкий, але має підвищену займистість.

Гумовий багатошаровий лінолеум (релін) виготовляють з гумових сумішей на основі синтетичних каучуків. Релін характеризується низьким водопоглинанням, зносостійкістю, високою еластичністю, кислото-та лугостійкістю, звукопоглинальністю.

Синтетичні плитки для підлог за останній час застосовують мало. їх виготовляють із полівінілхлориду, інденкумаро-нових полімерів, каучуків, гегенерованої гуми, фенопластів, а також вирубують із вибракуваних кусків лінолеуму. Підлоги з плиток легко ремонтувати, вони дають змогу створювати рисунок, зручні в транспортуванні, але менш гігієнічні і більш трудомісткі.

Полівінілхлоридні плитки для підлог виготовляють одношаровими квадратами розмірами 300x300x1,5...2,5 мм з допустимими відхиленнями довжини і ширини: $\pm 0,5$ мм, а товщини $\pm 0,2$ мм. Полівінілхлоридні плитки, призначаються для покриття підлог приміщень житлових, громадських і виробничих будівель, на які не діють абразивні матеріали, масла та жири. їх виготовляють одно- та багатокольоровими, з гладкою або тисненою лицьовою поверхнею. Крім полівінілхлоридних плиток застосовують *кумаронові плитки* розмірами 200x 200 мм; *колоксилінові* розмірами 300 x 300 мм; *фенолітові* розмірами 100x100 мм, 150x150 мм; *гумові* плитки розмірами 510x 510 мм; *азбестосмоляні, азбестобонітові* розмірами 150x150 мм; *бітумні або асфальтобетонні* розмірами 150 x 150 мм, 200x 200 x 3 мм (для виробничих споруд). Бітумні плитки мають чорний колір. Настиляють на бітумних мастиках. Крім рулонних і плиткових матеріалів для влаштування підлог застосовують мастикові безшовні матеріали (водні дисперсії полімерів - полівінілацетату та латексів).

До складу *полівінілацетатної мастики* входять полівініла-цетатна дисперсія, наповнювач (кварцовий пісок крупністю не більше 0,15 мм), пігмент (залізний сурик, вохра, оксид хрому, ультрамарин) і вода.

Епоксидну мастику приготують із епоксидної смоли ЕД-6 (у частинах за масою): дибутилфталат - 0,15; ацетон - 0,25; поліетиленполіамін - 0,15; кварцовий пісок - 1...15; пігмент до заданого кольору.

Полімерцементний склад для покриття підлог приготують із полімерного зв'язуючого, портландцементу, наповнювача в 3 рази більше, ніж цементу і пігменту.

6.6. Облицювальні вироби з природного каменю

Для облицювання монументальних будівель, великих спортивних видовищ, метро та інших споруд використовують облицювальні матеріали із природного каменю - *граніту, мармуру, туфу, вапняку, черепашнику, лабродориту, габро, пісковика* та інших близьких за міцністю порід. Природні облицювальні плити виготовляють *пиляні, колоті та облицювальні декоративні*, застосовуючи неорганічні або органічні зв'язуючі для зовнішнього та внутрішнього облицювання будівель.

Облицювальні плити, виготовлені розпилюванням блоків з природного каменю, мають розміри 150...1500 ($\pm 1...2$) мм завдовжки, 150...1200 мм завширшки, 8...30 ($\pm 1...3$) мм завтовшки. Види фактур лицьової поверхні кам'яних плит і характер їх поверхні:

- *скеля* - відкол каменю з нерівностями без слідів інструменту;
- *бугриста* - рівномірна бугриста, з западинами та опуклостями;
- *рифлена* - з неперериваючими борознами, які проходять наскрізь;
- *точкована* - рівномірно крупношорстка;
- *гладенька* - гладенька зі слабкими слідами інструменту;
- *борозниста* - рівномірно шорстка з переривчастими борознами;
- *пиляна* - шорстка з глибокими переривчастими штрихами;
- *шліфувана* - рівномірно шорстка;

- *лощена* - гладенька зі слабким блиском без слідів інструменту;
- *полірована* - дзеркальна з чітким відбиванням предметів;
- *оброблена ультразвуком* - гладенька матова;
- *термооброблена* - шорстка, має сліди лущення і нерівний рельєф.

Облицювальні декоративні плитки виготовляють *мозаїчні* (з декоративного щебеню), *брекчієвидні* (з кусків природного каменю довільної форми й декоративного щебеню), *орнаментні* (з природного каменю правильної форми). Плити можуть бути армовані і неармовані.

Розміри декоративних плит - 200...1500 мм завдовжки, 200...1200 мм завширшки, 10...40 мм завтовшки.

Облицювальні кам'яні плитки з полірованою лощеною та шліфованою поверхнею перевозять з прокладеним папером між облицювальними поверхнями.

Для облицювання будівель природним каменем застосовують цементний розчин марки 100...150, полімерцементний розчин. Безрозчинове облицювання здійснюють за допомогою металевих анкерів.

Для облицювання цоколів застосовують *бутовий, пісковик* та інші плитняки довільної форми, розмірів і товщини зі скелястою поверхнею.

Для *кислотостійких облицювань* застосовують плитки із граніту, сієніту, діоріту, кварциту, андизиту, базальту, діабазу та інших порід, а для *лугостійких облицювань* - вапняки, доломіти мармур тощо. Крім цього, використовують хімічно-стійкі плитки для підлог із *кам'яного лиття* при температурі 1400...1450°C. Для облицювання криволінійних поверхонь і футеровки апаратури виготовляють спеціальні *фасонні та клинові плитки*.

6.7.Мастики і клеї для облицювальних робіт

Для кріплення облицювальних плиток до опоряджувальних поверхонь, крім будівельних розчинів, за останній час застосовують різні клеї і мастики, міцність яких є в декілька разів більшою, ніж на розчині. Якість облицювання значно залежить від правильно вибраного клеєвого складу, його якості і способу нанесення.

Клей - це розчин, рідше розплав, у більшості випадків органічних

високомолекулярних речовин, які мають добру адгезію (зчеплення з опоряджованою поверхнею). Клей застосовують так само, як і мастики для кріплення облицювальних плиток, лінолеуму, шпалер тощо.

Мастиками називають пластичні матеріали, які одержують при змішуванні природних органічних або синтетичних (полімерних) зв'язуючих з мінеральними наповнювачами, пластифікаторами та іншими добавками, які покращують якість мастики. Мастики і клеї повинні мати добрі адгезійні властивості до опоряджувальних матеріалів і до матеріалів основ (тобто добре злипати), легко розподілятися тонким шаром 0,2... 0,5 мм завтовшки (для бітумних 0,7... 1 мм), зберігати свої робочі властивості під час укладання опоряджувальних матеріалів, забезпечувати швидке зростання міцності склеювання, бути біо-стійким, однорідним, не виділяти запахів та шкідливих речовин, тверднути без підвищених температур і високого тиску. Мастики і клеї більшість постачають на будівельні майданчики в готовому стані. В окремих випадках клеї і мастики приготровляють безпосередньо на будівництві. За способом використання мастики поділяються на гарячі і холодні, тобто застосовують у гарячому або холодному стані.

6.8. Матеріали з шлакових розплавів

До основних напрямів переробки металургійних шлаків поряд з виробництвом в'язучих, заповнювачів і бетонів на їх основі відноситься отримання матеріалів з шлакових розплавів - шлакової вати, литих матеріалів, скла і шлакоситаллов.

Ці будівельні матеріали об'єднують спільність сировинної бази, що включає шлаки чорної і кольорової металургії, склоподібна або стеклокристаллическая структура, можливість виготовлення їх безпосередньо з шлакових розплавів.

Шлакова вата - це різновид мінеральної вати, займає провідне місце серед теплоізоляційних матеріалів як за обсягом випуску, так і за будівельно-технічними властивостями.

Приблизно 80% мінеральної вати проводиться з доменних шлаків. Продуктивність печей для одержання мінерального розплаву з металургійних

шлаків на 24% вище, ніж на природному сировину, а собівартість значно нижче.

Для отримання мінеральної вати поряд з доменними шлаками застосовуються також ваграночные, мартенівські і шлаки кольорової металургії.

Хімічний склад шихти підбирається у відповідності з умовами досягнення оптимальної величини в'язкості розплаву. Рекомендується такий склад шихти, при якому в'язкість розплаву не перевищувала б 0,5 Пас при 1500 °С і 1,5 Пас при 1400 °С. При такій в'язкості забезпечуються достатня плинність і необхідні умови для отримання кондиційного мінерального волокна.

Разом з тим при надмірно низької в'язкості може витягування довгих волокон.

Умови роздування розплаву, діаметр і довжина волокон залежать також від швидкості наростання в'язкості при зниженні температури і відносини до сил в'язкості вільної енергії поверхні розплаву, тобто від поверхневого натягу.

Основним критерієм якості шлаків, як сировини для виробництва мінеральної вати, є значення модуля кислотності M_k - величини, зворотної модулем основності. Мінеральна вата марки за середньою 100 щільності має $M_k > 1,4$, а марки 75 - $M_k > 1,5$.

Необхідне співвідношення кислотних і основних оксидів в шихті забезпечується застосуванням кислих шлаків. Кислі шлаки більш стійкі проти розпаду, неприпустимого в мінеральній ваті. Підвищення вмісту кремнезему розширює температурний інтервал в'язкості, тобто різниця температур, межах яких можливе волокнообразование. Модуль кислотності шлаків коригується введенням у шихту кислих чи основних добавок. В якості кислих добавок зазвичай застосовують білий глиняної чи силікатної цегли, золу теплоелектростанцій, різні кремнеземисті гірські породи, а основними є доломіти та вапняки.

Для шлаків, що містять підвищену кількість оксидів заліза і марганцю, додатковою якісною характеристикою є коефіцієнт насичення, що представляє собою відношення суми процентного вміст $SiO_2 + Al_2O_3$ до сумарного відсоткового вмісту інших оксидів. Цей коефіцієнт при плавці шихти в вагранках становить 1,5-2.

Технологічний процес виробництва шлакової вати на Рисунок 16.4, як і

інших різновидів мінеральної вати, складається з двох основних стадій: отримання розплаву і переробки його в волокно.



Рисунок 16.4 Шляковата

З шлакової вати з допомогою органічних і неорганічних в'язучих або без них виготовляють різноманітні теплоізоляційні вироби і матеріали.

Для отримання шлакових розплавів застосовують печі шахтного типу (вагранки) і ванні печі. При використанні вагранок у верхню їх частину періодично завантажуються газопроникна шихта. Оптимальна величина шматків шлаку і коксу складає 50-70 мм. Шихта опускаючись вниз, розплавляється. Продукти горіння палива піднімаються вгору і передають тепло расплавленому матеріалу.

Найбільш вигідним шлаковим сировиною є литий шлаковий щебінь. Використання його замість несортованих шлаків підвищує продуктивність вагранок на 30%.

В останні роки для плавлення шлаків застосовують ванні печі, тепловий ККД яких становить 35-45%, в той час як у вагранок він 16-25%.

Найбільш ефективним способом виробництва вати її отримання безпосередньо з первинних шлакових розплавів доменних печей. Розплавлений шлак підігрівається в ванних печах до необхідної температури; тут же коригується його складу. Виробництво мінеральної вати з вогненно-рідких шлаків на 30-50% економічніше, ніж з холодних при плавлі вагранках. Витрати умовного палива на одержання 1 т продукції з рідких шлаків у 4 - 7 разів нижче, ніж при плавленні

шихти з гірських порід.

Шлаковий розплав перетворюють в мінеральне волокно, впливаючи на нього потоком пари, повітря або газу (дутьовий спосіб) або відцентровою силою (відцентровий спосіб). Дуттєвий спосіб отримання шлакової вати замінюється на відцентровий і комбінований способи, що дозволяють отримати довговолокнуистую вату з щільністю до 100 кг/м³ і мінімальним змістом неволокнуистих включень.

Вату залежно від призначення виготовляють трьох типів: для виробництва плит підвищеної жорсткості з гидромассы, плит гарячого пресування, напівсухого пресування марки 200 і інших виробів на синтетичному зв'язуючому - А; плит марок 50, 75, 125, 175, циліндрів, напівциліндрів на синтетичному сполучному, матів, шнурів і волокна - Б; плит на бітумному зв'язуючому - Ст.

Вміст органічних речовин у ваті повинно бути не більше 2%. Допустима ізоляція поверхонь з температурою не більше 700 °С.

На основі мінеральної вати виготовляють вироби різної форми з використанням в якості сполучних синтетичних полімерів, бітумів, емульсій та паст. Основними видами виробів є м'які, напівжорсткі і жорсткі плити, циліндри, напівциліндри.

Шлакоситаллы широко застосовуються в будівництві як конструкційні та оздоблювальні матеріали, що володіють високою міцністю, зносостійкістю і хімічну стійкістю.

Виробництво шлакоситаллов полягає в варінні шлакових стекол, формуванні з них виробів та їх подальшої кристалізації. Шихта для одержання скла складається з шлаку, піску, щелочесодер-лужбовців та інших добавок. Ефективно використання вогненно-рідких металургійних шлаків, що економить до 30-40% всього тепла, що витрачається на приготування.

Шлакове скло готують у два етапи: 1) сировину попередньо вариться в конвертері, де змішуються рідкий шлак та інші сировинні компоненти; 2) отримана скломаса освітлюється в ванних печах. Для отримання білого і сірого шлакоситалла до складу скла вводять оксид цинку, блакитних відтінків - оксид хрому, чорного -

сульфіди заліза і марганцю. Поверхня шлакоситаллов може забарвлюватися кольоровими керамічними фарбами.

Шлакоситала у вигляді прокатних листів, пресованих плит, труб та інших виробів випускають на поточкових механізованих лініях. Відформовані вироби надходять в кристалізатор, де піддаються тепловій обробці.

Шлакоситаллы відрізняються від більшості будівельних матеріалів більш високими фізико-механічними властивостями (табл. 2.16). Так, їх міцність у кілька разів перевищує міцність вихідного скла і близька до міцності чавуну і сталі. У той же час шлакоситаллы в 3 рази легше їх. Термостійкість шлакоситаллов досягає 150-200 °С. Особливо високими є показники хімічної стійкості та стійкості до стирання.

Шлакоситаллы можна піддавати різним способам механічної обробки: шліфовці, поліровці, різанні, свердління алмазним або карборундовим інструментом. Цей матеріал можна зміцнити загартуванням на 50-100%.

Ситали. Ситалом називають штучний полікристалічний матеріал, який одержують кристалізацією скла відповідного хімічного складу. Ситал має вищі порівняно з цим склом фізико-хімічні властивості.

Структура ситалів нагадує мікробетон, де наповнювачем є кристалічна фаза, а в'язучим – прошарки скла між кристалами.

Структура ситалів, зберігаючи позитивні властивості скла, надає їм підвищеної механічної міцності, термічної та хімічної стійкості, діелектричних властивостей, зменшує крихкість.

Ситали виробляють, використовуючи технологію скляного виробництва (одержання шихти - варіння скла - формування виробів - відпалювання виробів), доповнену кристалізацією виробів.

Шлакоситали – це різновид склокристалічних матеріалів, які виробляються напрямленою кристалізацією шлакових стекол. До складу шихти входять гранульований доменний шлак, кварцовий пісок та каталізатори кристалізації (сульфат натрію. Кремнефтористий натрій, оксиди й сульфід хрому, титану, марганцю, цинку, заліза тощо).

Виробництво шлакоситалів складається з двох основних етапів: перший –

одержання шлакового скла й формування з нього виробів; другий – термічна обробка виробів, внаслідок якої утворюється склокристалічна структура. Труби виготовляють методом безперервного формування з пластичного шлакоситалового листа, згортуваного за допомогою трубоформувального пристрою з одночасним зварюванням шва та калібруванням труби спеціальними жолобчастими роликами. Діаметр труб до 500 мм.

6.9.Виробництво фіброліта з відходів деревообробної промисловості.

Фібролит випускають у вигляді плит довжиною 2400 ... 3000 мм, ши-ріной 500, 600, 1200 мм і товщиною 30 ... 100 мм. Для нього встановлені три марки за середньою густиною: 300, 400 і 500. Вологість плит не повинна перевищувати 20%.

Фібролит з середньою щільністю до 400 кг/м³ застосовують для теплової ізоляції. Теплоізоляційний фібролит має теплопровідність 0,09 ... 0,12 Вт / (м. ° С).

При середній щільності 400 кг/м³ і більше фібролітові плити, будучи теплоізоляційними матеріалами, одночасно можуть використовуватися і для зведення стін, перегородок і пере-крито. Теплопровідність конструкційно-теплоізоляційного фіброліта 0,12 ... 0,15 Вт / (м. ° С).

Фібролит відрізняється високою звукопоглинаємость, обумовленої сполучених характером пір, а також хорошими оброблюваністю, зчепленням з штукатурним шаром і бетоном. Негативними властивостями фіброліта є значна повітропроникність, велике водопоглинання, низька водостійкість, схильність у вологому стані ураження грибком.

Технологія виробництва фіброліта включає наступні процеси: приготування деревної вовни; обробку її мінералізатором; змішування з цементом обробленого сировини; пресування плит і їх термічну обробку.

Межа міцності при вигині складає 0,4 ... 2 МПа.

При однаковому термічному опорі конструкцій витрата цементу при застосуванні фібролітових теплоізоляційних плит скорочується приблизно в 2,5 рази в порівнянні з конструкціями, де утеплювачем служать плити з пористого бетону. Замість цементу для фіброліта (так само, як і арболита) можуть застосовуватися інші

в'язучі, такі як будівельний і високоміцний гіпс, білитель-шламовое в'язучий.

Перспективним матеріалом для дерев'яного домобудівництва є цементно-стружкові плити, що виготовляються з спеціальних деревних стружок і портландцементу. Ці плити пресують при підвищеному тиску. При щільності 400 ... 1200 кг/м³ вони мають високу міцність, атмосферостійкість, не запалюються, не руйнуються термітами і дере-воразрушаючими грибами, добре склеюються з деревиною, пластмасами і металами, легко обробляються, оздоблюються фарбами. Їх застосовують як зовнішньої обшивки панелей житлових будинків, для влаштування підлог, виготовлення дверей.

Література

1. Швачко, Д. Г. Теплова ефективність футерівки обертових печей для виробництва будматеріалів : дис. ... д-ра філософії : 133 Галузеве машинобудування / Швачко Денис Григорович. – Київ, 2023. – 196 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/64296>.
2. Щербина В.Ю.Розвиток теорії та удосконалення технологічних процесів при виробництві будівельних матеріалів у високотемпературних агрегатах : дисертація ... доктора технічних наук : 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології / Щербина, Валерій Юрійович. - Київ, 2017. – 186 с.
3. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів : підручник / Р. Ф. Рунова, Л. О. Шейніч, О. Г. Гелевера, В. І. Гоц. Київ : КНУБА, 2001. 354 с.
4. Система забезпечення надійності і безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і дії. Норми проектування : ДБН В. 1.2-2:2006. - [Введено з 01.01.2007 р.]. - Київ: Мінбуд України, 2006. - 78с. (Державні будівельні норми України).
5. Землечерпальний снаряд // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 100. — ISBN 978-966-7407-83-4.
6. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення:ДБН В. 2.6-98:2009. - [На заміну СніП 2.03.01-84*] ; чинні від 2011.06.01. - Київ: МінрегіонбудУкраїни, 2009. - 75 с. - (Державні будівельні норми України.).
7. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона : ДСТУ б В. 2.7-217:2009. - [Відведене вперше (зі скасуванням ГОСТ24452-80); чинний з 2010-09-01]. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 16 с. - (Національний стандарт України).
8. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю: ДСТУ б В. 2.7-220:2009. - [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 22690-88); чинний з 2010-09-01]. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 20 с. - (Національний стандарт України).

9. Будівельні матеріали. Бетони методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій: ДСТУ Б В . 2 .7-223:2009. - [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 22690-88); чинний з 2010-09-01]. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 12 с. - (Національний стандарт України).

10. Будівельні матеріали. Бетони правила контролю міцності : ДСТУ Б В . 2 .7-224:2009. - [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 18105-86); чинний з 2010-09-01]. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. - 23 с. - (Національний стандарт України).

11. Валкові машини. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання», «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання» спец. 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.І. Сівецький, Сідоров Д.Е., Д.Г. Швачко. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 112 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/6771fc1c-ebbe-41ba-ba80-3993caf2f28f/content>.

12. Пресове обладнання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання», «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання» спец. 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.І. Сівецький, Д.Г. Швачко. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 147 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/71cd2ac0-1262-4e36-bc2e-cac9746b5312/content>. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/955dff6b-5a91-443c-86fd-70c3a97bc474/content>.

13. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., Ефименко Е.А. Дослідження напружено-деформованого стану обертового теплового агрегату // Вісник КПІ ім. Ігоря Сікорського. Серія Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. №1(17), 2018, С. 65-71.

14. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г. Підвищення енергоефективності обертових теплових агрегатів // Вчені записки таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Технічні науки, Том 29 (68), № 4, Ч.2, 2018, С. 68-72.

15. Швачко Д.Г., Щербина В.Ю. Методика оперативного розрахунку теплового режиму в фасонному вогнетриві // Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. №1(18), 2019, С. 102-109.

16. Shcherbina V., Shvachko D., Borshchik S. Heat exchange simulation in energy zones of a rotarykiln with change of heat resistance of the body // Technology audit and production reserves №6/1(50), 2019, P. 36-41.

17. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г. Моделювання процесу нестационарного теплообміну в футерівці обертових агрегатів // Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. №2(19), 2020, С. 20-31.

18. Щербина В. Ю. Швачко Д.Г. Вплив теплоізоляції футерівки на теплообмін обертових апаратів // Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. №2(21), 2022, С. 20-31.

19. Щербина В. Ю. Швачко Д.Г. Підвищення енергоефективності обертових печей за використання вогнетривів з теплоізоляцією // Журнал «Вісник Вінницького політехнічного інституту». №5, 2022, С.52-57.

20. Shvachko D.G., Shcherbina V. Yu., Borshchik S. A Thermal protection insulation in the lining of the rotary kilns // Modern engineering and innovative technologies. Karlsruhe, Germany.2021, №16-01, P.18-23.

21. Shvachko D.G., Shcherbina V. Yu., Li Dao,Borshchik S. A. About increasing the life of the supporting units of the drum furnaces// Modern engineering and innovative technologies, Germany. 2021, №17-01, P.16-24.

22. Обладнання для лиття, пневмо-вакуумформування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спец. 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.І.

Сівецький, Д.Г. Швачко. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 140 с.

23. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності : ДСТУ Б В. 2.7- 226:2009. - [Введене вперше (зі скасуванням ГОСТ 17624-87); чинний з 2010-09-01]. - Київ:Мінрегіонбуд України, 2010. - 27 с. - (Національний стандарт України).

24. ДСТУ-Н Б В.1.2-18. 2016. «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану», Київ ДП УкрНДНЦ 2017, с.43. Щербина В. Ю., Швачко Д. Г. Теплозащитная изоляция в футеровке вращающейся печи // Збірник доповідей V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві». – Суми: СДУ, 2018, С. 70-71.

25. Щербина В. Ю.Швачко Д. Г.,Борщик С.О. Розділення гетерогенних систем в запічних теплообмінниках обертювх печей // Матеріали XXIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ "ГІДРОАЕРОМЕХАНІКА В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ".– К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 96-99.

26. Shcherbina V., Shvachko D. Formation of chips in the refractories of the lining of the rotary kiln // The 4th International scientific and practical conference "Dynamics of the development of world science" (December 18-20, 2019) Perfect Publishing, Canada. 2019. P.586-594.

27. Швачко Д.Г., Щербина В.Ю., Борщик О.С. Дослідження температурних полів в фрагменті футерівки печі з додатковою теплоізоляцією // The 7th International scientific and practical conference "Actual trends of modern scientific research" (February 14-16, 2021) MDPC Publishing, Munich, Germany. 2021. P.253-261.

Інформаційні ресурси

Електронні ресурси з курсу «Технологія виробництва матеріалів і виробів будівельного призначення», а саме:

- силабус дисципліни,
- методичні вказівки до виконання практичних робіт,
- методичні вказівки до виконання самостійної роботи розміщено за адресою <http://cpsm.kpi.ua/mr.html>, а також у електронному кампусі.

Електронне мережне навчальне видання

Щербина Валерій Юрійович

Швачко Денис Григорович

Гур'єва Людмила Наумівна

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ
БУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Навчальний посібник

для студентів,

які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

*за спеціалізацією «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування
інноваційного галузевого обладнання»*

Комп'ютерна правка та верстка – авторські