

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

С. В. Шаповал, О. М. Болотських

БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА ТА ВИРОБНИЧА БАЗА
БУДІВНИЦТВА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів усіх форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2020

Шаповал С. В. Будівельна техніка та виробнича база будівництва: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / С. В. Шаповал, О. М. Болотських ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 140 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. С. В. Шаповал,
канд. техн. наук, доц. О. М. Болотських

Рецензент

Н. Г. Морковська, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології будівельного виробництва і будівельних матеріалів (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Конспект лекцій складено з метою допомогти студентам спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія при підготовці до занять і заліків із курсу «Будівельна техніка і виробнича база будівництва».

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол засідання № 11 від 3 лютого 2020 р.

© С. В. Шаповал,
О. М. Болотських, 2020
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Тема 1 Будівельна техніка. Загальні положення.....	7
1.1 Основні терміни й визначення.....	7
1.2 Вимоги до сучасної будівельної техніки.....	7
1.3 Форми впровадження техніки у будівництво.....	8
1.4 Основи класифікації та індексації будівельної техніки.....	9
1.5 Техніко-економічні показники використання будівельної техніки.....	11
1.6 Загальна будова будівельної машини. Основні механізми.....	12
1.6.1 Приводи машин.....	13
1.6.2 Силові обладнання будівельної техніки.....	15
1.6.3 Ходове обладнання будівельної техніки.....	16
1.6.4 Системи керування будівельною технікою.....	18
Запитання для контролю знань.....	20
Тема 2 Транспортні, транспортуючі та навантажувально- розвантажувальні машини.....	21
2.1 Машини безрейкового транспорту.....	21
2.2 Машини та обладнання безперервного транспортування.....	22
2.3 Навантажувально-розвантажувальні машини.....	25
Запитання для контролю знань.....	28
Тема 3 Вантажопідіймальні машини та обладнання.....	29
3.1 Просте вантажопідіймальне обладнання. Домкрати, лебідки....	31
3.2 Будівельні підйомники.....	37
3.3 Крани будівельні.....	39
3.3.1 Класифікація кранів.....	39
3.3.2 Козлові крани. Конструктивна схема, основні механізми, використання.....	40
3.3.3 Мостові й кабельні крани. Основні механізми, використання.....	43
3.3.4 Баштові крани. Класифікація. Основні механізми, використання.....	45
3.3.5 Стрілові самохідні крани.....	47
Запитання для контролю знань.....	50
Тема 4 Машини для земляних робіт.....	51
4.1 Класифікація машин для земляних робіт.....	51
4.2 Машини для підготовчих робіт.....	51
4.3 Землерийно-транспортні машини.....	54
4.3.1 Бульдозери. Конструктивні схеми. Основні механізми...	55
4.3.2 Скрепери.....	58
4.3.3 Грейдери, автогрейдери.....	60
4.4 Землерийні машини.....	62
4.4.1 Екскаватори одноковшові.....	62

4.4.2 Конструктивні схеми екскаваторів з механічним приводом.....	65
4.4.3 Екскаватори з гідравлічним приводом. Основні механізми. Екскаватори безперервної дії.....	70
4.4.4 Екскаватори безперервної дії.....	72
Запитання для контролю знань.....	76
Тема 5 Характеристика будівельної індустрії.....	77
5.1 Склад, класифікація і місце підприємств будівельної індустрії у будівельному комплексі.....	77
5.2 Перспективи розвитку галузі. Екологічна характеристика технології.....	79
5.3 Економічні проблеми і тенденції розвитку. Особливості розташування виробничої бази будівництва.....	81
5.4 Технологічні схеми і виробнича структура промислових підприємств.....	82
Запитання для контролю знань.....	91
Тема 6 Підприємства виробничої бази з видобування та переробки нерудних будівельних матеріалів.....	92
6.1 Напрями використання нерудних будівельних матеріалів.....	92
6.2 Класифікація родовищ та підприємств.....	97
6.3 Кар'єри нерудних матеріалів.....	98
6.4 Переробка камення і гравійно-піскової суміші.....	107
Запитання для контролю знань.....	112
Тема 7 Підприємства для виробництва бетонних і асфальтобетонних сумішей і розчинів.....	113
7.1 Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину.....	113
7.2 Класифікація і склад підприємств.....	116
7.3 Виробництво асфальтобетону.....	120
Запитання для контролю знань.....	124
Тема 8 Виробництво бетонних і залізобетонних конструкцій з важких бетонів.....	125
8.1 Арматурне виробництво.....	127
8.2 Способи попереднього напруження.....	129
8.3 Ущільнення бетонних сумішей.....	129
8.4 Доглядання за процесом твердіння.....	131
8.5 Прискорення твердіння бетону.....	132
8.6 Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону.....	135
Запитання для контролю знань.....	136
Список рекомендованих джерел.....	137

ВСТУП

Проблема підвищення загального рівня якості будівництва безпосередньо пов'язана з поліпшенням якості будівельних машин, матеріалів, виробів та конструкцій, впровадженням широкого асортименту нових ефективних інструментів і матеріалів, які повною мірою відповідають сучасним вимогам.

Будівельні машини використовуються на всіх етапах будівельного виробництва:

- у кар'єрах для видобутку природних будівельних матеріалів (пісок, гравій, щебінь, глина, крейда тощо);

- при виготовленні бетонних і сталобетонних виробів і конструкцій; металевих, дерев'яних та інших будівельних елементів у заводських умовах;

- при навантаженні, розвантаженні і складуванні будівельних конструкцій; транспортуванні будівельних матеріалів; виконанні земляних, монтажних, покрівельних і опоряджувальних робіт тощо. Будівельні машини одночасно є засобами ремонтно-реставраційних та відновлювальних робіт. Дисципліна також вивчає організацію та основи технології виробництва будівельних матеріалів, конструкцій та деталей. Кожний фахівець для того, щоб керувати підприємством, аналізувати його господарську діяльність, визначати економічну доцільність від впровадження у виробництво нових технологічних розробок, винаходів тощо повинен знати основи технології.

Мета цього навчального посібника – дати студентам основи знань про сучасні будівельні машини, обладнання та механізований інструмент; сировину, технологічні процеси і операції; ознайомити з сучасними способами видобування і переробки сировини для отримання продукції, яка відповідає вимогам споживача та нормативних документів.

У посібнику розглянуто різні підприємства будівельної індустрії з точки зору їх розташування у межах міста або приміської території, забезпечення їх сировиною, транспортом, обладнанням.

Отримання будівельних матеріалів високої якості значною мірою залежить від технології їх виготовлення і тих машин і устаткування, які використовуються у технологічних схемах виробництва. Ринкові відносини вимагають від майбутніх фахівців галузі вільно орієнтуватися в розмаїтті машин і технологій. Тому студент має досконало орієнтуватися у техніко-експлуатаційних можливостях тієї чи іншої машини, знати конструктивні й технологічні параметри машин.

У сучасних умовах спостерігається тенденція до розширення виробництва виробів, що забезпечують зниження трудо-, металомісткості й вартості в будівництві, збільшення обсягів випуску залізобетонних, металевих і дерев'яних клеєних конструкцій, впровадження енергозберігаючих технологій у виробництві цементу, вапна, скла.

Технологічний прогрес у будівництві може бути забезпечений через задоволення потреб у бетонних і залізобетонних конструкціях, що, в свою чергу, потребує різкого збільшення обсягів випуску цементу, у тому числі марки М500 і вище, а також швидкотверднучих, декоративних з підвищеною фарбостійкістю та спеціальних видів цементу.

Студенти повинні набути досвід розробки технологічних схем і вибора способу виробництва, розрахунку матеріального балансу, об'єму складів і вирішення інших питань.

Для успішного засвоєння курсу потрібні глибокі знання у галузі будівельного матеріалознавства, планування міст, технології будівельного виробництва.

ТЕМА 1

БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Основні терміни й визначення

Машина – механізм або група механізмів, які виконують механічні рухи для перетворення енергії, матеріалів та інформації з метою заміни або полегшення фізичної і розумової праці людини і одержання нових продуктів. Так, за допомогою будівельної техніки і обладнання відбуваються: переміщення вантажів і матеріалів, розробка ґрунтів, пальові роботи, приготування суміші, бетонні та опоряджувальні роботи. Машини можуть складатися з одного або кількох механізмів, двигунів та робочого органу і змінного обладнання.

Механізм – система ланок, призначена для перетворення руху однієї чи кількох ланок у необхідний рух інших ланок. Призначення механізму – передача і перетворення руху.

Ланка – деталь або кілька міцно з'єднаних між собою деталей, що входять до складу механізму.

Деталь – виріб, виготовлений з однакового матеріалу.

Вузол – частина машини, механізму, обладнання, що складається з кількох простіших деталей.

Агрегат – уніфікований вузол машини, що виконує певні функції (двигун, насос, редуктор).

Цикл – сукупність процесів, які періодично повторюються.

Тривалість циклу – сумарний час на виконання всіх операцій циклу.

1.2 Вимоги до сучасної будівельної техніки

Будівельні машини повинні відповідати таким вимогам:

– відповідати їх технологічному призначенню у сучасному технологічному процесі;

- мати сучасні приводи і простоту конструкції з урахуванням умов праці; бути зручними в керуванні та універсальними (мати змінне обладнання);
- бути надійними в роботі та легкими при монтажі та демонтажі;
- бути маневреними, мати високі робочі швидкості, що забезпечить сучасну продуктивність;
- бути комфортними, відповідати екологічним вимогам.

Для сучасних будівельних машин характерні великі міцності й робочі швидкості, використання гідравлічних приводів і уніфікація.

1.3 Форми впровадження техніки у будівництво

За ступенем використання засобів механізації при виготовленні будівельної продукції розрізняють такі форми впровадження машин у будівельне виробництво: часткова та комплексна механізація, автоматизація і роботизація.

Часткова механізація – коли машини замінюють ручну працю на одній або частині операцій виробничого циклу.

Комплексна механізація – всі основні й допоміжні робочі операції будівельного процесу виконуються машинами і механізмами, взаємозв'язаними за призначенням, продуктивністю, робочими процесами, а будівельні роботи виконують лише функції керування і контролю за роботою машин і механізмів.

Комплект машин – сукупність взаємозв'язаних машин і механізмів, які взаємоузгоджені між собою за технологічним призначенням, технічним рівнем та продуктивністю. При підбиранні комплекту машин, які забезпечують комплексну механізацію, для досягнення ведучою машиною найвищої продуктивності, необхідно щоб будь-яка машина з комплекту порівняно з ведучою на кожному допоміжному процесі мала продуктивність на 10–15 % вищу.

Ступінь впровадження механізації робіт у будівництві оцінюється кількома показниками: рівнем механізації та комплексної механізації; механооснащеністю; енергооснащеністю.

Рівень механізації характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельно-монтажних робіт у натуральному вимірі, виконаних механізованим способом, до загального обсягу будівельно-монтажних робіт.

Рівень комплексної механізації характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельних робіт у натуральному вимірі, виконаних комплексно-механізованим способом, до загального обсягу будівельно-монтажних робіт.

Механооснащеність будівництва – визначене у відсотках відношення вартості машинного парку будівельної організації до вартості будівельно-монтажних робіт, виконаних протягом року.

Енергооснащеність будівництва – відношення потужності двигунів машинного парку до середньої кількості робітників, які зайняті на даному будівельному об'єкті.

Автоматизація і роботизація будівельних процесів – найвищий ступінь розвитку механізації будівництва. При автоматичному процесі ручна праця повністю замінюється автоматичними приладами. Розрізняють часткову і комплексну автоматизацію. При частковій – автоматизовані операції тільки контролю, регулювання та керування, при комплексній – всі основні процеси та операції керування виконуються автоматичними приладами, а людина тільки спостерігає за їх роботою. Автоматизація і роботизація процесів забезпечують: підвищення продуктивності машин і механізмів, зниження витрат праці, підвищення якості будівельно-монтажних робіт.

1.4 Основи класифікації та індексації будівельної техніки

У будівництві використовуються понад 1 000 типорозмірів будівельних машин, які можна класифікувати за такими ознаками: призначенням (технологічна ознака); принципом дії; видом використовуваної енергії; ступенем рухомості; універсальністю. **За призначенням** будівельні машини поділяються на такі класи: транспортні; транспортуючі й вантажно-розвантажувальні; вантажопідіймальні, для земляних та паливних робіт, для переробки й

сортування кам'яних матеріалів, для виготовлення, транспортування та укладання бетонних і розчинних сумішей, для опоряджувальних робіт, ручні машини (механізований інструмент). Кожний клас має окремі групи, типи, типорозміри відповідно до технологічних, конструктивних і технічних параметрів машини.

За принципом дії розрізняють машини циклічної та безперервної дії. Стрілові крани, одноковшові екскаватори, бульдозери, скрепери тощо – машини циклічної дії. Конвеєри, багатоковшові екскаватори, навантажувачі, насоси тощо – безперервної дії, мають високу продуктивність і кращі техніко-економічні показники.

За видом використаної енергії розрізняють машини з двигуном внутрішнього згорання та електричні.

За ступенем рухомості машини поділяються на стаціонарні, переносні й пересувні. Останні можуть бути самохідними, причіпними й напівпричіпними. Понад 90 % машин у будівництві мають власний ходовий пристрій.

За ступенем універсальності розрізняють машини універсальні, які оснащені змінним робочим обладнанням для виконання різних технологічних операцій, й спеціалізовані, які мають один вид робочого обладнання.

На більшість будівельних машин поширюється єдина система індексації, відповідно до якої кожній машині надається індекс (марка), що містить цифрове і буквене позначення.

Букви індексу, розміщені перед цифрами, вказують вид машини (ЕО – одноковшові екскаватори; ЕТР – екскаватори траншейні роторні; ДЗ – землерийно-транспортні машини; КС – стрілові самохідні крани; КБ – будівельні баштові крани; ОН – одноковшові навантажувачі та інші). Цифрова частина індексу – це характеристика машини (розмірна група, тип ходового обладнання, виконання робочого обладнання тощо). Після цифрової частини в індексі можуть бути букви, які свідчать про модернізацію машини (А, Б, В) і умови її спеціального використання.

1.5 Техніко-економічні показники використання будівельної техніки

До основних показників конструктивно-експлуатаційної характеристики машини належить продуктивність – кількість продукції, яку машина виробляє за одиницю часу. Продуктивність машини залежить від її конструктивних властивостей, виробничих умов, кваліфікації і майстерності робітника, організації будівництва і технології виробництва будівельно-монтажних робіт. Розрізняють три категорії продуктивності машин: теоретичну (конструктивно-розрахункову), технічну та експлуатаційну.

Теоретична продуктивність – це розрахункова кількість продукції, що виробляється машиною за одну годину безперервної роботи. Вона застосовується при виборі комплектів для порівняння машин різних типорозмірів.

Технічна продуктивність – це кількість продукції, що виробляється за одну годину безперервної роботи, але з урахуванням виробничих (конкретних) умов роботи.

Експлуатаційна продуктивність – кількість продукції, що виробляється за одиницю часу з урахуванням конкретних умов, усіх перерв у роботі, пов'язаних із вимогами експлуатації, організаційними причинами та неполадками. Розрізняють три норми експлуатаційної продуктивності: годинну, середньогодинну й річну.

Продуктивність – основний робочий параметр, за яким підбирають комплекти машин при комплексній механізації будівельних робіт. Комплект машин складається із ведучих, допоміжних і резервних машин. При цьому продуктивність головної – ведучої машини повинна дорівнювати або бути нижчою (на 10–15 %) продуктивності допоміжних машин.

1.6 Загальна будова будівельної машини.

Основні механізми.

Будівельна техніка має принципово однакову структурну схему влаштування, а саме: силове обладнання (одного чи кількох двигунів) для одержання механічної енергії; система керування для зміни режиму роботи силового, ходового і робочого обладнання; передавальні механізми (трансмісію) для переміщення машини та передачі її ваги і робочих навантажень на опорну поверхню; робоче обладнання для виконання операцій технологічного циклу; раму для розміщення й закріплення на ній всіх вузлів і механізмів машини (рис. 1.1).

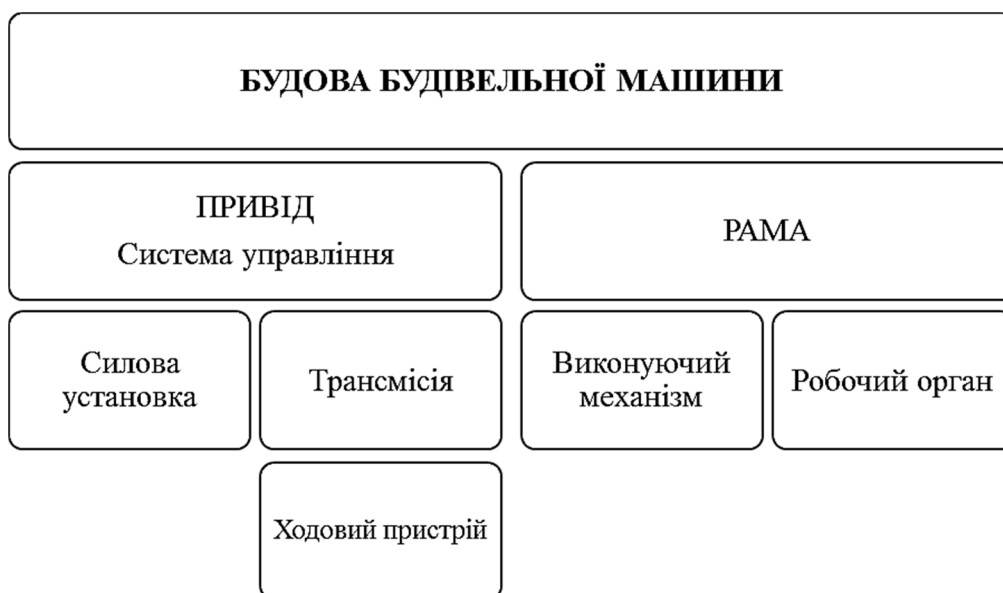


Рисунок 1.1 – Будова будівельної машини

Будь-яка машина призначена для однієї або декількох цілей. Вона повинна щось робити, тобто, у неї повинно бути обов'язково якесь робоче обладнання. Робоче обладнання в загальному випадку складається з робочого органу і деталей, до яких він прикріплюється, а також вузлів, за допомогою яких приводиться до руху робочий орган. Наприклад, робочим органом бульдозера є відвал із ножем, закріплений на рухомій рамі, він приводиться до руху гідروциліндром або лебідкою.

Для того щоб можна було привести до руху робоче обладнання, у машин повинно бути джерело енергії, тобто силове обладнання (двигуни внутрішнього згоряння, електромотори, пневмодвигуни) або силова установка, що представляє собою агрегат, який складається з двигуна та допоміжних систем (охолодження, змащення тобто).

Для того щоб передати рух від силової установки до робочого обладнання, будь-яка машина повинна мати спеціальний механізм, трансмісію.

Силовою установкою, трансмісією та робочим обладнанням необхідно управляти, для чого машина забезпечується спеціальною системою управління. Силове обладнання, трансмісія і керування машиною в сукупності називається приводом машини.

Особливості будівництва такі, що робоче місце будівельної машини не може бути постійним. Її необхідно переміщати з будівництва на будівництво. Для цього є ходове обладнання.

І, нарешті, всі перераховані агрегати повинні бути змонтовані на загальній підставі – рамі або платформі.

Отже, будь-яка машина складається з робочого, силового і ходового обладнання, трансмісії, платформи і системи управління. Із цього загального ряду можуть бути деякі виключення. Наприклад, машини, які приводяться до руху від сторонніх джерел енергії, не мають силового обладнання. Машини, експлуатація яких не передбачає їх перебазування, не мають ходового обладнання, багатоцільові машини можуть мати, навпаки, кілька комплектів різного змінного робочого обладнання.

1.6.1 Приводи машин

Привод будівельних машин це – силове обладнання, трансмісія і система керування, які забезпечують дію механізмів машини та робочих органів. Будівельні машини мають однодвигунові або багатодвигунові приводи.

При *однодвигуновому приводі* (рис. 1.2, а) та кількох виконавчих механізмах енергія від двигуна (1) до кожного з них передається через механічну трансмісію, що складається з кількох передач.

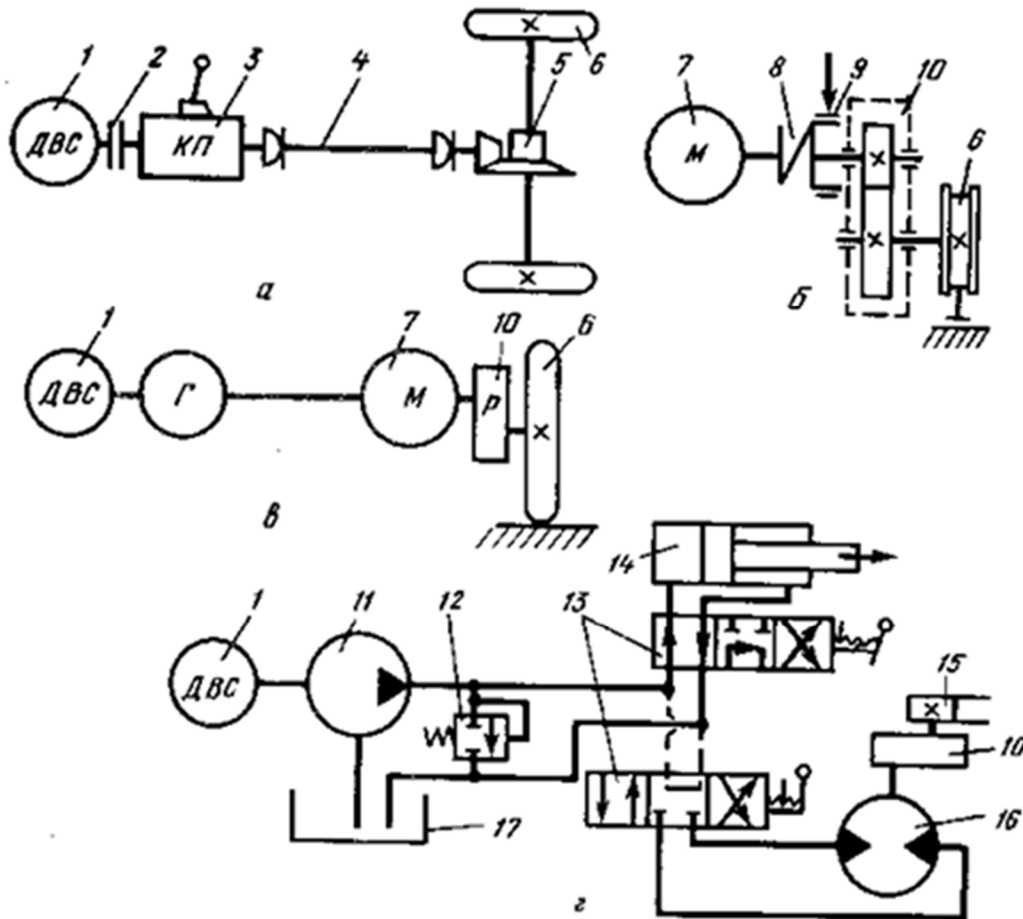


Рисунок 1.2 – Схеми приводів:

- 1 – двигун (ДВЗ); 2 – зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – карданна передача;
- 5 – диференціал; 6 – ведуче колесо; 7 – електродвигун (М); 8 – пружна муфта;
- 9 – гальмо; 10 – редуктор; 11 – гідронасос; 12 – запобіжний клапан;
- 13 – розподільний пристрій; 14 – гідроциліндр; 15 – шестерня;
- 16 – гідродвигун; 17 – бак

При багатодвигуновому приводі кожний механізм і робочий орган машини приводяться у дію індивідуальним двигуном, що спрощує кінематичну схему машини, поліпшує її економічні показники, дозволяє автоматизувати керування машиною.

При електричному приводі (рис. 1.2, б) на кожний виконавчий механізм встановлено індивідуальний електродвигун (7), він живиться від зовнішньої мережі через пружну муфту (8), гальмо (9), редуктор (10) приводить в дію робоче колесо (6).

При комбінованому приводі основний двигун ДВЗ 1 (рис. 1.2, в, з) приводить в дію генератор, який живить струмом електродвигун (7), або гідронасоси (11), що нагнітають робочу рідину в гідродвигун (16) (дизель – гідравлічний привод), або компресор, який подає стиснуте повітря пневматичним двигуном (дизель-пневматичний привод).

Найбільшого поширення у будівельних машинах середньої і малої потужності набув гідропривід із первинним дизельним двигуном, насосним обладнанням і гідродвигунами для приведення в дію робочих органів. У такому приводі гідронасос (11), що приводиться в дію первинним дизельним двигуном (1), забирає мастило з бака (17) і через розподільний пристрій (13) спрямовує до гідроциліндра (14) або гідродвигун (16) реверсивної дії, який через редуктор (10) обертає шестерню (15). При виникненні непередбачених опорів потік мастила повертається в бак (17) через запобіжний клапан (12).

1.6.2 Силове обладнання будівельної техніки

Силове обладнання будівельної техніки – це двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) і електродвигуни змінного й постійного струму.

Двигуни внутрішнього згорання використовують в основному на самохідних машинах. Їх переваги: незначна маса та незалежність від зовнішніх джерел енергії.

Недоліки: неможливість реверсування; складність запуску взимку; короткий термін експлуатації; складність автоматизації; висока вартість. За видом споживаного палива і способом його запалювання розрізняють **карбюраторні й дизельні** двигуни. Карбюраторні працюють на бензині чи газі із запалюванням паливоповітряної суміші, яка приготовлена в карбюраторі, електричною іскрою, дизельні – на дизельному пальному. На будівельних

машинах найчастіше застосовують дизельні двигуни. Вони працюють на дешевому паливі, мають ККД (35–40 %), довговічність (7 000–8 000 год), працюють на дешевшому паливі. Їх недоліки: значна маса, труднощі із запуском узимку, висока чутливість до перевантажень.

Електродвигуни змінного і постійного струму застосовуються в ручних, стаціонарних, а також на багатьох пересувних машинах. Вони перетворюють електричну енергію у механічну. Переваги: висока економічність; можливість встановлення індивідуальних електродвигунів безпосередньо біля виконавчого робочого органу, що виключає застосування складних трансмісій; можливість дистанційного керування та автоматизації; простота пуску; зручність керування. Недоліком є відсутність автономності.

1.6.3 Ходове обладнання будівельної техніки

Ходове обладнання призначене для передачі на ґрунт, дорожнє покриття, рейки навантаження від машини і зовнішніх навантажень, які діють при роботі, а також для її пересування з об'єкта на об'єкт у межах робочої зони. Ходове обладнання поєднує двигун, механізм пересування, опорну раму та підвіску. Ходове обладнання передає навантаження від машини на опорну поверхню і рухає машину. Механізм переміщення забезпечує привод ходового обладнання. Опорна рама через підвіски з'єднує основну раму з ходовою.

Розрізняють колісне, гусеничне та крокуюче ходове обладнання. Вибір типу залежить від призначення та умов, у яких працює машина.

Колісне ходове обладнання буває двох типів – із жорсткими металевими та пневматичними колесами.

Ходові пристрої з жорсткими металевими колесами (рис. 1.3) мають баштові, мостові, козлові й залізничні крани, ланцюгові й роторно-стрілові екскаватори та інші. Вони відзначаються простою конструкцією, незначними опорами переміщенню, можливістю сприймати значні навантаження, але мають невелику маневреність і швидкість пересування і потребують додаткові витрати на влаштування та експлуатацію колій.

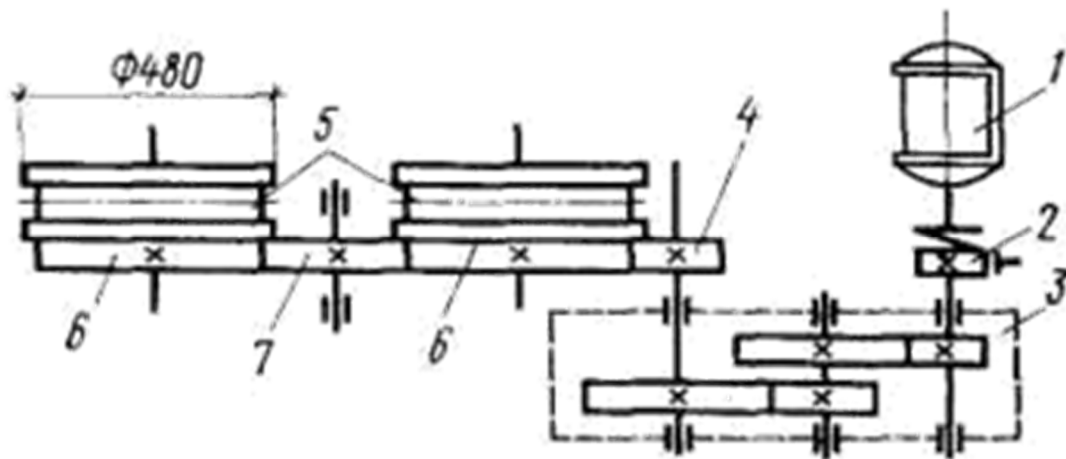


Рисунок 1.3 – Кінематична схема ходового пристрою з жорсткими металевими колесами:

- 1 – двигун; 2 – муфта з гальмом; 3 – редуктор; 4, 6, 7 – зубчасті пари;
5 – жорсткі металеві колеса

Пневмоколісне ходове обладнання має невелику масу порівняно з гусеничним, менш енергоємне, економічніше, надійніше в експлуатації, дозволяє розвинути більшу швидкість. Пневмоколеса використовуються як рушій. Основний елемент кожного пневмоколеса – накачана повітрям пружна гумова шина, змонтована на ободі. Пневмоколісний рушій складається з ведучих коліс, обертовий рух яких перетворюється в поступальний рух машини. У більшості будівельних машин всі колеса ведучі. Ходове обладнання будівельних машин найчастіше має від чотирьох до восьми однакових взаємозамінних коліс. Кількість їх залежить від допустимого на кожне колесо навантаження, умов і режимів роботи машини, необхідних швидкостей її руху. Важлива характеристика колісних машин – колісна формула, що складається з двох цифр, які означають відповідно кількість усіх коліс і кількість ведучих (тягових).

Гусеничне ходове обладнання має велику площу контакту з опорною поверхнею і незначний тиск на неї (0,04–0,1 МПа), його застосовують у будівельних машинах різного призначення, потужності й маси. Гусеничні

машини мають добру прохідність й маневреність, розвивають значні тягові зусилля, але швидкість їх невелика, рух по дорогах із удосконаленим покриттям неможливий. Порівняно з пневмоколесним гусеничний хід має значну масу, менші довговічність і надійність, низький ККД внаслідок значних витрат на тертя, високу вартість при ремонті й експлуатації. Такі машини доставляються на будівельний майданчик де вони пересуваються самостійно. Гусеничне полотно складається з шарнірно з'єднаних між собою елементів. Опорна поверхня виготовляється гладкою або з ґрунтозачепами, які збільшують зчеплення гусениць із ґрунтом та зменшують буксування. Для роботи на землях із слабкою несучою здатністю використовують гумометалеві гусениці. Вони мають меншу масу, дозволяють підвищувати прохідність машини.

Крокуюче ходове обладнання використовують на машинах дуже великої маси (потужні екскаватори, драглайни). Щоб зменшити тиск на ґрунт застосовують крокуюче ходове обладнання. Воно буває з механічним та гідравлічним приводом. Основним недоліком такого обладнання є невелика швидкість переміщення (до 0,6 км/год.).

1.6.4 Системи керування будівельною технікою

Система керування – це комплекс пристроїв будівельної машини, призначений для передачі і перетворення команд машиніста. Система керування складається з пульта керування і розміщених на ньому приладів, ручок, педалей, кнопок, систем передач, а також додаткових пристроїв для контролю роботи машини.

За призначенням розрізняють такі системи: рульового керування, керування робочими органами, двигуном, гальмами, муфтами.

За способом передачі енергії системи керування бувають механічні (важільні, канатно-блокові, редукторні), гідравлічні, пневматичні, електричні, комбіновані (гідромеханічні, електропневматичні тощо).

За ступенем автоматизації системи керування поділяють на неавтоматизовані, напівавтоматизовані й автоматизовані. Перші бувають

безпосередньої дії і з підсилювачами. Системи керування безпосередньої дії запроваджуються лише в порівняно малих машинах або механізмах з незначною кількістю увімкнень. Вони можуть бути важільними або із застосуванням механічних чи гідравлічних передач.

Важільно-механічна система керування дозволяє машиністу керувати ногою чи рукою муфтами, гальмами, колесами через важелі, тяги, механічні передачі. До недоліків таких систем належать: необхідність докладати значні мускульні зусилля до важелів і педалей, тому машиніст швидко втомлюється, через що знижується продуктивність машини; необхідність частого змащування і регулювання з'єднань.

Важільно-гідравлічна система керування дозволяє плавно регулювати роботу виконавчого механізму, дає змогу при малому зусиллі й незначному ході педалі чи важеля одержувати велике зусилля штока виконавчого циліндра при значному його ході й відповідно спрощує важільну систему. Застосування гідравлічних і пневматичних систем керування не дає змоги здійснити дистанційне керування та автоматизацію.

Електричні системи керування в машинах відповідають сучасним вимогам системи керування: висока надійність, легкість підведення енергії до будь-якого виконавчого органу, компактність і зручність компонування, малі зусилля для ввімкнення і вимкнення механізмів, наявність стандартної апаратури та приладів для контролю, регулювання і забезпечення безпечної роботи системи, можливість включення в систему керування елементів автоматизації.

Їх застосовують в машинах із дизельно-електричним або електричним силовим обладнанням.

Автоматичне керування полегшує роботу оператора, оптимізує процес і поліпшує використання техніки, збільшує точність виконання операцій, підвищує продуктивність.

Запитання для контролю знань

1. Дайте характеристику формам впровадження машин у будівельне виробництво.
2. Наведіть формулу для розрахунку технічної продуктивності машин циклічної та безперервної дії і поясніть величини, які до них входять.
3. Назвіть і охарактеризуйте основні показники ступеню механізації робіт.
4. Накресліть схему загальної будови будівельної машини і поясніть призначення її складових.
5. Дайте характеристику кожного виду силового обладнання і визначте галузь їх застосування.
6. Охарактеризуйте види ходового обладнання та систем керування будівельними машинами.

ТЕМА 2

ТРАНСПОРТНІ, ТРАНСПОРТУЮЧІ ТА НАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ

Один з основних етапів технологічного процесу сучасного індустріального будівництва – доставка до місця роботи будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та обладнання. Витрати на транспортні й вантажно-розвантажувальні роботи становлять 20–25 % загальної вартості будівельно-монтажних робіт, а їх трудомісткість – 40–50 % загальної трудомісткості будівництва. Тому раціональний вибір транспортних засобів при комплексній механізації не тільки сприяє зменшенню витрат на перевезення вантажів, а й забезпечує мінімальні загальні витрати на технологічні процеси.

У будівництві використовують всі види транспорту: залізничний, автомобільний, водний, повітряний, трубопровідний. Вибір виду залежить від наявності й стану доріг, виду, характеру й кількості переміщуваного вантажу, відстані перевезення і часу, необхідного для його доставки. Обов'язкова умова ефективності транспортування вантажу – забезпечення його початкової якості.

2.1 Машини безрейкового транспорту

До машин безрейкового транспорту, що використовуються в будівництві, належать автомобілі, трактори, колісні тягачі, а також створені на їх базі причіпні й напівпричіпні транспортні засоби загального й спеціального призначення. За їх допомогою будівельні вантажі доставляють без перевантажень безпосередньо на будівельні майданчики. Вони мають можливість подолання крутих підйомів та спусків (до 30 %), малі радіуси повороту, високі маневрові якості; можливість включення в основний технологічний процес, наприклад, при монтажі «з коліс» або розвантажуванні бетону безпосередньо в конструкцію.

Автомобілі, трактори і тягачі, крім того, використовують як тягові засоби причіпних і напівпричіпних будівельних машин, а також як база для кранів, екскаваторів, бульдозерів, навантажувачів, бурильних установок та інших будівельних машин.

Вантажні автомобілі бувають загального призначення і спеціалізовані. Перші мають єдину конструктивну схему, складаються із трьох основних частин: двигуна, кузова і шасі. Кузови являють собою дерев'яну або металеву платформу з відкидними бортами і призначаються для перевезення переважно штучних вантажів. Другі експлуатуються без кузова, з так званими напівпричепами. За вантажопідйомністю розрізняють такі вантажні автомобілі: малої вантажопідйомності (до 2,5 т); середньої (2,5–3,4 т); підвищеної (3,5–5,0 т); великої (5,1–10 т); особливо великої (10,1–25 т і більше). У цих автомобілів найчастіше двигуни внутрішнього згорання – дизельні, карбюраторні й газотурбінні. Потужність двигунів автомобілів загального призначення 60–220 кВт, автомобілів-тягачів – до 500 кВт.

Вантажні автомобілі бувають нормальної, підвищеної і високої прохідності.

2.2 Машини та обладнання безперервного транспортування

Машини безперервного транспортування – основні засоби механізації та автоматизації виробничих процесів. Ці машини займають провідне місце серед підйомно-транспортних засобів різного призначення в будівельній індустрії. Їх використання дозволяє підвищити рівень комплексної механізації підйомно-транспортних, вантажно-розвантажувальних і складських робіт, створити єдину комплексну технологію виробництва. Головна особливість машин безперервного транспортування полягає у можливості безперервно переміщувати вантаж у заданому напрямку. До машин безперервного транспортування належать конвеєри та обладнання пневмо- та гідротранспорту.

Конвеєри, які застосовуються в будівництві, за конструкцією поділяються на стрічкові, пластинчасті, скребкові, ковшові, гвинтові та інерційні.

Стрічкові конвеєри (рис. 2.1) призначені для переміщення в горизонтальному і нахиленому (до 18–30°) напрямках сипких (пісок, ґрунт), бетонних сумішів, розчинів, дрібнокускових (щебінь, гравій) та штучних (цегла, блоки) вантажів на складах і будівельних майданчиках. Крім того, їх використовують як транспортуючі органи у траншейних ланцюгових та роторних екскаваторах, а також у бетоноукладальних та інших будівельних машинах. Конвеєри мають просту конструкцію, невелику металомісткість, зручність автоматизації, високу продуктивність. Крім стрічкових застосовуються пластинчасті, скребкові та вібраційні конвеєри.

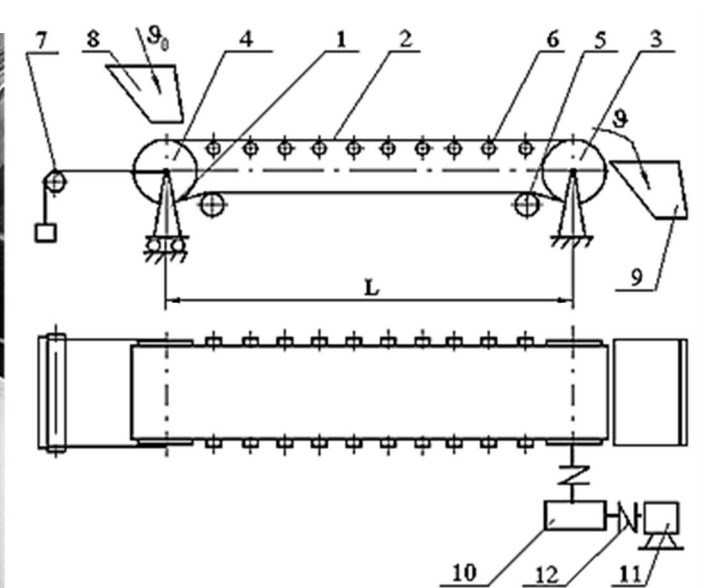


Рисунок 2.1 – Стрічковий конвеєр:

- 1 – станина; 2 – стрічка; 3, 4 – приводний і натяжний барабани;
- 5 – відхиляючі барабани; 6 – опорні ролики; 7 – натяжний пристрій;
- 8 – завантажувальний пристрій; 9 – розвантажувальна воронка;
- 10 – редуктор; 11 – електродвигун; 12 – муфта

Пластинчасті конвеєри (рис. 2.2, а) використовують для транспортування гарячих, ребристих, кускових і штучних матеріалів. Робочий орган таких конвеєрів – нескінченний багаторядний пластинчатий ланцюг (3), який охоплює приводні (4) й натяжні (2) зірочки. До ланок ланцюга прикріплюються металеві пластини (1) завтовшки 4–10 мм. Швидкість переміщення матеріалу до 0,5–1,0 м/с. Завантаження та розвантаження його виконують відповідно через завантажувальний бункер та розвантажувальний лотік. Недоліки цих конвеєрів: значна маса і висока вартість рухомих частин; менша швидкість руху полотна порівняно зі швидкістю стрічкових конвеєрів; підвищене спрацювання шарнірних з'єднань і більший опір руху.

Скребокві конвеєри (рис. 2.2, б, 2.3) застосовують для переміщення подрібнених матеріалів на невеликі відстані та під великим кутом нахилу. Вони відрізняються від пластинчатих тим, що на тягових ланцюгах (3) закріплені скребки (5), а нижня робоча вітка розміщена у відкритому нерухомому жолобі і, рухаючись, переміщує матеріал. Переваги скребоквих конвеєрів: проста конструкція, універсальність застосування.

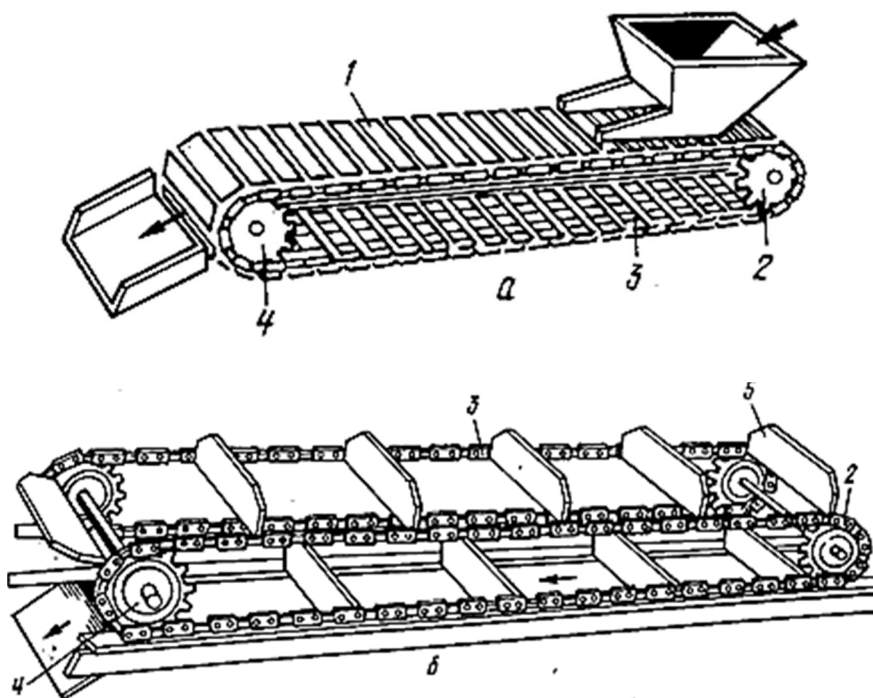


Рисунок 2.2 – Конвеєри з зчпним тяговим органом:

1 – пластина; 2,4 – натяжна та привідна зірочки; 3 – ланцюг; 5 – скребок

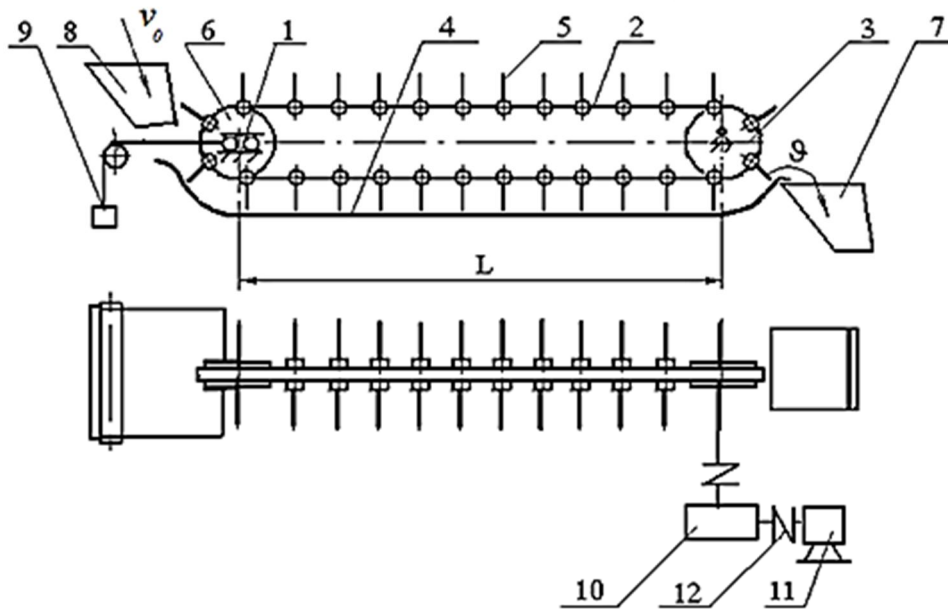


Рисунок 2.3 – Схема скребкового конвеєра:

- 1 – станина; 2 – ланцюг; 3 – приводна зірочка; 4 – жолоб; 5 – скребки;
 6 – натяжна зірочка; 7 – розвантажувальний пристрій;
 8 – завантажувальний пристрій; 9 – натяжний пристрій; 10 – редуктор;
 11 – двигун; 12 – муфта

2.3 Навантажувально-розвантажувальні машини



Рисунок 2.4 – Класифікація навантажувачів

Одноковшові навантажувачі застосовуються для навантаження й розвантаження, переміщення і складування дрібнокускових матеріалів, а також для розробки й навантаження в автотранспорт (або відсипання у відвал) незалежного ґрунту першої і другої категорій та природного ґрунту третьої категорії.

Одноковшові фронтальні навантажувачі на пневмоколісному ході використовуються також при виконанні земляних робіт замість екскаваторів, особливо при відкритих гірничих виробках. Фронтальні навантажувачі мають масу 0,3–85 т, місткість ковша 0,05–35 м³ та більше, потужність 6–500 кВт і вище. Їхня продуктивність у 2,5–3,0 рази вища, ніж у одноковшових екскаваторів такої ж маси.

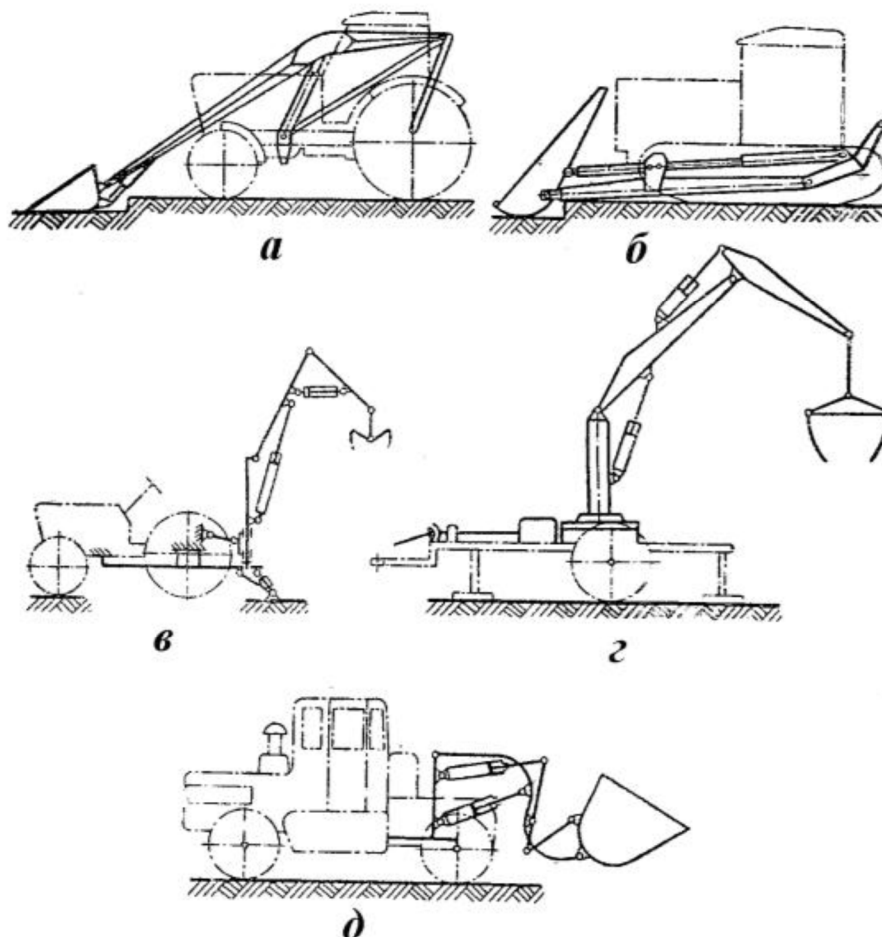


Рисунок 2.5 – Схеми навантажувачів періодичної дії:

- a* – фронтальний; *б* – перекидний; *в* – з поворотною стрілою;
- г* – причіпний; *д* – із задньою навіскою

Типи одноковшових навантажувачів відзначаються різноманітністю конструктивного виконання, спільним у них є ківш у передній частині.

У сучасних навантажувачів повертається на кут 50° і піднімається на висоту до 4 м. Поєднання цих рухів при одночасному переміщенні машини дає змогу наповнювати ківш, транспортувати вантаж і розвантажувати його на заданій висоті. Основний параметр одноковшових навантажувачів – вантажопідйомність, за цим параметром вони поділяються на легкі (0,6–2,0 т), середні (2,0–4,0 т), важкі (4,0–10,0 т) та великовантажні.

За типом ходового обладнання вони можуть бути пневмоколісними й гусеничними. У перших великі транспортні швидкості, вони не пошкоджують поверхню доріг і майданчиків складів, у других – зусилля при заглибленні в ґрунт силою тяги у 1,5–2,0 рази більше, ніж у колісних, а також велика маневреність завдяки можливості розвороту на місці, що скорочує тривалість циклу на 8–25 % і підвищує продуктивність на 20–30 %. Як базові машини для навантажувачів використовують спеціальні пневмоколісні шасі, промислові трактори або трактори загального призначення. Тривалість циклу складається з часу наповнення ковша, від'їзду від забою, під'їзду до транспорту чи відвалу, розвантаження і часу зворотного ходу.

Багатоковшеві навантажувачі належать до машин безперервної дії й застосовуються для завантаження сипких та дрібнокускових матеріалів (пісок, гравій, щебінь, шлак) до транспортних засобів. Крім того, їх використовують для засипання траншей та фундаментних пазух свіжонасипаним ґрунтом, для обвалування майданчиків. Продуктивність багатоковшевих навантажувачів при тій самій встановленій потужності на 40–60 % вища, ніж в одноковшевих, і становить 40–250 м³/год. Висота розвантаження 2,2–4,5 м. Багатоковшеві навантажувачі розрізняють за типом ходового обладнання, живильника й транспортуючих органів. Як ходове обладнання використовують самохідні гусеничні або пневмоколісні шасі. Для розробки матеріалу та порційної його подачі до конвеєра застосовують шнеки, ротори, диски.

У першому випадку матеріал розробляють і подають за допомогою одного чи кількох шнеків, встановлених перед машиною. Роторні навантажувачі мають кулькові або ковшові фрези, дискові подають матеріал двома дисками, які обертаються в зустрічному напрямку. Найчастіше у будівництві використовують пневмоколісний навантажувач із живильником шнекового типу і ковшовим конвеєром.

Запитання для контролю знань

1. З чого складається схема стрічкового конвеєру?
2. Які бувають типи стрічок стрічкового конвеєра?
3. З чого складається схема скребкового конвеєру?
4. Охарактеризуйте основні типи транспортних засобів для будівельних вантажів.
5. Наведіть схеми стрічкових, ковшових, гвинтових конвеєрів, назвіть галузі їх застосування.
6. Назвіть галузь застосування в будівництві і принцип дії обладнання для пневматичного транспортування.
7. Охарактеризуйте навантажувально-розвантажувальні машини, наведіть схеми, поясніть їх будову та принцип дії.
8. Наведіть характеристику та класифікацію навантажувальних машин безперервної дії.

ТЕМА 3

ВАНТАЖОПІДЙМАЛЬНІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Вантажопідіймальні машини (ВПМ) застосовуються в усіх галузях народного господарства, але найчастіше у будівництві, оскільки саме ця група машин механізує процес монтажу, здійснює лінійне або просторове переміщення вантажів. За допомогою вантажопідіймальних машин виконують значну частину навантажувально-розвантажувальних робіт. Працюють ВПМ циклічно і поділяються на такі групи: прості вантажопідіймальні машини (домкрати, лебідки, талі); підйомачі (ковшові, шахтні, стоякові, струнні); крани (баштові, стрілові, стаціонарні, стрілові самохідні, мостові, козлові, кабельні, переносні) (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Класифікація вантажопідійомних машин

Вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка (ВПТТТ) – головна галузь у підвищенні продуктивності праці при переміщенні великої кількості вантажів.

Вона дозволяє механізувати технологічний процес виробництва і використовується в машинобудівній, гірничорудній і хімічній промисловості та в будівництві і на підприємствах залізобетонних виробів домобудівних комбінатів.

ВПТТТ розвивається відповідно до вимог суспільства і має досить велику історію. Прості підйомні пристрої використовувались ще 2000 років до н. е. в країнах Древнього Сходу (Асірія, Вавілонія, Єгипет, Рим, Греція): ворота, водопідйомники, блоки, котки, похилі площини (рис. 3.2).

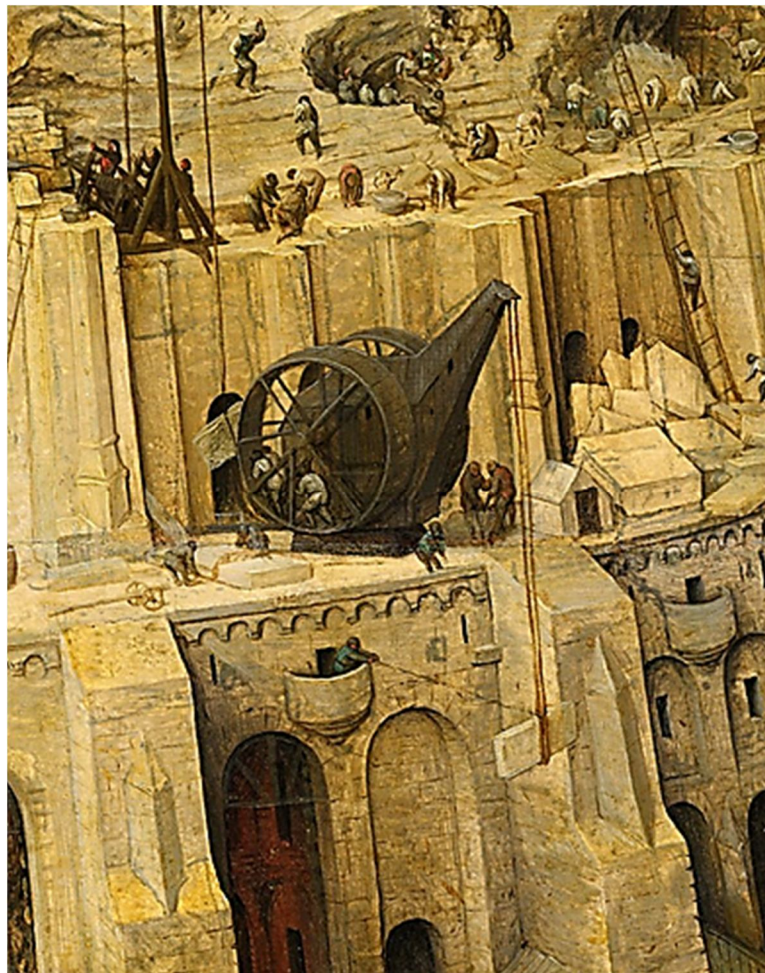


Рисунок 3.2 – Фрагмент картини «Вавілонська вежа» П. Брейгеля (1563 р.)

Архімед з Сіракуз описав важільний підйомний пристрій. Аристотель і Герон Олександрійський зробили опис поліспастів, лебідок з зубчастими

колесами, підйомних стрілових кранів. У середні віки вантажопідйомні пристрої отримали подальший розвиток (Італія, Німеччина, Чехія).

В працях Леонардо да Вінчі зустрічаються описи самогальмівної черв'ячної передачі, ручний поворотний кран з візком, грейфера, зубчастих коліс з барабаном, тобто прототипів сучасних вантажопідйомних, транспортуючих і транспортних машин.

У зв'язку з промисловим розвитком Європи і Росії кранобудування почало розвиватися в кінці XVIII і на початку XIX віків, після винаходу І. І. Ползуновим і Дж. Уоттом парового двигуна.

В Україні вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка та пристрої почали використовуватись ще за часів Київської Русі при спорудженні соборів, монастирів, підйомі дзвонів, фортець та пізніше з розвитком млинарства, при будівництві копалин (залізорудних, вугільних, соляних), машинобудівних, хімічних, цукрових заводів і фабрик.

Великий поштовх в розвитку вантажопідйомної, транспортуючої та транспортної техніки стався після промислового використання трьохфазного електродвигуна, після 1896 року. 1898–1900 роки рахуються початком промислового розвитку ВПТТТ в Україні. В цей час будується багато заводів, фабрик, а в 30-і роки Україна стає індустріальною країною.

Випуск ВПТТТ здійснюється на ряді об'єктів і підприємств: Краматорський, Нікопольський, Одеський, Олександрійський, Харківський, дрогобицький. Деякі заводи випускають крани, автотранспортувачі та транспортувальні машини (конвеєри) – Львівський, Харківський.

3.1 Просте вантажопідймальне обладнання. Домкрати, лебідки

Просте вантажопідймальне обладнання виготовляють з ручним (механізми) і машинним (машини) приводом. *Домкрати* – вантажопідймальні пристрої для переміщення вантажу на незначну відстань. Найчастіше використовують для піднімання вантажу, рідше – для його горизонтального чи

нахилоного переміщення. Як самостійне обладнання домкрати застосовуються в будівництві на монтажних і ремонтних роботах, для переміщення та вивірки конструкцій при їх установленні. Ці пристрої також використовують як агрегати складніших машин (виносні опори кранів та ін.).

Принцип дії *гвинтових домкратів* (рис. 3.3) відомий людству ще з часів Архімеда. Зокрема за допомогою архімедова гвинта піднімали воду. Гвинтовий домкрат використовує той же принцип – на гвинті шарнірно закріплено плече підхоплення, при обертанні гвинта плече переміщається по ньому вгору або вниз, залежно від напрямку обертання. Розрізняють вертикальні і горизонтальні (ромбові) гвинтові домкрати. Несучими частинами такого домкрата є корпус і гвинт. Гвинтова пара домкратів найчастіше має самогальмуючу трапецієподібну чи підпорну різьбу. Самогальмування забезпечується за рахунок того, що кут підйому різьби менший, ніж приведений кут тертя в різьбі. Завдяки цьому вантаж утримується в піднятому положенні без застосування додаткових пристроїв для фіксації гвинта. Величезним недоліком є необхідність кріплення такого домкрата виключно у призначеному для цього місці. Гвинтові домкрати найчастіше мають вантажопідйомність до 50 т і висоту підйому до 0,7 м.

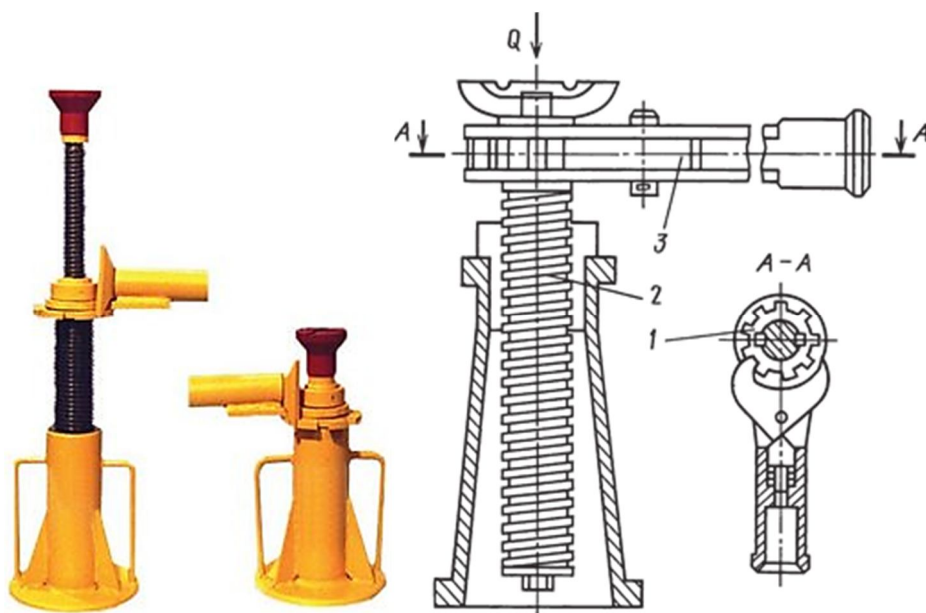


Рисунок 3.3 – Схема гвинтового домкрата

1 – тріщотка; 2 – гвинт; 3 – рукоятка

В основі *рейкового домкрата* (рис. 3.4) – вертикальна рейка з зубцями або отворами. Вантажопідйомність рейкових домкратів досягає 10 т, а висота піднімання – 0,4 м. Їх головною перевагою є низьке розташування майданчика для вантажів.

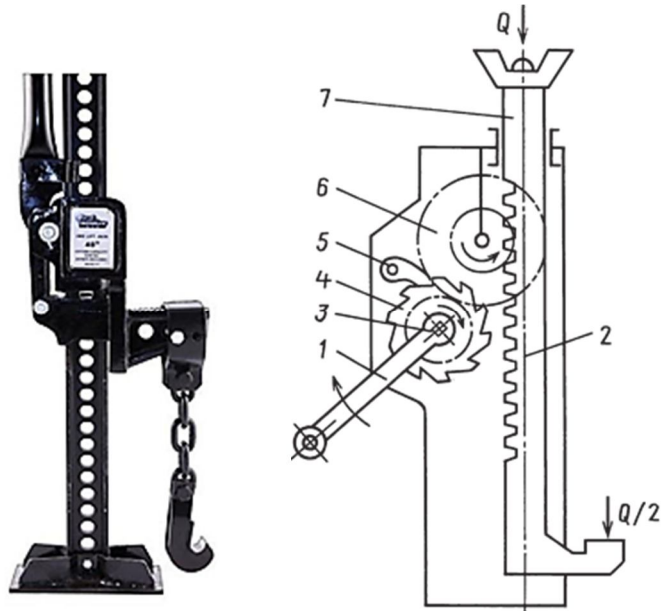


Рисунок 3.4 – Рейковий домкрат:

1 – рукоятка; 2 – сталевая зубчатая рейка; 3 – приводний вал; 4 – храповое колесо; 5 – собачка; 6 – рейкова зубчатая передача; 7 – рейка

Гідравлічні домкрати з ручним приводом (рис. 3.5) конструктивно суміщають гідроциліндр і насосну станцію.

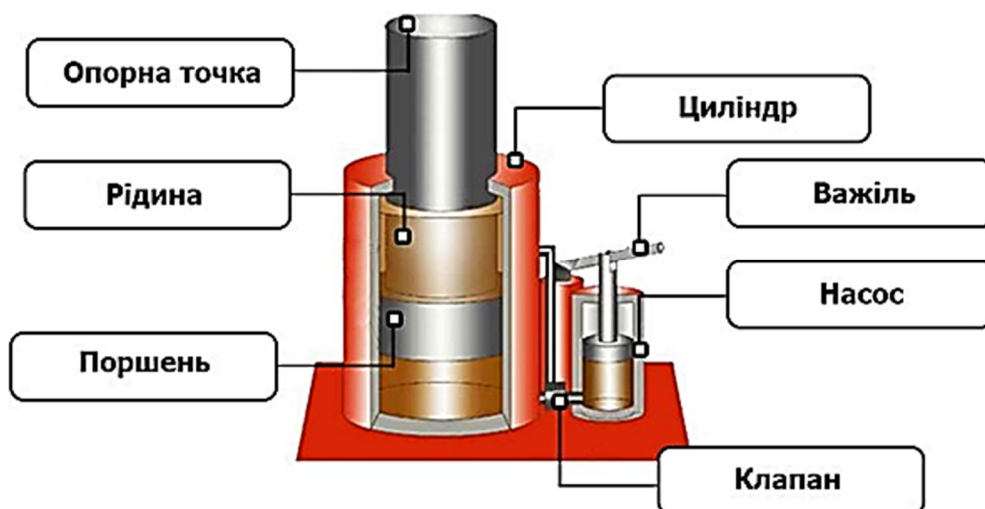


Рисунок 3.5 – Гідравлічний домкрат

Як випливає з назви, принцип дії таких домкратів використовує рідина, а точніше – принцип сполучених посудин. Як робочу рідину зазвичай використовують гідравлічне масло.

Переваги. Важлива особливість гідравліки – нестисливий робочий матеріал, тобто рідина. Звідси – плавність підйому і опускання, фіксація вантажу на необхідній висоті і точність гальмування. Крім цього, гідравлічні домкрати володіють високим, до 80 %, ККД і значною, до 100 і більше тонн, вантажопідйомністю при відносно малому зусиллі на плунжері насоса.

Недоліки. Як це зазвичай буває, недоліки є наслідком достоїнств. Гідравлічні домкрати повільні – один робочий цикл насоса відповідає невеликій висоті підйому. Ще один недолік – складність зберігання і транспортування. Вертикальний гідравлічний домкрат можна зберігати і перевозити тільки у вертикальному положенні інакше робоча рідина може покинути відведений їй обсяг і доволно розтектися по навколишньої поверхні. Вантажопідйомність гідравлічних домкратів із ручним приводом досягає 700 т, а висота піднімання – 0,2 м. Для створення більших зусиль (до $7-10^7$ Н) гідродомкрати з'єднують у батарею й оснащують спільною насосною станцією з електроприводом, для цього придатні також телескопічні та реверсивні домкрати.

Лебідки – вантажопідіймальні машини, призначені для переміщення вантажів за допомогою каната, який намотується на барабан. Їх застосовують як окремі машини при виконанні монтажних, такелажних і ремонтних робіт та як агрегати значно складніших машин (вантажопідіймальних, землерийних тощо) (рис. 3.6). Ручні лебідки виготовляють однобарабанными і важільними (без барабана). Ручні однобарабанны лебідки мають тягове зусилля на першій передачі 5–80 кН, канатомісткість барабана 50–220 м. Частіше використовуються лебідки з машинним приводом. За характером кінематичного зв'язку між двигуном і барабаном розрізняють лебідки фрикційні й реверсивні.

У *реверсивних лебідок* кінематичний зв'язок від двигуна до барабана не розривається. Для опускання вантажу необхідно реверсувати (змінювати на

протилежний) напрям обертання вала двигуна. Такі лебідки найчастіше однобарабанні, приводяться у дію електро- та гідродвигунами.



Рисунок 3.6 – Лебідки

Лебідки можуть бути з ручним і машинним приводом (рис. 3.7, 3.8). За призначенням поділяються на підймальні й тягові.

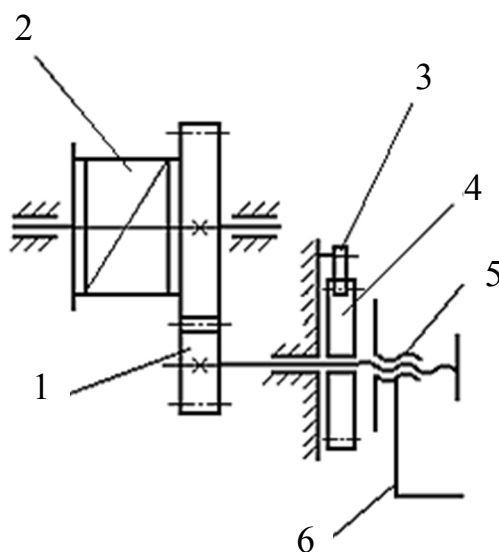


Рисунок 3.7 – Кінематична схема ручної лебідки:

- 1 – зубчаста передача; 2 – барабан; 3 – собачка; 4 – храпове колесо;
5 – гвинтова пара; 6 – рукоятка

Застосування нормально-замкнених гальм підвищує безпеку роботи, оскільки при аварійному знеструмленні мережі гальма загальмовуються, і вантаж не падає.

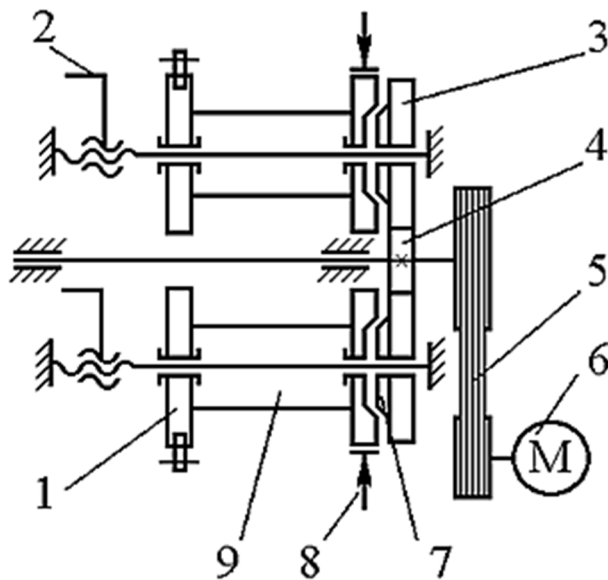


Рисунок 3.8 – Кінематична схема зубчасто-фрикційної лебідки:

1 – храповий зупинник; 2 – рукоятка керування; 3 – зубчасте колесо;
 4 – шестірня; 5 – пасова передача; 6 – електродвигун; 7 – конічний фрикціон;
 8 – стрічкове гальмо; 9 – барабан

Реверсивні лебідки загального призначення мають тягові зусилля 3,0–123 кН, потужність електродвигуна 2,8–20,0 кВт, швидкість намотування першого шару каната (при багат шаровому намотуванні) 0,08–0,75 м/с та канатомісткість барабана 80–800 м.

У *фрикційних лебідок* кінематичний зв'язок від двигуна до барабана може розмикатися за допомогою фрикційної муфти. Для опускання вантажу реверсувати напрям обертання вала двигуна немає потреби, тому в таких лебідках як привод можна застосувати двигун внутрішнього згоряння. Фрикційні лебідки виготовляють багатобарабанными з індивідуальним керуванням кожним барабаном.

Надійне утримання вантажу в піднятому положенні забезпечується храповим зупинним пристроєм, при цьому заціпка встановлюється між зубцями храпового колеса.

Фрикційні лебідки загального призначення випускають із тяговим зусиллям на барабані (барабанах) 5–20 кН, потужність двигуна 4,5–20 кВт, канатомісткість барабана 80–230 м.

3.2 Будівельні підйомники

Будівельні підйомники – це вантажопідймальні машини, в яких несучий орган (платформу, ківш, кабіну) переміщують у напрямних або з'єднують з пересувними елементами конструкцій. Їх використовують при виконанні опоряджувальних, покрівельних і ремонтних робіт, зведенні споруд баштового типу (елеваторів, труб) тощо.

Підйомники – вантажопідймальні машини, якими можна транспортувати по вертикалі будівельні вантажі та людей, що суттєво скорочує затрати робочого часу, особливо при висотному будівництві. За призначенням розрізняють вантажні та вантажопасажирські підйомники, а також стаціонарні й пересувні. Стаціонарні виготовляють вільностоячими (при висоті піднімання до 12 м) і приставними, які прикріплюються до споруди (при висоті піднімання до 60 м). За конструкцією напрямних підйомники бувають з гнучкими (струнні) й жорсткими (щоглові, шахтні) напрямними. У шахтних підйомники вантажонесучий орган пересувається всередині металоконструкцій. Пересувні підйомники на базі автомобілів, тракторів, причепів часто називають монтажними вишками. Схеми підйомників наведені на рисунках 3.9, 3.10.

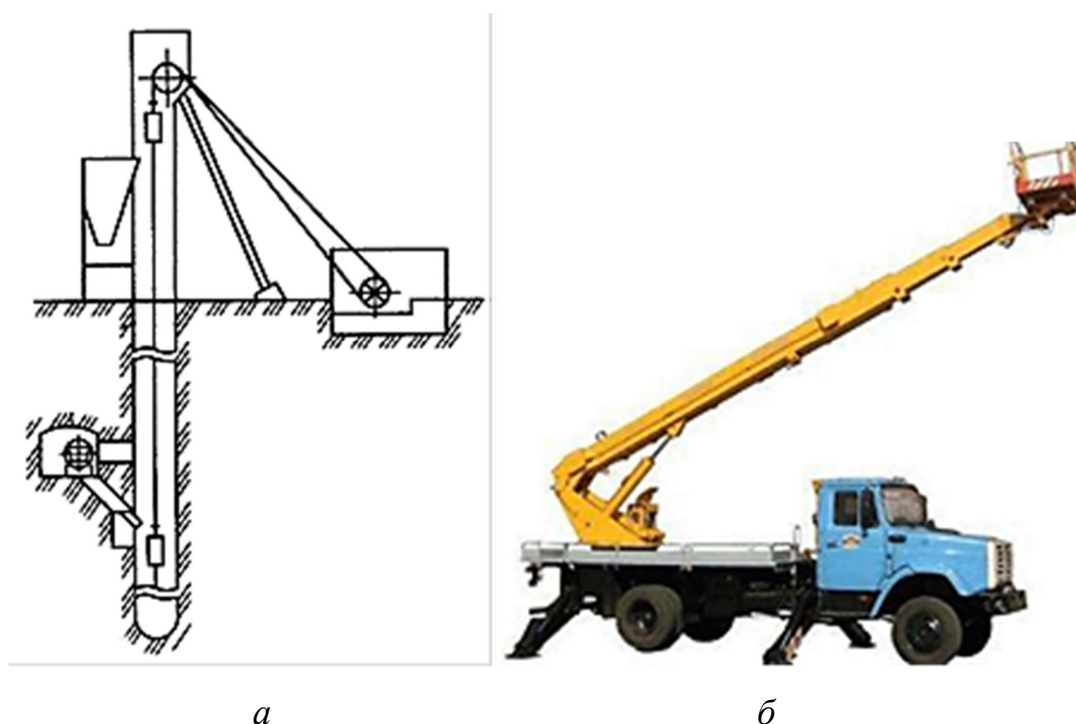


Рисунок 3.9 – Підйомники: *а* – скіповий; *б* – важільний

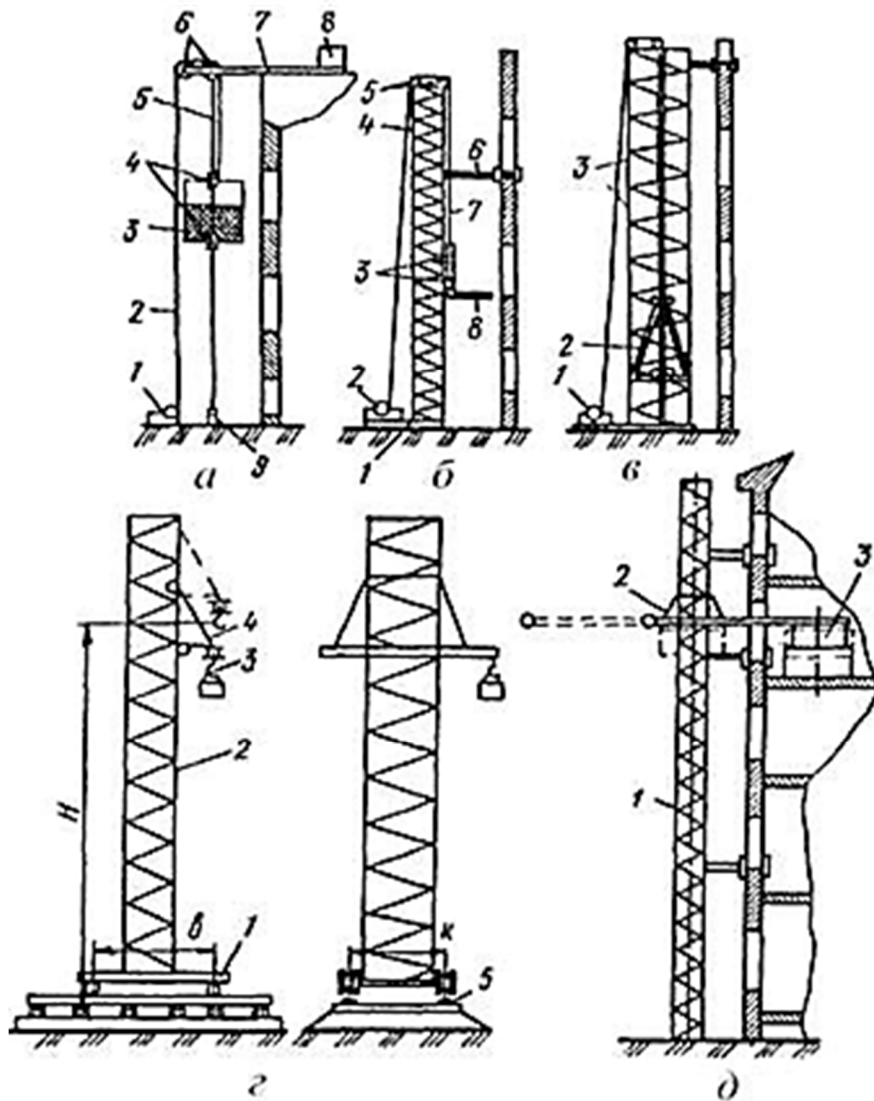


Рисунок 3.10 – Схеми підйомників

- a* – з підвісними (струнними) напрямними: 1 – лебідка; 2 – підймальний канат; 3 – вантажонесучий орган; 4 – втулка; 5 – напрямний канат; 6 – обвідні блоки; 7 – рама; 8 – противага; 9 – натяжний пристрій;
- б* – щоглового: 1 – рама; 2 – лебідка; 3 – коток; 4 – щогла; 5 – обвідні блоки;
- в* – опора: 7 – підймальний канат; 8 – майданчик; *в* – шахтного: 1 – лебідка; 2 – вантажонесучий орган; 3 – металоконструкція;
- г* – пересувного: 1, 4 – ходовий і вантажний візки; 2 – щогла; 3 – вантажозахватний орган (гак); 5 – рейки; *д* – з подаванням вантажу до приміщення: 1 – щогла; 2 – візок; 3 – вантажонесучий орган

3.3 Крани будівельні

3.3.1 Класифікація кранів

Крани будівельні класифікують: за конструктивним рішенням, за вантажопідйомністю, за типом привода, за базовою машиною (рис. 3.11).

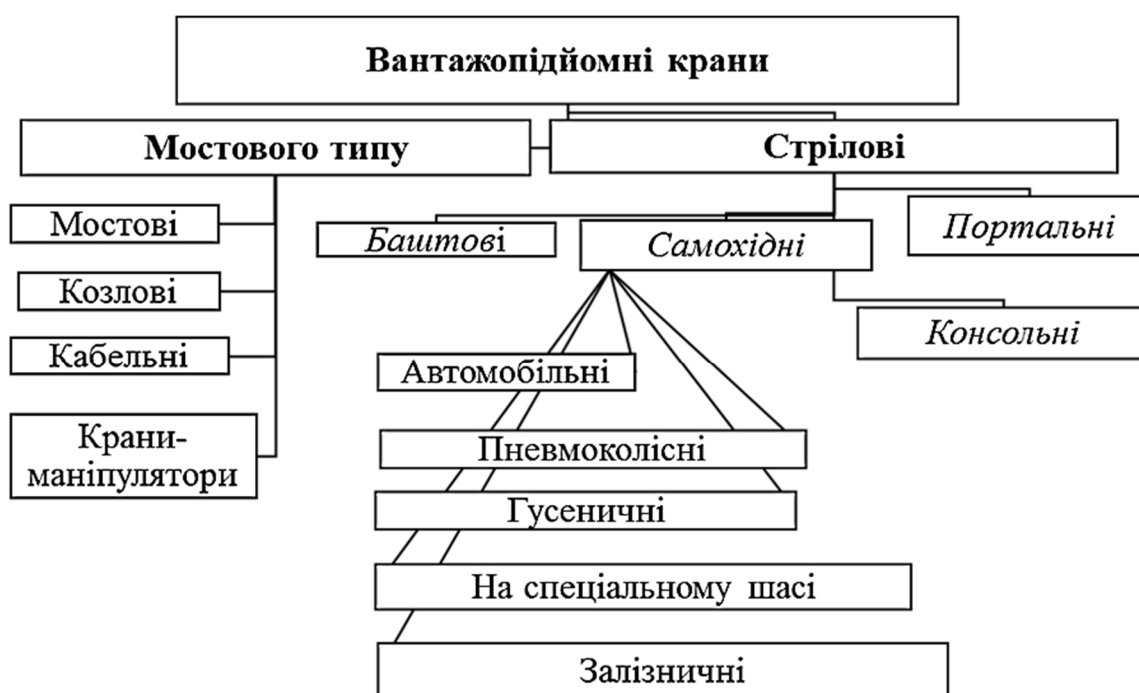


Рисунок 3.11 – Класифікація будівельних кранів

При зведенні, ремонті і реконструкції будівель та споруд крани будівельні призначені для піднімання або переміщення, наведення та установлення конструкцій у проектне положення. Паралельно з монтажем конструкцій можливе використання кранів для виконання вантажно-розвантажувальних робіт, а також при бетонуванні різноманітних наземних та підземних конструкцій з інтенсивністю робіт до 20 м³ на добу. При крановому способі подачі бетону суміш подають у баддях місткістю 0,5–3 м³.

Залежно від технологічних особливостей крани можуть бути мобільними, обмежено мобільними, немобільними. Специфічну групу становлять літальні й плавучі монтажні крани (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 – Літаючий і плавучий крани

Вибір типу крану для виконання будівельних робіт виконують з урахуванням архітектурно-конструктивної схеми і розмірів будівлі, споруд, маси елементів і їх розташувань на будинку, рельєфу будівельного майданчика. До основних параметрів монтажних кранів відносяться: вантажопідйомність, висота підйому вантажу і глибина подавання, вильот гака, швидкість підйому та опускання вантажу, пересування та обертання крану, продуктивність.

Козлові, мостові та кабельні крани належать до кранів прогонного типу. Вони характеризуються постійною вантажопідйомністю і більшою стійкістю, ніж баштові й стрілові.

3.3.2 Козлові крани. Конструктивна схема, основні механізми, використання

Козлові крани мають широке застосування при навантажувально-розвантажувальних роботах на складах і як технологічний транспорт на полігонах залізобетонних виробів, а також при монтажі довгих споруд і

приміщень. Розрізняють козлові крани загального призначення і монтажні. У перших вантажопідйомність до 32 т, прогін – до 32 м, висота піднімання – до 10 м, у других – вантажопідйомність до 100 т, прогін – 80 м, висота піднімання – до 80 м.

Козлові крани поділяються на безконсольні, одно- й двоконсольні. Довжина консолі може досягати 25–30 % прогону.

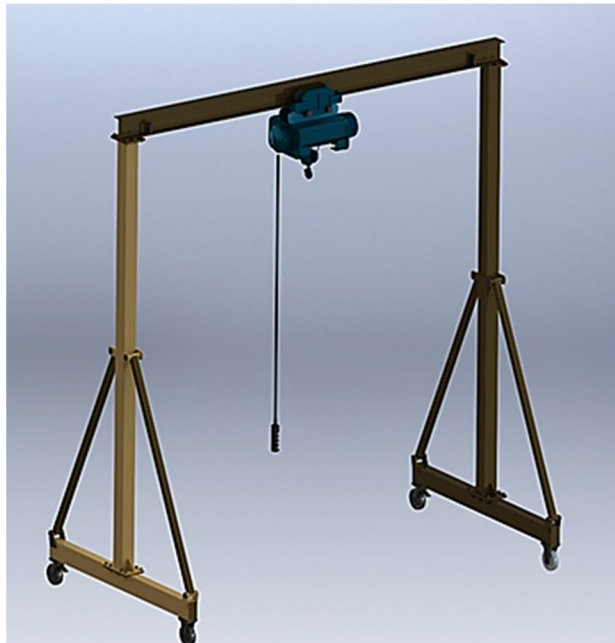


Рисунок 3.13 – Зовнішній вигляд козлового крана

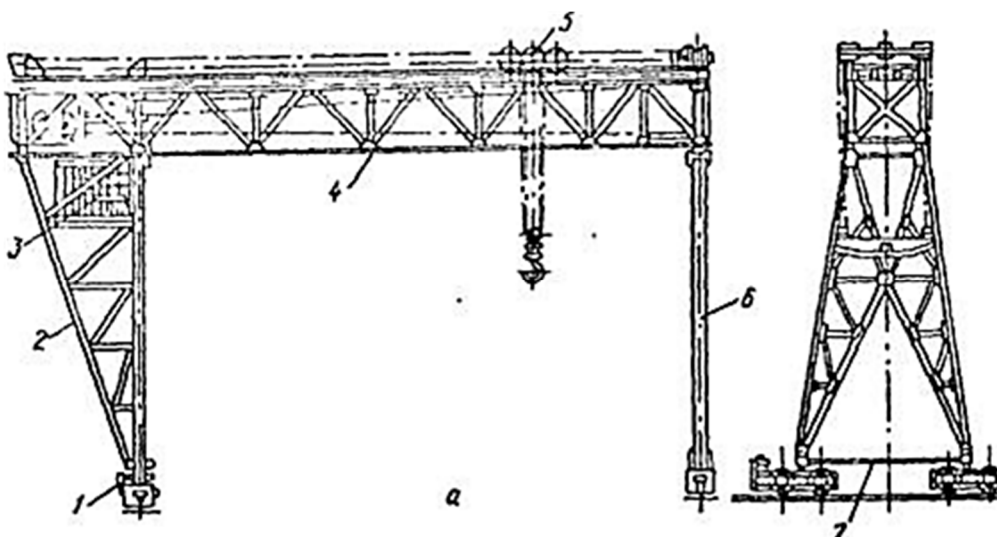


Рисунок 3.14 – Безконсольний козловий кран

1 – ходові візки; 2, 6 – жорстка і гнучка опори, 3 – кабіна керування,
4 – міст; 5 – вантажний візок; 7 – поперечина

Несучий елемент безконсольного козлового крана (рис. 3.14) – міст (4), піднятий над рейками на опорах (2) і (6). Перша опора кріпиться до моста міцно, друга – шарнірно або виготовляється гнучкою, що компенсує температурні деформації моста та дефекти монтажу кранових шляхів.

У нижній частині опор закріплені візки (1), кожний з яких переміщується кранів загального призначення однорейковою, а в монтажних – дворейковою колією. По мосту рухається вантажний візок (5). Застосовують також крани із самохідним вантажним візком, на якому закріплений механізм піднімання вантажу. При вантажопідйомності до 5 т як вантажний візок може бути використаний тельфер. Візок може рухатися по верху моста і нижньому поясу двотаврової балки, прикріпленої до моста. У консольних козлових кранах, щоб пройти між опорами, візок повинен рухатися по нижньому поясу двотаврової балки.

Важкі монтажні козлові крани інколи мають два візки. Основний рухається верхнім, а допоміжний (меншої вантажопідйомності) – нижнім поясом моста. Монтажні козлові крани раціонально використовувати для зведення довгих споруд із важкими елементами (корпуси теплових і атомних електростанцій, монтажу обладнання доменних і цементних випалювальних печей). Кабіна керування (3) в кранах закріплюється переважно на жорсткій опорі. Більшість козлових кранів – самомонтовані. Для цього стріловим краном укладають на шпальні клітки міст крана, встановлюють на рейки ходові візки, з'єднують шарнірно стояки опор із візками і мостом, стягують за допомогою лебідок праві й ліві стояки і встановлюють кран у робоче положення. У нижній частині стояки опор з'єднуються міцними поперечинами (7). Козлові крани обладнують обмежувачами висоти піднімання вантажу, переміщення візка й самого крана.

Козловий кран може перекинутися лише у випадку, якщо його сильним вітром зірве з гальм і прокотить до тупикових упорів. Сучасні великі козлові крани оснащують автоматичним протиугонним пристроями. При великій

швидкості вітру спрацьовує анемометр, який вмикає двигун протиугонних захватів.

3.3.3 Мостові й кабельні крани. Основні механізми, використання

Мостові крани як технологічний транспорт поширені на заводах залізобетонних виробів, у цехах машинобудівних заводів тощо. Вони пересуваються по рейках, піднятих на будівельних конструкціях у верхню частину приміщення. Мостовий кран складається з моста, оснащеного на кінцях ходовими візками з механізмом переміщення, і самохідного візка, що пересувається по мосту, з механізмом піднімання вантажу (рис. 3.15).

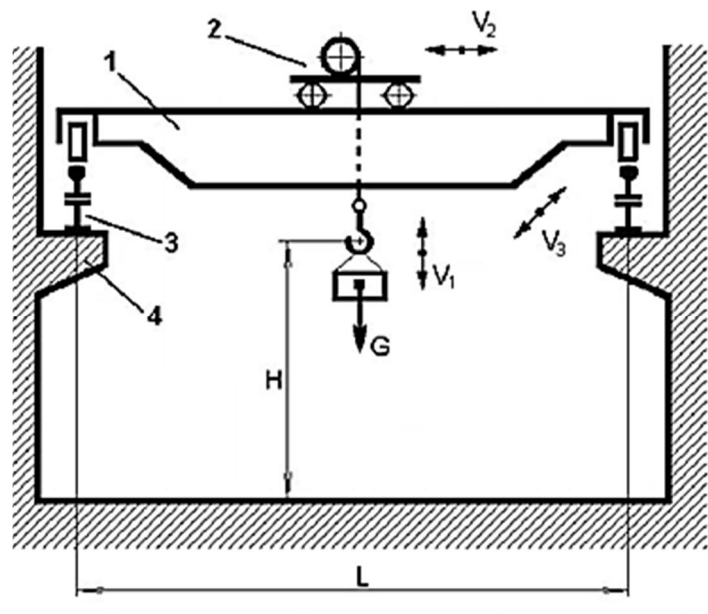


Рисунок 3.15 – Схема мостового крана

1 – мост; 2 – візок; 3 – підкранові балки; 4 – колони

Для монтажу будівельних конструкцій мостові крани, як правило, не використовуються, але при повній або частковій зупинці підприємств технологічні струмно-мостові крани можуть бути ефективно використаними при механізації будівельних або монтажних робіт. За їх допомогою демонтують тунелі, фундаменти, а також конструкції внутрішньоцехових приміщень. Особливу цікавість мають сучасні легкі дахові крани. Кабельний кран

(рис. 3.16) обладнується несучими канатами (1), які закріплюються у верхній частині опор – машинної (2) та хвостової (3). По несучих канатах рухається вантажний візок (4) з вантажним піднімальним пристроєм (5). На машинній опорі встановлюються лебідки підйому вантажу (6) та пересування вантажного візка (7). Якщо опори стаціонарно закріплені на фундаменті, зона обслуговування крана має вигляд лінії. Якщо одна з опор рухається по кільцевій рейці, зона обслуговування – сектор круга. При двох пересувних опорах крана зона обслуговування являє собою прямокутник.

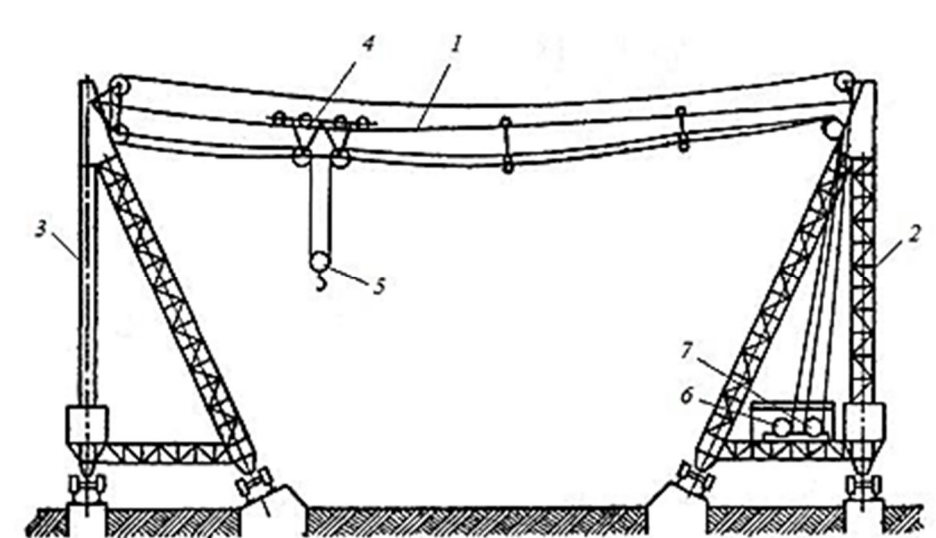


Рисунок 3.16 – Кабельний кран

Широке впровадження, особливо у складському господарстві, на транспорті та у перевантажувальних комплексах, отримують крани з жорстким підвісом і керованим захватом вантажу – крани-маніпулятори (рис. 3.17). До них зокрема відносять кран-штабелери: мостового типу (рис. 3.17, а) і стелажні. Кран-штабелери призначені для механізації та автоматизації складського господарства і особливість їх використання полягає у тому, що наведення, захоплення та звільнення вантажу виконується автоматично, без участі допоміжного персоналу. На базі таких кранів з'являється можливість подальшої автоматизації виробництва. Бортові крани-маніпулятори (рис. 3.17, б) використовуються для виконання навантажувально-розвантажувальних операцій на транспортних засобах.

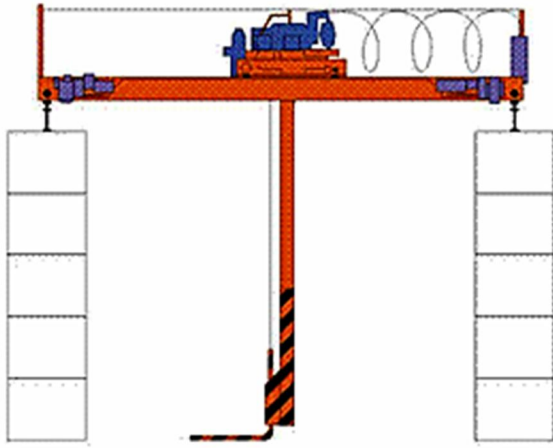


Рисунок 3.17 – Крани-маніпулятори:

а – кран-штабелер мостовий; *б* – бортовий маніпулятор

3.3.4 Баштові крани. Класифікація. Основні механізми, використання

Баштові крани широко застосовуються для механізації висотного будівництва на монтажних та навантажувально-розвантажувальних роботах. Завдяки стрілі, закріпленій у верхній частині башти, вони переміщують вантажі по складних просторових траєкторіях, мають значний підстріловий простір, що підвищує їхні технологічні можливості (рис. 3.18).

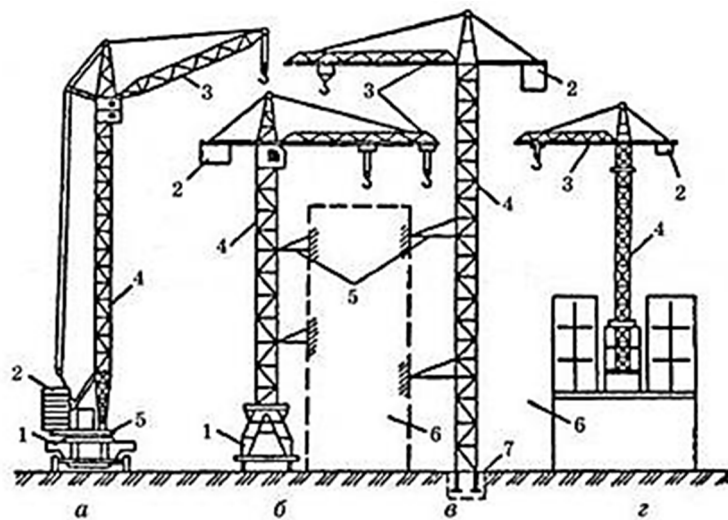


Рисунок 3. 18 – Баштові крани: *а* – пересувний; *б* – приставний;

в – стаціонарний; *г* – самопідйомний; 1 – ходовий пристрій, 2 – противаги, 3 – стріла, 4 – башта, 5 – конструкція кріплення башти до конструкції каркаса будівлі, 6 – будівля, що монтується, 7 – фундамент

Монтаж і демонтаж кранів виконують за допомогою монтажно-лебідки й поліспасти. За конструкцією розрізняють крани з поворотною і неповоротною баштою. За способом установки баштові крани бувають пересувні, стаціонарні й самопідймальні. Пересувні крани обладнують, як правило, рейково-колiсним пересувним обладнанням, що підвищує безпеку їх використання. На баштових кранах найчастіше застосовують багатомоторний електропривод.

Стаціонарні крани не мають ходового пристрою, вони встановлюються на фундаменті поблизу будинку. Самопідймальні крани застосовують при зведенні будівель і споруд великої висоти.

Система індексації вітчизняних баштових кранів літерна і цифрова. Крім літер КБ (кран баштовий), є чотири цифрових позначення і два буквених. Перша цифра означає розмірну групу і характеризує вантажний момент крана, дві наступні – порядковий номер моделі, четверта цифра після крапки – це номер моделі крана, який свідчить про довжину стріли, висоту піднімання та інші параметри. Перша буквена означає номер модернізації крана. Остання буквена позначка вказує на кліматичне виготовлення крана: ХЛ – для півночі; Т і ТВ – відповідно для сухих та вологих тропіків. Якщо кран призначений для помірного клімату, буквена позначка не ставиться. Наприклад, індекс КБ-674.3А означає: кран баштовий; шостої розмірної групи, вантажний момент 300–550 т/м; із неповоротною баштою (74); третє виконання після першої модернізації; призначений для роботи у помірному кліматі.

За конструкцією башти розрізняють крани з поворотною і неповоротною баштами. Найпоширеніші крани кількох конструктивних схем: із поворотною баштою і нижнім розміщенням опорно-поворотного пристрою; з неповоротною баштою і верхнім розміщенням опорно-поворотного пристрою. Зміна вильоту стріли забезпечується її нахилом та переміщенням візка.

Для баштових кранів основними парами є: вантажний момент, який залежить від висоти піднімання та вильоту стріли, швидкість всіх робочих переміщень; потужність механізмів; маса крана і параметри кранових шляхів.

Основні позитивні якості баштових кранів:

- розташування кранової стріли на великій висоті, що дає змогу подавати конструкцію, яку монтують, на будь-яке проектне місце;
- добрий огляд кранівником монтажною зоною;
- надійність і простота в експлуатації;
- простота переміщення крана, як правило, по колії;
- можливість обслуговування з однієї стоянки одного або кількох будівельних об'єктів.

До недоліків баштових кранів належать:

- тривалість і трудомісткість їхнього монтажу і демонтажу;
- необхідність влаштування підкранових колій.

3.3.5 Стрілові самохідні крани

Стрілові самохідні крани використовують при зведенні малоповерхових будівель та споруд, при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт (рис. 3.19).

Стрілові самохідні крани мають власне джерело енергії – двигун внутрішнього згоряння, що значно підвищує їх мобільність. Вони розрізняються за виконанням стрілового устаткування (з гнучкою і жорсткою підвіскою), типом приводу механізмів (з електричним і гідравлічним), виглядом ходового пристрою (автомобільний, гусеничний, пневмоколісний, кран на спеціальному шасі).

Позначення стрілового самохідного крана складається з двох літер КС (кран самохідний), чотирьох цифр і двох буквених позначень, яких може і не бути.

Перша цифра означає розмірну групу крана, яка визначається головним параметром стрілового самохідного крана – максимальною вантажопідйомністю.

Друга цифра позначає тип ходового обладнання: 1 – гусеничне; 2 – гусеничне розширене, 3 – пневмоколісне; 4 – на спеціальному шасі; 5 – на шасі автомобіля; 6 – на тракторі; 7 – на причепі.

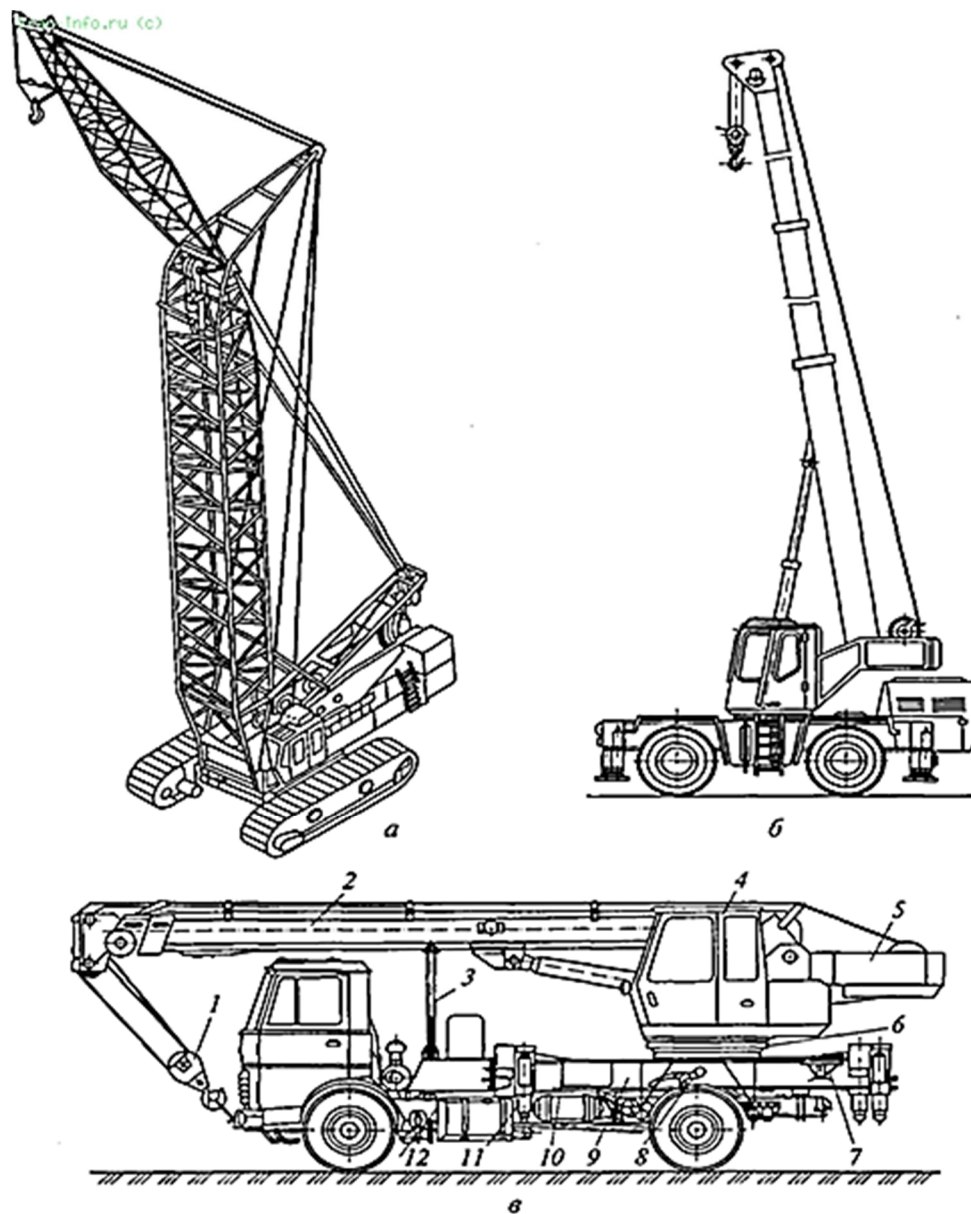


Рисунок 3.19 – Стрілові самохідні крани

a – гусеничний кран МКГС-100; *б* – пневмоколісний кран КС-4372;

в – автомобільний кран КС-35715: 1 – підвіска крюка; 2 – стріла; 3 – стійка стріли; 4 – кабіна кранівника; 5 – поворотна рама; 6 – опорно-поворотний пристрій; 7 – подпятник; 8 – механізм блокування ресор заднього моста шасі; 9 – неповоротна рама; 10 – облицювання; 11 – виносна опора; 12 – шасі автомобіля

Цифра, що стоїть на третьому місці, означає влаштування стрілового обладнання. Якщо привод керування стрілою канатно-блоковий позначається цифра 6; цифра 7 – підвіска стріли жорстка, для керування стрілою застосовується гідравлічний привод; цифра 8 – стріла телескопічна, за допомогою гідроциліндрів секції стріли висуваються одна з одною. Це дозволяє зменшити транспортні габарити крана й одержати більшу довжину стріли у робочому положенні.

Цифра на четвертому місці позначає порядковий номер моделі крана. Конструкції кранів безперервно вдосконалюються, то після чергової модернізації до індексу крана додають буквене позначення модернізації (А, Б, В тощо). Як і для баштових кранів, указують кліматичне виконання: ХЛ – для півночі; Т і ТВ – відповідно для сухих та вологих тропіків. Крани автомобільні й на спеціальному шасі мають приблизно однакове компонування.

Вантажопідйомність стрілових самохідних кранів залежить від вильоту стріли, яку можна змінювати нарощуванням стріли гусаком. Доцільно використовувати такі крани при зведенні фундаментів, малоповерхових будівель та споруд, при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт.

Стрілові самохідні крани обладнують приладами безпеки: покажчиками вильоту та вантажопідйомності, обмежувачами переміщень гакової підвіски та стріли, обмежувачами вантажопідйомності.

Крани з баштово-стріловим обладнанням і гусаком мають суттєві експлуатаційні переваги. Ці крани успішно використовують при зведенні будинків промислового і житлового призначення.

Основні переваги стрілових кранів:

- здатність швидко пересуватись з одного об'єкта на інший;
- швидка готовність до виконання робіт.

Недоліки:

- обмежене пересування з вантажем,
- необхідність установлення крана на виносні опори.

Запитання для контролю знань

1. Назвіть основні напрямки розвитку підйомно-транспортних машин.
2. Намалюйте схеми основних типів стрілових самохідних кранів, опишіть їх улаштування та принцип роботи.
3. У чому полягає вибір засобів та способів для переміщення вантажу?
4. Дайте класифікацію підйомно-транспортних машин.
5. опишіть улаштування та галузь застосування домкратів і лебідок.
6. Вкажіть призначення, різновиди та основні параметри будівельних підйомників, намалюйте їх схеми, опишіть їх улаштування та принцип роботи.
7. Вкажіть галузь застосування козлових, мостових і кабельних кранів.
8. Наведіть схему індексації баштових кранів, вкажіть основні їх параметри та галузь застосування.
9. Наведіть систему індексації стрілових самохідних кранів.

ТЕМА 4

МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

4.1 Класифікація машин для земляних робіт

Земляні роботи належать до найбільш трудомістких процесів будівництва. Встановлено, що для спорудження 1 м³ промислового або цивільного приміщення доводиться виконувати відповідно понад 1,5–2,0 та 0,5–1,0 м³ земляних робіт.

Вартість земляних робіт становить 10–15 % загальної вартості будівельно-монтажних робіт. У процесі будівництва виконують такі земляні роботи: розробку виїмок – котлованів, траншей; зведення насипів – підсилення території, шляхового полотна, планування поверхні, засипання траншей і котлованів; ущільнення ґрунту.

Перед початком земляних робіт виконують підготовчі роботи з очищення території від рослинності та валунів, розпушування твердого ґрунту. Для виконання земляних робіт використовують такі машини:

- для підготовчих робіт (кущорізи, викорчовувачі, розпушувачі тощо);
- землерийні (екскаватори циклічної та безперервної дії);
- землерийно-транспортні (бульдозери, скрепери, грейдери, автогрейдери і грейдер-елеватори);
- для гідравлічної розробки ґрунту (гідромонітори і землесоси);
- для буріння скважин (бурові машини);
- для розробки мерзлих твердих ґрунтів та їх ущільнення (барові машини, фрези, різні котки).

4.2 Машини для підготовчих робіт

Підготовчі роботи – це очищення будівельного майданчика від лісу і чагарників, каміння, будівельного сміття, а також корчування пеньків, розпушування гірських порід, мерзлих і твердих ґрунтів.

Кущорізи призначені для зрізання чагарників і дерев з діаметром стовбурів до 40 см. Кущорізи бувають ножові й фрезерні. Найчастіше застосовують ножові. Кущоріз (рис. 4.1) являє собою гусеничний трактор 1, на якому навішено робоче обладнання. Ходові візки трактора шарнірно з'єднані з П-подібною рамою (2), яку піднімають й опускають гідроциліндрами (7). До неї за допомогою сферичного шарніра (3) прикріплено робочий орган кущоріза – клиновидний відвал (6). На його нижній частині є ножі (4) частіше з пилкоподібним різальним краєм. За відвалом встановлені лижі, які обмежують заглиблення відвалу. Центральна частина відвалу має додаткове кріплення (5). Для захисту машини від дерев, що зрізані, передбачено загорожу (8).

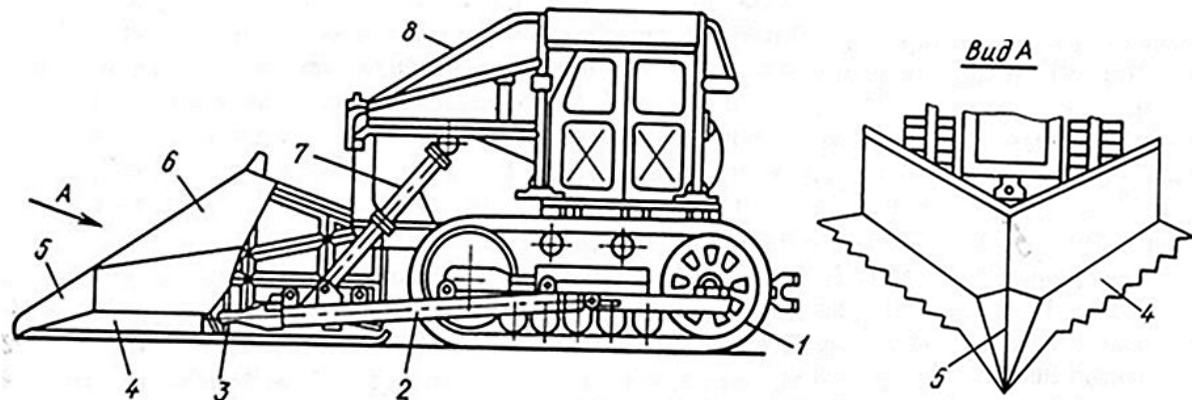


Рисунок 4.1 – Схема кущоріза:

- 1 – трактор; 2 – П-подібна рама; 3 – сферичний шарнір; 4 – ножі;
5 – укріплення; 6 – клиновидний відвал; 7 – гідроциліндри підйому та
опускання відвала; 8 – загорожа

При роботі, машина пересувається вперед, відвал кущоріза опускається на ґрунт, зрізаючи чагарник та дрібнолісся й відсуваючи їх убік. Залежно від умов роботи проводять один або кілька проходів. При коротких захватах роботу здійснюють човниковим способом без розворотів. При значній довжині майданчика, що очищається, машина працює з розворотами. Продуктивність ножових кущорізів понад 14 000 м²/год при середній швидкості руху 3–4 км/год та ширині захвату понад 3,6 м.

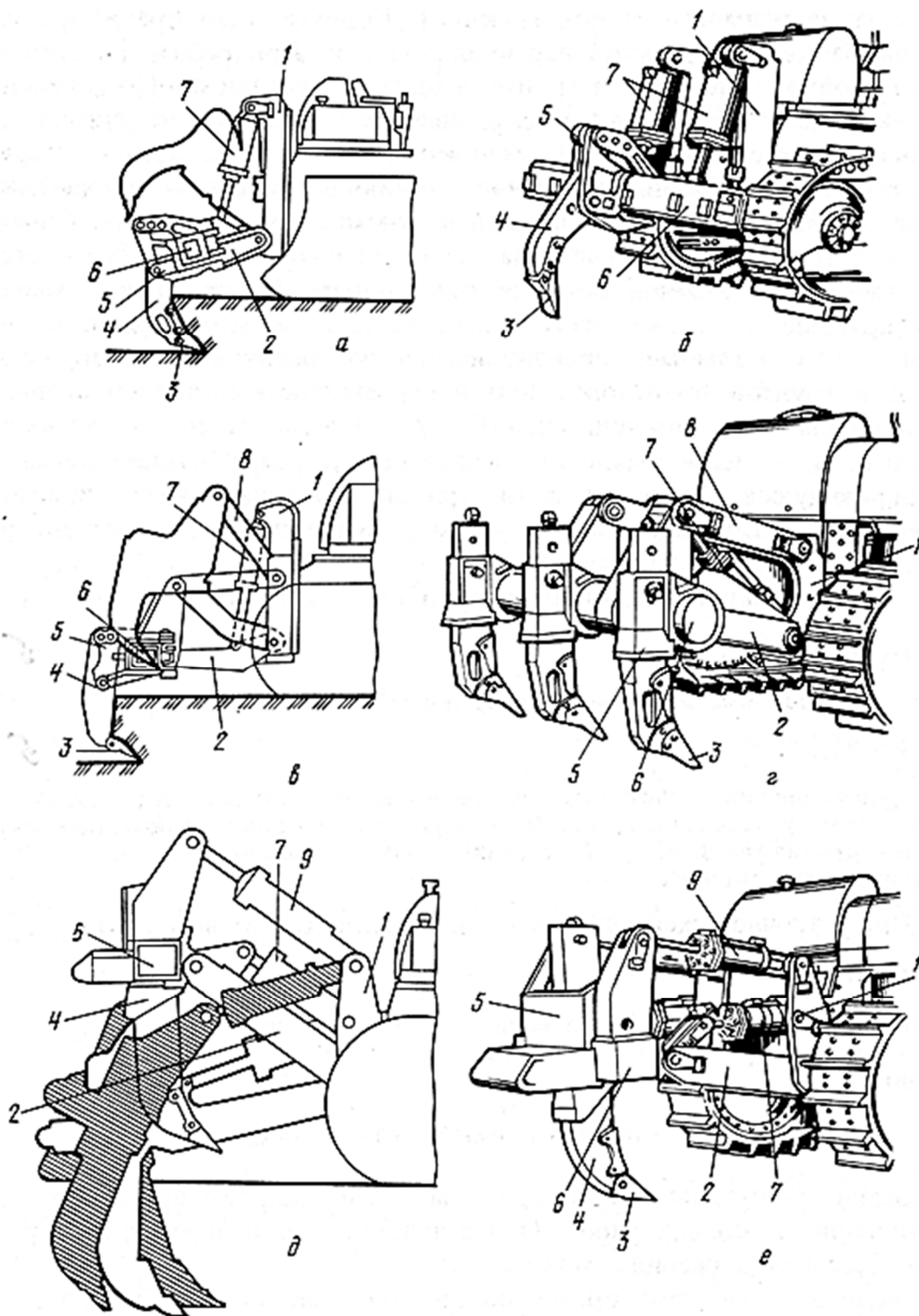


Рисунок 4.2 – Схеми та загальний вид розпушувачів:

a, б – триланкові; *в, г* – паралелограмні нерегульовані; *д, е* – паралелограмні регульовані; 1 – рама; 2 – поворотний елемент; 3 – змінні наконечники; 4 – зпущуючі стійки; 5 – корпуси; 6 – поперечна балка; 7 – гідроциліндри підйому та опускання поперечної балки; 8 – тяга; 9 – гідроциліндри регулювання кута різання

Викорчовувачі використовують для викорчовування пеньків діаметром понад 0,5 м, каміння масою понад 3 т, корневих систем, чагарників та транспортування їх у межах підготовленого майданчика. Виготовляють викорчовувачі на базі трактора. Робочий орган – гратчастий або суцільний відвал. Нижня частина відвала має зубці, їх занурюють у ґрунт і при переміщенні заводять під камінь чи пеньок піднімаючи робоче обладнання і викорчовують. Викорчовувачі – навісне обладнання на гусеничні трактори тягового класу 35–400, потужністю 50–400 кВт. Продуктивність викорчовувача за 1 годину становить: 45–55 пеньків; прибирають 15–20 м³ каміння; згрібають зрізані дерева, чагарники, викорчовані пеньки та каміння на площі 2 500 – 4 000 м².

Розпушувачі призначені для шарового розпушування твердих і мерзлих ґрунтів із наступною їх розробкою іншими видами машин. Найчастіше виготовляють розпушувачі як навісне обладнання яке розташоване в задній частині гусеничного трактора (рис. 4.2). Класифікують розпушувачі за тяговим зусиллям базового трактора та його потужністю: легкі (тягове зусилля 30–100 кН, потужність двигуна базового трактора – до 120 кВт), середні (100–150 кН, 120–150 кВт), важкі (250 кН, 300–500 кВт); надважкі (500 кН, 550–1000 кВт). За конструкцією навісного обладнання розрізняють розпушувачі триланкові, паралелограмні нерегульовані й регульовані.

Розпушування порід та ґрунтів відбувається при поступальному русі машини й одночасному примусовому заглибленні стояків до заданої позначки. У процесі розпушування кожний стояк розробляє канавку, яка розширюється у верхній частині, при цьому масив розділяється на окремі ділянки, які згодом розробляють, транспортують і вантажать іншими машинами.

4.3 Землерийно-транспортні машини

Землерийно-транспортні машини (ЗТМ) широко застосовують при виконанні земляних робіт. Вони розробляють і переміщують ґрунт у процесі

руху машини на відстані до 700 м. До них відносяться бульдозери, скрепери і грейдери.

Енергія до робочого органу ЗТМ як правило, підводиться у вигляді тягового зусилля. Однак існують ЗТМ активної дії, коли частина енергії підводиться до робочого органу іншими способами.

4.3.1 Бульдозери. Конструктивні схеми. Основні механізми

Серед землерийно-транспортних машин найпоширеніші бульдозери, робочий орган яких – відвал.

За видом ходового обладнання бульдозери бувають гусеничні та пневмоколісні. Найбільше поширення мають гусеничні бульдозери, оскільки при однаковій масі мають більше тягове зусилля, передають менший тиск на ґрунт. Але такі бульдозери мають малі транспортні швидкості, більші затрати часу та коштів на переміщення з об'єкта на об'єкт.

За системою керування робочим обладнанням розрізняють бульдозери канатно-блокові й гідравлічні. Випускають в основному гідравлічні бульдозери, які забезпечують примусове заглиблення відвалу, мають меншу металомісткість і вищу продуктивність. Бульдозери відзначаються простою конструкцією, надійністю, економічністю в експлуатації, універсальністю.

Їх застосовують для розробки і переміщення ґрунтів I–IV категорій, а також попередньо розпушених скельних і мерзлих ґрунтів, для планування будівельних майданчиків, зведення насипів, розробки виїмок і котлованів, засипання траншей і котлованів, розчистки територій. За тяговим зусиллям – розрізняють бульдозери легкі (25–35 кН), середні (100 – 200 кН), важкі (200–300 кН) й надважкі (понад 300 кН). За способом закріплення відвалу є неповоротні та універсальні. Найпоширеніші – неповоротні гусеничні гідравлічні бульдозери. У цих машин відвал завжди встановлено під прямим кутом до їх поздовжньої осі (у плані). До базового трактора (1) (рис. 4.3) шарнірно прикріплено штовхаючі бруси (2), а до останніх – робочий орган бульдозера – відвал (6). Відвал – це зварна конструкція, яка містить лобовий

лист циліндричного профілю, підсилений із зворотного боку коробами й ребрами міцності. На верхній частині відвалу є козирок, який запобігає пересипанню ґрунту через відвал і захищає штоки гідроциліндрів від пошкодження.

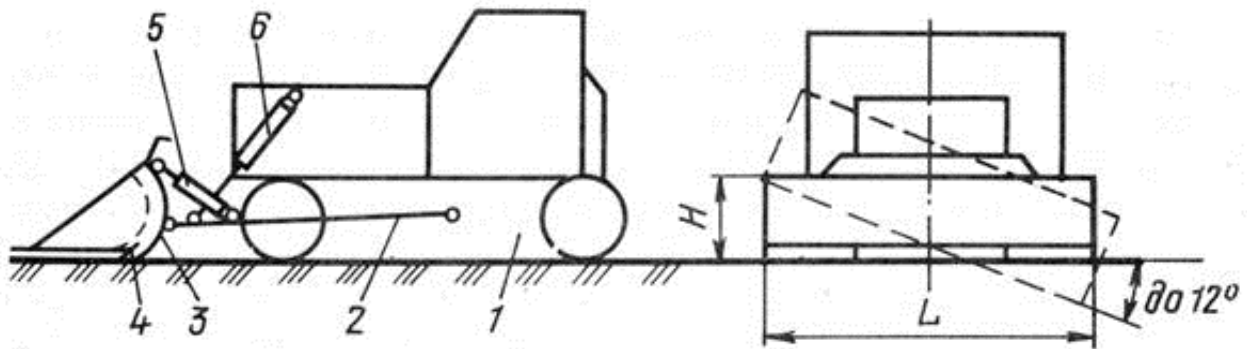


Рисунок 4.3 – Схема неповоротного бульдозера:

- 1 – базовий трактор; 2 – штовхаючі бруски; 3 – відвал; 4 – змінні ножі;
 5 – гідроциліндри регулювання кутів різання та перекосу відвала;
 6 – гідроциліндри підйому та опускання відвала; L – довжина відвала;
 H – висота відвала

На нижній частині відвалу, змонтовано змінні ножі (7). Піднімання і опускання відвалу здійснюється гідроциліндрами (5). У сучасних бульдозерів передбачають поперечний перекіс відвалу на кут до 12° і регулювання кута різання за допомогою гідроциліндрів (4). Середнє значення кута різання становить 55° .

При роботі бульдозер зрізує і переміщує ґрунт. На початок копання необхідно швидко заглибити відвал, це зручніше зробити при більшому куті різання, а копання і переміщення ґрунту – при меншому. При горизонтальному розміщенні відвалу тягове зусилля розподіляється по всій його довжині. При поперечному – вирізається трикутна стружка ґрунту. Це дозволяє сконцентрувати тягове зусилля бульдозера на меншій площині і розробляти міцні ґрунти. Крім того, перекіс відвалу необхідний при копанні на косогорах.

Економічно ефективна відстань транспортування ґрунту до 100 м. Робочий цикл бульдозера складається з копання ґрунту, його транспортування, розвантаження і повернення машини в забій.

Транспортувати ґрунт необхідно на можливо більшій швидкості, що забезпечить зменшення втрат ґрунту.

Розвантажувати ґрунт бульдозерами можна двома способами. При розвантаженні з шаровим розрівнюванням наприкінці транспортування відвал піднімають на 15–20 см і, продовжуючи рух, відсипають ґрунт рівним шаром, або при розвантаженні ґрунту, швидко піднявши відвал, проїжджають 1,0–1,5 м.

Далі, опустивши відвал і, рухаючись заднім ходом, виконують розрівнювання. Відсипання ґрунту без розрівнювання відбувається завдяки швидкому підняттю відвалу й застосовується при укладанні вантажу шаром значної товщини.

До забоя бульдозер повертається на максимальній швидкості: при транспортуванні до 50 м здають назад; при відстані 20–100 м – переднім ходом із розворотом машини.

Бульдозерами доцільно виконувати всі види підготовчих робіт.

Для підвищення продуктивності бульдозерів необхідно різання і транспортування ґрунту виконувати під нахилом відвалу. При цьому: зменшується опір пересування призми волочіння і самого бульдозера; збільшується товщина стружки, що зрізається, а також обсяг призми волочіння; збільшується продуктивність; зменшується кількість розворотів бульдозера; забезпечується переміщення ґрунту з проміжним розвантаженням, при цьому ґрунт транспортується на частину довжини і розвантажується.

Неповоротні бульдозери можуть забезпечуватися змінними робочими органами: вилами для підняття і переміщення штучного вантажу; зубами на відвалі для розробки міцних матеріалів; гаковою підвіскою на відвалі та ін. Це розширює їхні технологічні можливості. Часто в задній частині бульдозера монтують розпушувальне обладнання, або – для ущільнення ґрунту.

4.3.2 Скрепери

Скрепер – землерийно-транспортна машина, призначена для розробки ґрунтів I–IV категорій і транспортування їх на відстань 0,5–5,0 км (рис. 4.4). Робочим органом є ковш. Основний параметр скрепера – місткість ковша. Розрізняють скрепери малої (до 3 м³), середньої (3–10 м³) і великої (понад 10 м³) місткості, найбільші скрепери мають місткість ковша 15; 25; 40 м³.

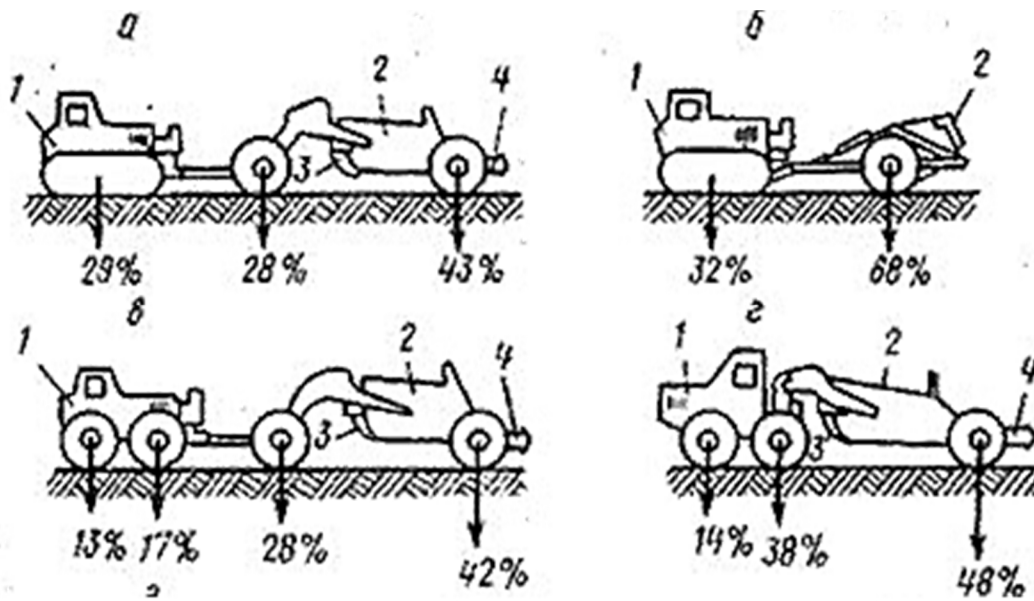


Рисунок 4.4 – Схеми скреперів:

а і *б* – двовісний причіпний і одноосний причіпний до гусеничного трактора;
в – причіпний до колісного тягача; *г* – напівпричіпної до двовісний тягачу;

1 – гусеничний трактор або колісний тягач; 2 – ковш;

3 – заслінка; 4 – буфер; цифри вказують приблизний розподіл, %, маси скрепера з навантаженим ковшем по осях

За агрегуванням скрепери поділяють на причіпні до гусеничних і пневмоколісних тягачів; напівпричіпні, коли частина маси скрепера передається на тягач, та самохідні, якщо тягач без скрепера пересуватися не може (з одновісним тягачем). За способом розвантаження скрепери поділяються: на машини з вільним розвантаженням, коли ковш перекидається,

висипаючи ґрунт; напівпримусовим – бічні стіни ковша нерухомі, а днище та задня стінка обертаються, виштовхуючи ґрунт; примусовим розвантаженням – задня стінка примусово пересувається вперед гідроциліндром, виштовхуючи ґрунт із ковша. За способом завантаження ковша розрізняють скрепери із завантаженням за рахунок тягового зусилля та примусовим – за допомогою скребкового елеватора.

Схему гідравлічного самохідного скрепера з примусовим розвантаженням і завантаженням за рахунок тягового зусилля наведено на рисунку 4.5.

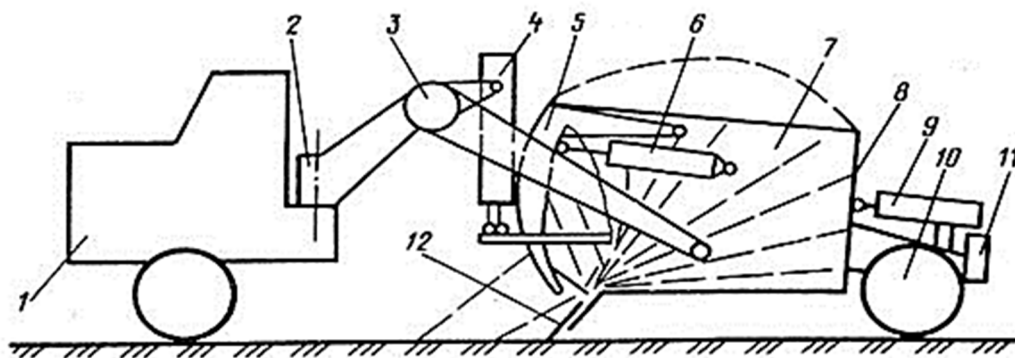


Рисунок 4.5 – Гідравлічний самохідний скрепер:

1 – одноосний тягач; 2 – тягово-зчіпний пристрій; 3 – рама; 4 – гідроциліндри підйому та опускання ковша; 5 – передня заслінка; 6 – гідроциліндри висування задньої стінки; 7 – ківш; 8 – задня стінка ковша; 9 – гідроциліндри; 10 – пневмоколісна вісь; 11 – буфер; 12 – змінні ножі

На одновісному тягачі (1) розміщено тягово-зчіпний пристрій (2), до якого прикріплена рама (3). До рами шарнірно приєднано ківш (7) з днищем і бічними стінками.

На днищі закріплено змінні ножі (12). Ковш піднімають і опускають одним чи двома гідроциліндрами (4). Спереду він закривається передньою заслінкою (5), яка може повертатися двома гідроциліндрами (6). Задня стінка (8) ковша висувається гідроциліндрами (9). До нього прикріплена пневмоколісна вісь (10) та буфер (11).

Під час копання скрепер рухається вперед. Ковш (7) опущений гідроциліндрами (4), передня заслінка (5) піднята так, що між нею і ковшем

утворилася щілина, ножі (12) врізаються у ґрунт. При копанні стружка, що утворюється, потрапляє в ковш, заповнюючи спочатку його задню частину, а потім передню. В процесі частина тягового зусилля витрачається на переміщення завантаженого ковша. Встановлено, що час заповнювання ковша незначний порівняно з часом транспортування, розвантаження і повернення в забій, від відсотка заповнювання ковша залежить визначає продуктивність скрепера, тому ковш треба заповнювати із «шапкою».

Для цього використовують бульдозери-штовхачі, які в процесі копання штовхають ковш, упираючись відвалом у буфер (11), або ж роботи виконують за спареною схемою, коли два тягачі заповнюють спочатку один, а потім другий ковші. Скрепери, які мають великий ковш ($q > 10 \text{ м}^3$) доцільно застосовувати з елеваторним завантаженням.

Скрепери використовують при великих обсягах земляних робіт для розробки, транспортування і укладання ґрунту в штучні споруди або відвал із подальшим розрівнюванням, плануванням та частковим ущільненням.

Доцільно застосовувати скрепери при будівництві доріг, вирівнюванні майданчиків, розробці кар'єрів, будівництві гідротехнічних та іригаційних споруд у промисловому, цивільному та сільському будівництві.

4.3.3 Грейдери, автогрейдери

Грейдери – землерийно-транспортні машини. Робочий орган – відвал, який призначений для виконання планувальних та профілювальних робіт. Грейдери застосовують для шарового розроблення і переміщення ґрунтів I–III категорій на будівельних майданчиках, переміщення дорожньо-будівельних матеріалів, улаштування та профілювання полотна доріг, спорудження невисоких насипів та виїмок постійного профілю, засипання траншей та ям, очищення будівельних майданчиків і доріг.

Вони бувають причіпними, напівпричіпними й самохідними. Останні називаються автогрейдерами і мають найбільше поширення. За конструктивною масою їх поділяють на легкі (до 3 т), середні (до 12 т) й важкі (до 15 т).

Сучасні автогрейдери виготовляють за єдиною схемою у вигляді самохідних тривісних машин із повноповоротним відвалом і гідравлічною системою керування робочим органом.

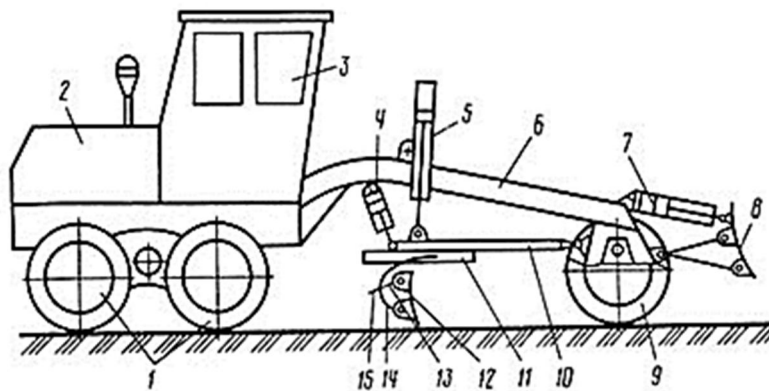


Рисунок 4.6 – Конструктивна схема автогрейдера

- 1, 9 – задній та передній мости; 2 – двигун внутрішнього згорання;
 3 – кабіна оператора; 4 – гідроциліндр для зміщення тягової рами у поперечному напрямі; 5 – гідроциліндри підйому, опускання та повороту відносно поздовжньої осі тягової рами; 6, 10 – основна і тягова рами;
 7 – гідроциліндр підйому та опускання бульдозерного відвалу;
 8 – бульдозерний відвал; 11 – поворотний круг; 12 – відвал;
 13 – направляючі; 14 – кронштейни; 15 – зубчасті гребінки

На рамі (6) автогрейдера (рис. 4.6) змонтовано всі його вузли та агрегати. Позаду встановлено ДВЗ 8, перед ним – кабіна оператора (7). На рамі також розташовані елементи передачі й гідрообладнання. На передній її частині закріплено на шарнірі з поздовжньою віссю (поперечно-балансирна підвіска) передній міст (18) з керованими пневматичними колесами. Задній міст (10) двоколісний, встановлюються колеса на поперечній осі коробкою зміни передач (13).

До основної рами (4) за допомогою кульового шарніра прикріплена тягова рама (16), яка двома гідроциліндрами (5) може підніматися, опускатися й обертатися навколо поздовжньої осі машини. Поворот рами досягається втягуванням штока одного гідроциліндра (5) та висуванням штока іншого. Крім

того, гідроциліндром тягова рама може зсуватися в бік від поздовжньої осі автогрейдера. На тяговій рамі встановлено поворотний круг (15), на якому закріплено відвал (14). Поворотний круг рухається за допомогою гідромотора, редуктора і відкритої зубчастої передачі (на схемі не наведені).

Така конструкція автогрейдера дає змогу регулювати кут зрізання, зміщувати відвал уздовж осі автогрейдера за допомогою гідроциліндрів, встановлювати відвал під будь-яким кутом у плані, змінювати цей кут у поперечному напрямку до 18° і в бік, піднімати й опускати відвал, виносити вбік. Стійкість автогрейдера при дії на нього поперечної сили від косо встановленого відвалу та переміщенні по крутосхилу можна забезпечити бічним нахилом передніх коліс.

4.4 Землерийні машини

4.4.1 Екскаватори одноковшові

Екскаватори – це землерийні машини для розробки ґрунту і переміщення його у відвал або до транспортних засобів. За характером роботи розрізняють екскаватори циклічної (одноковшові) і безперервної дії (багатоковшові).

Всі операції (копання, транспортування ґрунту, розвантаження, повернення ковша до забоя) екскаватори одноковшові виконують послідовно, а багатоковшові – одночасно, коли один чи кілька ковшів копають, другі – транспортують, треті – розвантажують, четверті – рухаються в забій.

Екскаватори циклічної дії універсальні, вони обладнані більшою кількістю змінних робочих органів з великими технологічними можливостями, широким діапазоном різних видів виконуваних робіт. Екскаватори безперервної дії призначені для виконання значних обсягів однотипних робіт. Вони продуктивніші й менш металомісткі.

Екскаватори циклічної дії (одноковшові) за призначенням поділяються на будівельні – для земляних робіт, навантаження і розвантаження сипких

матеріалів; будівельно-кар'єрні – поєднують функції будівельних і кар'єрних екскаваторів; кар'єрні – для добування будівельних матеріалів та корисних копалин відкритим способом; розкривні – для зняття верхнього шару ґрунту чи гірської породи перед кар'єрними розробками; тунельні і шахтні – для роботи під землею при будівництві підземних споруд та добування корисних копалин. Одноковшові екскаватори з одним чи кількома видами робочого обладнання називають спеціальними або універсальними. Розкривні й кар'єрні екскаватори мають однакову базову машину й відрізняються розмірами робочого обладнання. Розкривні розробляють менш тверді ґрунти, тому для підвищення продуктивності їх оснащують ковшами більшої місткості і вони мають більші габаритні розміри. Шахтні й тунельні екскаватори характеризуються меншими габаритними розмірами ковшів, тому їх використовують в тісних умовах.

До будівельних належать екскаватори з ковшами місткістю від $0,15 \text{ м}^3$ до 4 м^3 , які розробляють ґрунти I–IV категорій. Такі екскаватори – універсальні машини і мають різні види змінного робочого обладнання – землерийного та іншого призначення: для навантажувально-розвантажувальних робіт; монтажних; пальових; планувальних тощо).

Марки екскаватора позначаються літерами ЕО, чотирма цифрами і двома буквами (останніх може не бути). Букви ЕО характеризують екскаватор як одноковшевий універсальний. Чотири основні цифри означають: розмірну групу машини, тип ходового обладнання, конструктивне виконання робочого обладнання та порядковий номер моделі. Вісім розмірних груп екскаваторів позначаються цифрами від 1 до 8. Цифра 1 відповідає місткості основного ковша $0,15 \text{ м}^3$; 2– $0,25 \text{ м}^3$; 3– $0,4 \text{ м}^3$; 4– $0,65 \text{ м}^3$; 5– $0,25 \text{ м}^3$; 6– $1,6 \text{ м}^3$; 7– $2,5 \text{ м}^3$; 8– $4,0 \text{ м}^3$. Розмір екскаватора характеризують маса машини, потужність основного двигуна і геометрична місткість основного ковша. Основним робочим органом є ковш, яким екскаватор може розробляти ґрунт I–IV категорії. Основні робочі параметри при виборі екскаваторів є глибина та радіус копання, радіус і висота розвантаження тощо.

У стандартах на екскаватори для кожної розмірної групи часто наводять кілька розмірів ковша – основного і змінних підвищеної місткості, при цьому для останніх передбачено значно слабші ґрунти, ніж при роботі з основним ковшем. Тип ходового обладнання екскаваторів вказують цифрами від 1 до 9. Цифра 1 означає гусеничне ходове обладнання; 2 – гусеничне розширене; 3 – пневмоколісне; 4 – спеціальне шасі вантажного автомобіля; 6 – шасі серійного трактора; 7 – причіпне ходове обладнання; 8 – плавуче обладнання; 9 – резерв. Конструктивне виготовлення робочого обладнання позначене цифрами 1 (з гнучкою підвіскою); 2 (із жорсткою); 3 (телескопічне). Остання цифра індексу означає порядковий номер моделі екскаватора. Перша з додаткових букв після цифрового індексу (А, Б, В тощо) – порядкова модернізація даної машини, наступні – вид спеціального кліматичного виготовлення (ХЛ – для півночі; Т – для тропіків; ТВ – для робіт у вологих тропіках). Наприклад, індекс ЕО-3322 А розшифровується так: екскаватор одноковшовий універсальний, третьої розмірної групи, на пневмоколісному ходовому обладнанні, з жорсткою підвіскою робочого обладнання, друга модель, пройшла першу модернізацію. Екскаватори обладнують основним ковшем місткістю 0,4 м³, який відповідає третій розмірній групі, та змінним – місткістю 0,65 м³.

Екскаватори конструктивно виконані з гнучкою (канатно-блокова система керування робочим обладнанням) і жорсткою (гідравлічна система) підвіскою робочого обладнання мають відповідно механічний та гідравлічний приводи всіх механізмів. Жорстка підвіска дозволяє повніше використовувати масу екскаваторів для реалізації усіх зусиль на зубцях ковша, забезпечує вищу продуктивність.

Екскаватори з телескопічним робочим обладнанням виготовляють з гідравлічним приводом. Вони універсальні, але малопродуктивні й мають високу вартість. Частіше їх виготовляють повноповоротними – кут повороту поворотної частини в плані не обмежений.

4.4.2 Конструктивні схеми екскаваторів з механічним приводом

Екскаватори з механічним приводом переважно виготовляють за одномоторною схемою.

Основними робочого обладнання у механічних (канатно-блокових) екскаваторів є: «пряма», «зворотна» лопати; драглайн; грейфер; кранове обладнання. Крім того, екскаватор можна оснащувати обладнанням для планування насипів і майданчиків, розпушування мерзлих і скельних ґрунтів, занурення паль.

Робоче обладнання – «пряма лопата» має стрілу (12) (рис. 4.7), шарнірно закріплену на поворотній платформі. В екскаваторів 2-ї і 3-ї розмірних груп рукоятка (17) прикріплена до стріли шарнірно. У більших типорозмірів вона частіше з'єднана зі стрілою через сидельний підшипник, який дає змогу повертати рукоятку відносно стріли й переміщувати вздовж осі (напір). Для цього випадку є спеціальний напірний механізм (13).

До рукоятки нерухомо приєднаний ковш (9) із днищем (10), що відкривається.

Кут нахилу стріли можна змінити за допомогою стрілового поліспасти (5), канат якого намотується на стріловий барабан (6). Піднімання і опускання ковша здійснюється за допомогою підйимального поліспасти (7), канат з якого намотується на барабан (15). Напірні механізми виготовляють з канатним або зубчасто-рейковим приводом переміщення. Схему напірного механізму з канатним приводом та однобалковою рукояткою наведено на рисунку 4.7, б, стріла двобалкова. Канат, що звисає з підйимального барабана (15), охоплює блок (6), встановлений на верхній частині стріли, зрівноважувальний блок (8), який розташований на ковші (9), та блок б. Другий кінець цього каната закріплено на барабані 17 напірної лебідки. Барабан встановлено на осі стріли й приводиться в рух ланцюговою передачею 18. На барабані 17 закріплено кінці каната 19, який охоплює обидва блоки 20, розташовані на осі сидельного підшипника, та зрівноважувальний блок 21 на рукоятці.

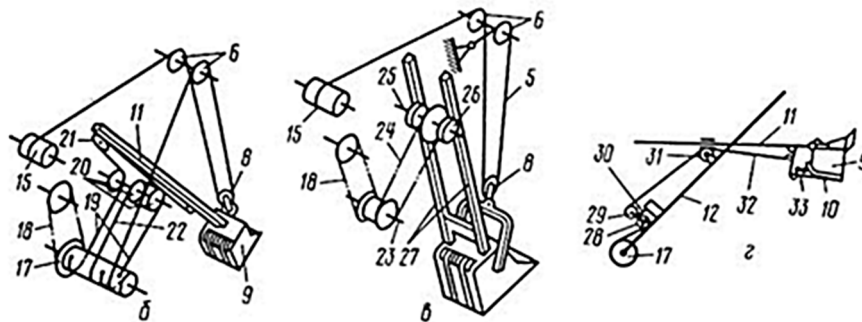
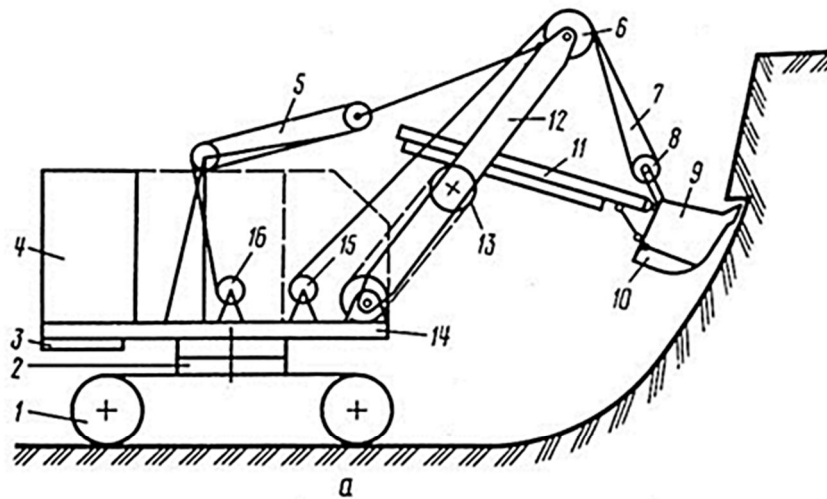


Рисунок 4.7 – Одноківшовий екскаватор з робочим обладнанням «пряма лопата»:

a – конструктивно схема; *б, в* – схеми напірних механізмів; *г* – схема відкривання днища ковша; 1 – ходовий пристрій; 2 – опорно-поворотний пристрій; 3 – противага; 4 – двигун внутрішнього згорання; 5, 7 – стріловий та підйомний поліспасти; 6 – обводні блоки стріли; 8 – урівнюючий блок підйомного механізму; 9 – ківш; 10 – днище ковша; 11 – рукоять; 12 – стріла; 13 – напірний механізм; 14 – поворотна платформа; 15, 16 – підйомний та стріловий барабани; 17 – барабан напірної лебідки; 18 – ланцюгова передача; 19 – канат висування рукояті; 20 – обвідні блоки напірного механізму; 21 – вирівнюючий блок рукояті; 22 – канат повернення рукояті; 23, 25 – вали; 24 – ланцюгова передача; 26 – шестерні; 27 – балка рукояті; 28, 31 – блоки; 29 – важіль; 30 – пневмоциліндр; 32 – допоміжний канат відкривання днища ковша; 33 – засувка

При обертанні барабана (17) за стрілкою годинника канатом (19) і проти неї – канатом (22) рукоятка відповідно висувається і прибирається, відбувається незалежно від роботи механізму піднімання ковша.

При вимкненій ланцюговій передачі й обертанні барабана (15) піднімається ковш. За рахунок зусиль, які виникають при копанні, другий кінець підйимального каната повертає барабан (17) і забезпечує автоматичне висування рукоятки. При цьому досягається плавна робота підйимального та напірного механізмів й легкість керування переміщеннями ковша.

Практика показала, що напірне переміщення, що створюється, не забезпечує копання ґрунту при оптимальному куті різання тому використовується комбінований напір, який реалізується при обертанні барабана (17) і періодичному вмиканні барабана (15). Копання, що виконувалося в основному за схемою залежного напору, відбувається з меншими збитковими зусиллями і затратами потужності, холості рухи здійснюються за допомогою незалежного напору, що забезпечує їх швидкість та чіткість.

Екскаватор із обладнанням «пряма лопата» призначений для розробки ґрунту вище рівня стоянки. Часто, щоб підготувати забій, такий екскаватор може копати ґрунт і дещо нижче рівня. Екскаватор з обладнанням «зворотна лопата» (рис. 4.8) розробляє ґрунти нижче рівня стоянки.

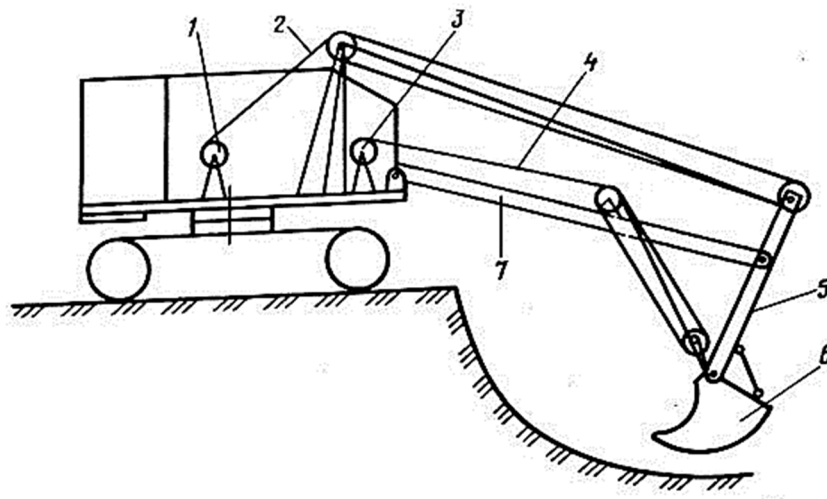


Рисунок 4.8 – Одноківшовий екскаватор з обладнанням «зворотна лопата»

1, 2 – підйомний барабан та канат; 3, 4 – тяговий барабан та канат;

5 – рукоять; 6 – ківш; 7 – стріла

Розвантаження можна також здійснювати у відвал або транспорт, однак останній процес відбувається дещо складніше.

Екскаватор-драглайн (рис. 4.9) розробляє ґрунти нижче рівня стоянки й навіть під водою. Його використовують для влаштування глибоких виїмок, але глибина копання обмежена канатомісткістю барабана. Драглайн обладнують стрілою (3), шарнірно закріпленою на поворотній платформі. Стріла утримується і повертається за допомогою барабана (1) і каната (2). Ковш (5) драглайна оснащений аркою і підвішений на підйомальному (4) та тяговому (7) канатах, які намотуються на барабани (10) і (8). Канати закріплюються на ковші ланцюгами. Тяговий канат проходить через систему напрямних блоків (9). На підйомальному канаті закріплено блок, який охоплюється розвантажувальним канатом (6), один кінець якого закріплено на арці ковша (5), а другий – на тяговому канаті.

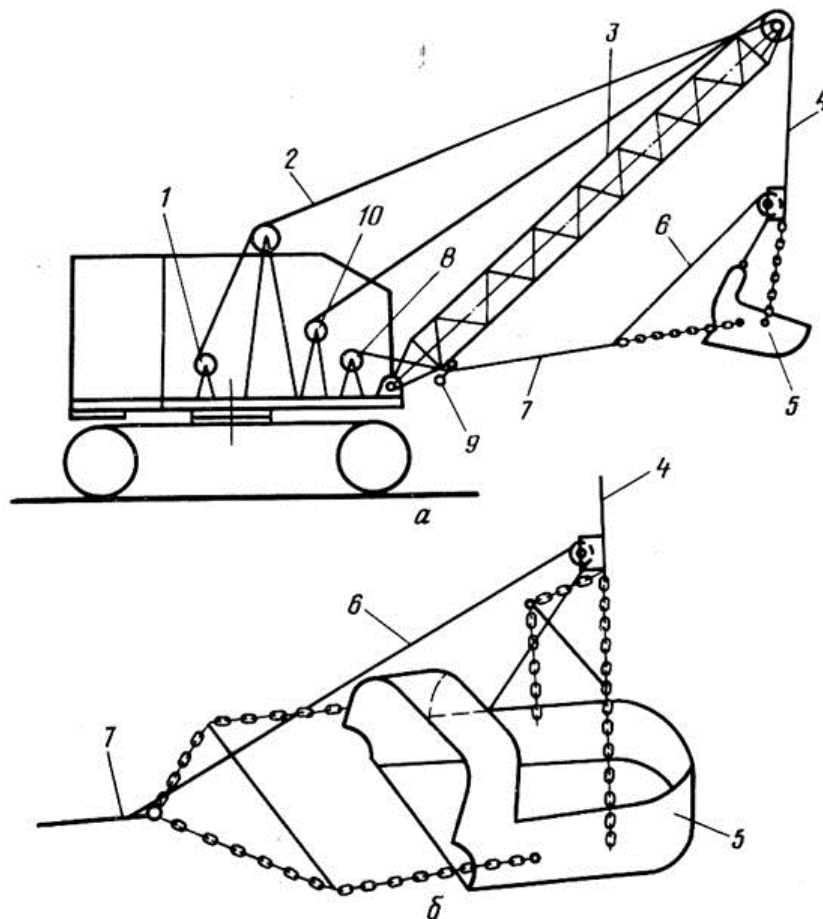


Рисунок 4.9 – Одноківшовий екскаватор з обладнанням драглайн:

a – конструктивна схема; *б* – схема підвіски ковша; 1, 2 – стрілові барабан та канат; 3 – стріла; 4, 6 – підйомний та розвантажувальний канати; 5 – ківш; 7, 8 – тягові канат та барабан; 9 – механізм наведення; 10 – підйомний барабан

Під час роботи, намотуючи на барабан підймальний канат, піднімають ковш угору, а барабан тягового каната гальмується. У верхньому положенні при розгальмуванні барабана тягового каната ківш подібно до маятника відхиляється від стріли. Коли підймальний і тяговий барабани розгальмовані збільшити радіус копання. При опусканні ковша ударяється аркою і перекидається на днище. При намотуванні тягового каната на барабан ківш драглайна пересувається по ґрунту, у результаті відбувається копання, подібне до ковша скрепера. Цю операцію виконують згори вниз, проте можна й у горизонтальній площині.

Коли ковш наповнюється ґрунтом, його піднімають, намотуючи підймальний канат на барабан і пригальмовуючи тяговий барабан.

При цьому натягуються тяговий і розвантажувальний канати, що захищає ковш від перекидання та його розвантаження. Розвантаження ковша відбувається шляхом його повороту при розгальмуванні тягового барабана.

Грейферне екскаваторне обладнання (рис. 4.10) використовують для копання колодязів з вертикальними стінками і для розробки глибоких виїмок.

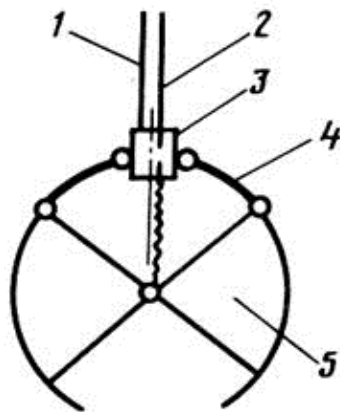


Рисунок 4.10 – Схема грейферного ковша:

- 1, 2 – підйомні та замикаючий канати; 3 – обойма; 4 – жорсткі тяги;
5 – створки ковша

Для цього механічному екскаваторі встановлюють канатний грейфер, заглиблення ковша в ґрунт відбувається під дією його маси. Тому таке обладнання часто використовують при завантаженні сипких матеріалів.

4.4.3 Екскаватори з гідравлічним приводом.

Основні механізми. Екскаватори безперервної дії

Екскаватори з гідравлічним приводом (рис. 4.11) на сучасному рівні становлять більшу частину одноковшових будівельних екскаваторів. Практика показала, що порівняно з механічними екскаваторами при однаковій потужності двигуна, гідравлічні мають на 20–30 % меншу металомісткість і значно вищу продуктивність. Пояснюється це меншою металомісткістю гідрооб'ємного привода відносно механічного. Під час роботи гідрооб'ємний привод екскаватора забезпечує примусове переміщення робочого обладнання у будь-якому напрямі із заданими швидкостями, велику кількість основних і допоміжних рухів робочого обладнання, різні кути повороту робочого обладнання, що дає змогу не тільки підвищити продуктивність, а й розширити технологічні можливості.

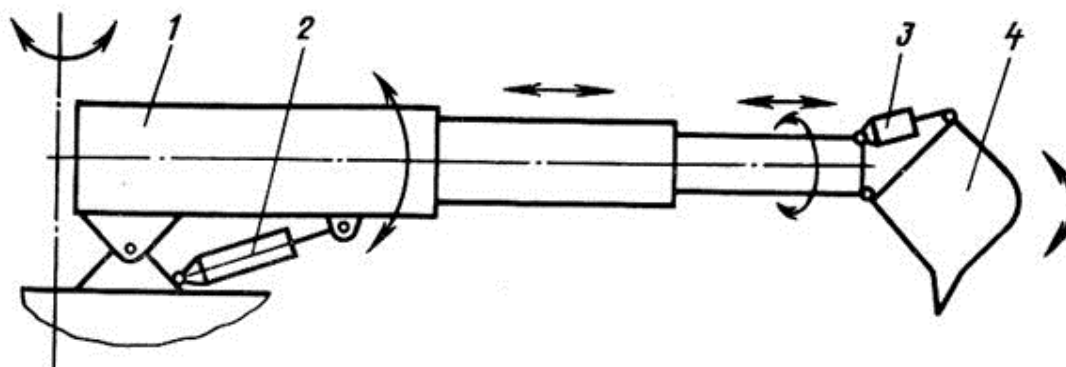


Рисунок 4.11 – Схема телескопічного робочого обладнання екскаватора:

1 – телескопічна стріла; 2 – гідроциліндр нахилу стріли; 3 – гідроциліндр повороту ковша; 4 – ківш

Основні види робочого обладнання одноковшових гідравлічних екскаваторів наведені на рисунку 4.12. Майже 90 % усіх гідравлічних екскаваторів виготовляють з робочим обладнанням «зворотна лопата» (рис. 4.12, б). На гідравлічний екскаватор можна встановити й грейферний ківш (рис. 4.12, в). Під час розробки він занурюється у ґрунт примусово за допомогою гідроциліндрів робочого обладнання. Це дозволяє розробляти як

сипкі так і тверді ґрунти. Коли необхідно забезпечити велике вертикальне переміщення грейферного ковша між рукояткою і ковшом додатково монтують телескопічну штангу (наприклад, при будівництві підземних споруд методом «Стіна у ґрунті»).

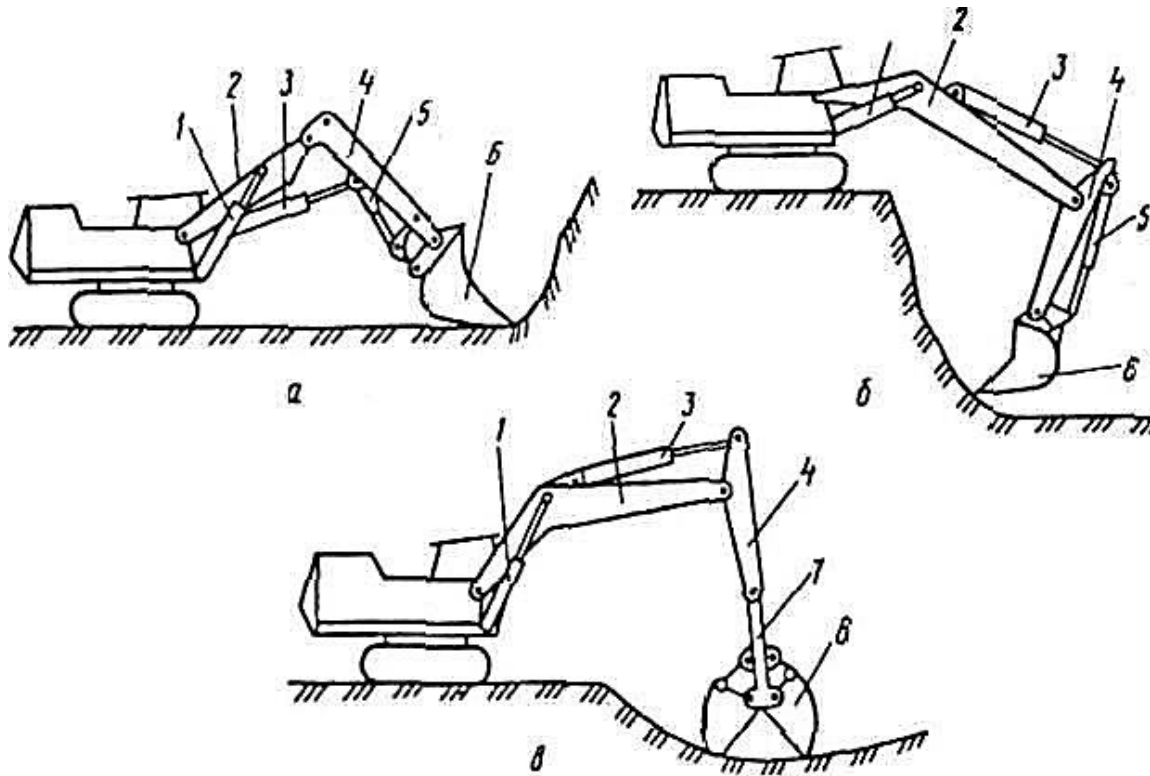


Рисунок 4.12 – Основні види робочого обладнання одноковшових гідравлічних екскаваторів:

a, б – відповідно «пряма» і «зворотна» лопати; *в* – грейфер; 1 – гідроциліндри піднімання та опускання стріли; 2 – стріла; 3, 5 – гідроциліндри повороту відповідно рукоятки і ковша; 4 – рукоятка; 6 – ківш; 7 – гідроциліндр керування стулками ковша

До 6 % гідравлічних екскаваторів виготовляють з телескопічним робочим обладнанням. Такі екскаватори універсальніші, їх можна застосовувати для планування схилів, зачищення дна, стінок котлованів тощо.

Гідравлічні екскаватори оснащують змінним обладнанням гідро- або пневмомолотів і застосовують такі екскаватори для ущільнення дна котлованів та розробки мерзлих ґрунтів.

4.4.4 Екскаватори безперервної дії

До екскаваторів безперервної дії відносяться багатоковшеві землерийні машини з робочим органом у вигляді ковшового ланцюга чи ковшового колеса.

Екскаватори безперервної дії за призначенням поділяються на траншейні; дренажні (для будівництва дренажних систем); меліоративні та каналні (для розробки, ремонту й очищення каналів); кар'єрні. Траншейні екскаватори використовують для риття траншей і щілин прямокутного і трапецієподібного профілю під трубопроводи, каналізаційні й теплофікаційні системи, лінії зв'язку та електропостачання, для риття траншей під стрічкові фундаменти, для виконання гідротехнічних і меліоративних робіт. Їх виготовляють як екскаватори поздовжнього копання. Система індексації екскаваторів безперервної дії поздовжнього копання має позначення ЕТ – екскаватор траншейний. Тип робочого органу означає буква: Р – роторний; Л – ланцюговий (ЕТР, ЕТЛ). Через тире записують три цифрових позначення (ЕТР-203А). Перші дві цифри вказують на головний параметр траншейного екскаватора – найбільшу глибину копання, третя цифра – це порядковий номер моделі, А – перша модернізація.

Траншейний екскаватор складається з базового пневмоколісного або гусеничного тягача, який забезпечує переміщення машини; робочого обладнання, до складу якого входить робочий орган для розробки і відвальний пристрій для транспортування ґрунту в поперечному напрямі відносно напрямку руху машини; обладнання для піднімання та опускання робочого органу.

Робоче обладнання може бути навісним, причіпним або напівпричіпним до базової машини. Елементи, які розробляють ґрунт, у ланцюгових траншейних екскаваторів закріплені на одній або двох тягових ланцюгах, у роторних – на жорсткому колесі-роторі. Найчастіше траншейні екскаватори обладнують ковшами. Траншейні екскаватори, як правило, переміщують ґрунт у відвал. Траншею заданого профілю та розмірів виконують за один прохід. Продуктивність таких екскаваторів у 2–3 рази вища, ніж у одноковшових,

значно вища якість робіт та менші енергозатрати. Траншейні екскаватори розробляють ґрунти I–III категорій, як в нормальному стані, так і мерзлі ґрунти.

Конструктивна схема ланцюгового навісного траншейного багатоковшового екскаватора наведена на рисунку 4.13.

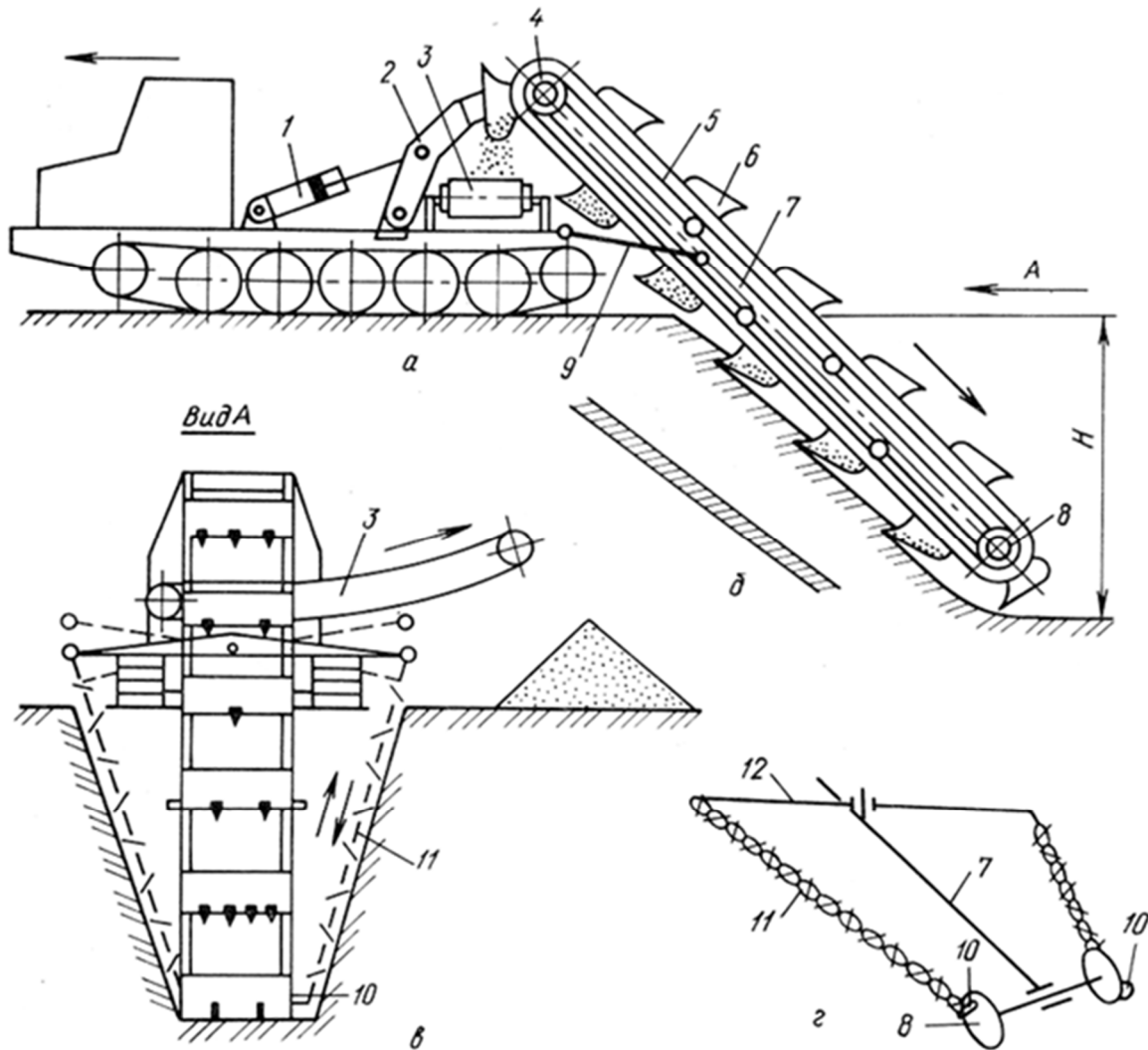


Рисунок 4.13 – Конструктивна схема ланцюгового багатоковшового траншейного екскаватора:

- a* – конструктивна схема; *б* – повздовжній переріз зрізаної стружки;
- в* – вид із боку робочого органа; *г* – схема ланцюгового укісоутворювача;
- 1 – гідроциліндр підйому та опускання робочого органа; 2 – рама;
- 3 – стрічковий відвальний конвеєр; 4, 8 – ведуча та натяжна зірочки;
- 5 – тягові ланцюги; 6 – ковші; 7 – ківшова рама; 9 – жорстка тяга;
- 10 – кривошип; 11 – ланцюг укісоутворювача; 12 – поворотний важіль

На базовому тягачі (рис. 4.13, *a*) за допомогою жорстких тяг (9) та рами (2) закріплена ківшова рама (7). У верхній і нижній частинах рами встановлені ведуча (4) та натяжна (8) зірочки, їх охоплюють два безконечні, вільно зависаючи тягові ланцюги (5) із закріпленими ковшами (6). У процесі роботи при одночасному русі базового тягача і ковшів кожний ковш зрізає стружку постійного перерізу, яка наповнює його. У верхньому положенні, обходячи ведучу зірочку (4), кожний ковш перекидається, висипаючи ґрунти на стрічковий відвальний конвеєр (3) уліво чи вправо; можна також висипати ґрунт відповідно справа чи зліва від траншеї. Із робочого положення у транспортне машина переводиться гідроциліндром (1). При втягуванні штока гідроциліндра (1) верхня частина ківшової рами (7) переміщується вліво, а нижня піднімається. Гідроциліндром (1) регулюється глибина розробки траншеї. Якщо її треба поглибити, збільшують ківшову раму (7) та тягові ланцюги й встановлюють більше ковшів.

Ширина траншеї визначається розміром ковшів. При розробці траншей трапецієподібного профілю в ґрунтах й низькою міцністю застосовують укисоутворювачі.

Роторні екскаватори застосовують для улаштування траншей завглибшки 1,4–3,0 м і завширшки 0,6–1,2 м. Базовою машиною є трактор, робочим обладнанням роторне колесо, облаштоване ковшами.

Роторні траншейні екскаватори найчастіше виготовляють за напівпричіпною схемою (рис. 4.14). До задньої частини базового трактора (1) прикріплюється вертикальна напрямна рама (4), в якій на котках пересувається передня частина роторної рами (8). На останній на котках (7) встановлено ротор (11), де змонтовано ковші (5). Під час роботи екскаватор рухається поступально, а ротор обертається, кожний ковш зрізає серповидну стружку і заповнюється ґрунтом. Далі ковш транспортує ґрунт вгору, перевертається, висипає ґрунт на стрічковий конвеєр, який відкидає його вбік, утворюючи валик, паралельний траншеї. Щоб ґрунт передчасно не висипався з ковша, на роторній рамі закріплюють радіусну напрямну (13).

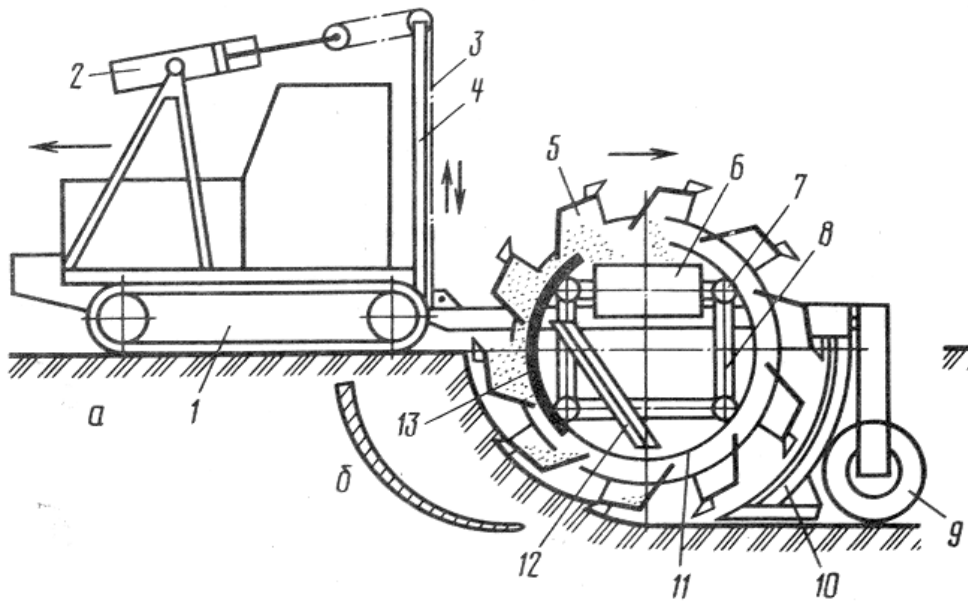


Рис. 4.14 – Роторний траншейний екскаватор:

a – конструктивна схема; *б* – поздовжній переріз стружки; 1 – базовий трактор;
 2 – гідроциліндр піднімання та опускання роторної рами;
 3 – ланцюг; 4, 8 – напрямна і роторна рами; 5 – ковш; 6 – відвальний стрічковий конвеєр; 7 – коток; 9 – пневматичне колесо; 10 – зачисний башмак; 11 – ротор;
 12 – ножові укїсоутворювачі; 13 – напрямна

У процесі роботи роторна рама передньою частиною спирається на базовий трактор, а задньою – на пневматичні колеса (9). Для зачищення і згладжування дна траншеї установлюють зачисний башмак (10). При копанні траншеї зі схилами, на роторній рамі встановлюють ножові укїсоутворювачі (12).

Роторну раму піднімають і опускають гідроциліндром (2) і ланцюгом (3), кінець якого закріплено на передній частині роторної рами. При переведенні робочого положення у транспортне передню частину роторної рами поступово піднімають, зменшуючи глибину траншей, й пневматичні колеса (9) викочуються на поверхню. Ротор занурюється в ґрунт під дією маси робочого обладнання. Глибина копання залежить від діаметра ротора і не перевищує 2,5 м. Ковші роторних екскаваторів випускають із ланцюговим днищем, це поліпшує їх розвантаження, особливо якщо липкі і вологі ґрунти.

У передній частині ковшів встановлюють змінні зубці. При розробці мерзлих ґрунтів монтують спеціальні зубці, армовані твердосплавними зносостійкими пластинами. При цьому використовують спеціальну схему їх розміщення, яка дає змогу розробляти ґрунт на крутих схилах, що зменшує енергомісткість процесу. Копання мерзлого ґрунту ведеться на знижених швидкостях тягача та робочого органу, при цьому продуктивність екскаватора знижується у 3–5 разів.

Для риття вузьких траншей і щілин у мерзлих ґрунтах застосовують фрезерні машини, в яких ротор являє собою диск із закріпленими по ободу змінними різцями. Швидкість руху робочих органів траншейних екскаваторів не перевищує 2,2 м/с, а робоча швидкість машини становить 6 – 300 м/год. Ці екскаватори обладнують гідромеханічними ходозменшувачами. Енергія від двигуна до робочих органів передається за допомогою механічної, гідравлічної або електромеханічної трансмісії. Транспортна швидкість таких екскаваторів становить 0,5–22 км/год, продуктивність 80–16 м³/год; місткість ковша 16–45 літрів.

Запитання для контролю знань

1. Вкажіть основні характеристики ґрунту, різновиди машин для виконання земляних робіт і наведіть формулу для визначення сили опору копанню.
2. Вкажіть різновиди і галузь застосування машин для підготовчих робіт, наведіть схеми їх будову.
3. Вкажіть різновиди землерийно-транспортних машин, накресліть їх схеми, опишіть будову та робочий процес, наведіть формули для визначення технічної продуктивності.
4. Наведіть схему індексації одноківшових екскаваторів, опишіть їх будову, робочий процес, галузь застосування, наведіть формулу для визначення їх продуктивності.

ТЕМА 5

ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ

5.1 Склад, класифікація і місце підприємств будівельної індустрії у будівельному комплексі

Сучасний будівельний комплекс – це розвинута система будівельно-монтажних організацій, промислових підприємств з виробництва матеріалів і виробів, а також закладів з обслуговування техніки, проектно-дослідних інститутів і організацій з підготовки фахівців.

У системі *матеріально-технічної бази* виділяються три ланки:

а) *будівельно-монтажна ланка* включає будівельно-монтажні організації, що безпосередньо здійснюють будівництво різноманітних об'єктів;

б) *промислово-виробнича ланка* (база будіндустрії) забезпечує будівельно-монтажну ланку будівельними виробами та конструкціями, що споживаються будівництвом;

в) *інфраструктурна ланка* (допоміжна база) забезпечує взаємодію і нормальну роботу будівельно-монтажної та промислово виробничо-промислової ланок. До неї входять в основному підприємства, що надають ті чи інші технічні послуги. Це підприємства з обслуговування та ремонту будівельних машин, стаціонарні і пересувні виробничі установки, енергетичні і складські господарства будівельних організацій, будівельні лабораторії та науково-дослідні організації, транспортні фірми, організації, що забезпечують виробничо-технологічну комплектацію матеріалів і конструкцій, посередники у придбанні матеріалів, тимчасові поселення робітників, що створюють для них нормальні соціально-побутові умови, компанії, що займаються пошуком, підготовкою і перепідготовкою кадрів, тощо.

До виробничої бази будівництва відносяться підприємства промисловості будівельних матеріалів:

– які випускають вироби і конструкції зі збірного залізобетону, бетону;

- що випускають цеглу, легкобетонні та чарунково-бетонні блоки;
- заводи з випуску цементу, багатокomпонентного цементу, інших в'язучих та сухих сумішей;
- із випуску лицевальних матеріалів на основі бетону, кераміки, природного і штучного каміння, теплоізоляційних матеріалів;
- із випуску полімерних матеріалів-екологічних і довговічних покриттів підлог, нових видів герметиків, пінопластів, труб тощо;
- із випуску багатокольорових керамічних підлогових плиток, санітарно-керамічних виробів;
- із випуску легких виробів зі сталевого і алюмінієвого профілю;
- підприємства з виробництва покрівельних матеріалів: черепиці, азбестоцементних плиток та шиферу, рулонних матеріалів як традиційних, так і на основі еластомерних композицій;
- кар'єри з видобування щебеню, піску, гравію, промивочно-сортувальні заводи;
- розчино-бетонні та асфальтобетонні вузли, цехи та майстерні з виготовлення опалубки та арматури і багато іншого.

Підприємства будіндустрії можуть обслуговувати окреме будівництво, або значні території, що охоплюють велику кількість будов. Деякі підприємства (частіше всього виробники сантехнічного обладнання, оздоблювальних матеріалів, фарб, тощо) можуть обслуговувати будівництва незалежно від місця їхнього знаходження, у тому числі і за межами країни. Будівництво підприємств промислово-виробничої ланки являє собою промислове будівництво, для якого здійснюються інженерні вишукування, складається проект, ведуться БМР, виконуються пуско-налагоджувальні роботи. Об'єкти як промислово-виробничої, так і інфраструктурної ланки можуть бути як постійними і тимчасовими. Останні зводяться, коли не передбачається їх нормальна експлуатація після закінчення будівництва. По можливості тимчасові об'єкти повинні бути інвентарними, збірно-розбірними, іншими словами передбачається їх багаторазове використання.

5.2 Перспективи розвитку галузі. Екологічна характеристика технології

Розвиток виробничої бази будівництва здійснюється за напрямками:

1. Технічне переозброєння, реконструкція діючих підприємств.
2. Виробництво ефективних будівельних матеріалів і конструкцій.
3. Комплексне використання місцевих сировинних матеріалів і відходів промислового виробництва.
4. Застосування при будівництві підприємств уніфікованих конструкцій, типових проектів.
5. Розробка ощадливих технологічних процесів, застосування високопродуктивних машин і устаткування.

У виробництві основне значення для отримання максимально високих результатів має використання досконалої техніки, наукоємних технологій.

Сучасні машини зі швидкодіючою механікою та сенсорикою, з сучасними методами управління процесом забезпечують більш ефективну реалізацію процесів ніж раніше. З'явилися машини з інтелектом і системами, які не допускають помилки. Створені системи, які здатні самооптимізуватися. Мініатюризація технічних компонентів виступає як новий напрям розвитку науки і техніки. Раніше такі технології використовувалися лише в мікроелектроніці.

Інтенсифікація реалізації «високих» технологій можлива лише за умови накопичення наукоємності, знань суттєвості робочих процесів, засобів виробництва, систем діагностики і забезпечення надійності, використання віртуальної, структурної та параметричної оптимізації на базі математичного системно-теоретичного комп'ютерного моделювання.

У процесі виробництва продукції виникають втрати – матеріальні, енергетичні, часу. Кількість використаної сировини завжди перевищує масу отриманої продукції.

З точки зору екології пріоритет належить виробничій діяльності суспільства (технологія, транспорт, побут), що забезпечує найвищу потужність

при найменших витратах сировини, енергії, часу на одиницю потрібного суспільству продукту.

Як екологічна характеристика технології (Е.Х.Т.) приймається

$$E.X.T. = \frac{\text{маса продукту}}{\text{витрати сировини}} + \frac{\text{корисні витрати енергії}}{\text{фактичні витрати енергії}} + \frac{\text{необхідний час}}{\text{фактичні витрати часу}}.$$

Значення першої складової Е.Х.Т. – матеріалоемність визначається якісними характеристиками сировини і залежить від вмісту в ній води, вуглецю, сірки та інших компонентів, що знищуються у процесі виробництва, а також механічними втратами сировини і готового продукту (порох, брак, відходи формування тощо). Механічні втрати характеризують рівень організації виробництва і ними також можна керувати. Вміст газової складової для конкретної сировини є постійною характеристикою, що суттєво впливає на атмосферу. Тому, вибираючи сировину, треба брати до уваги, що техногенна сировина (попіл, шлаки, шлами і хвости збагачення кам'яних матеріалів).

Чисельник другої складової Е.Х.Т. – величина постійна і відповідає теоретичним витратам енергії. Знаменник характеризує рівень організації енергетичного господарства конкретного підприємства.

Третя складова – час – характеризує загальний рівень технічної культури виробництва, має також економічне значення, тому що скорочення часу сприяє обертанню грошових коштів і зменшенню накладних витрат. Значення Е.Х.Т. менше 3, але чим більше таке значення, тим досконаліше технологія, вище організація виробництва і менше екологічні проблеми.

Із сказаного впливає пріоритетне значення техногенної сировини, вільної від газової складової, на отримання якої вже витрачені сировина (природна), енергія і час.

Для більш повної екологічної характеристики, крім основних техніко-економічних показників, треба визначити вміст радіоактивних, канцерогенних та інших небезпечних для здоров'я людини домішок. Вміст таких речовин обмежений міжнародними нормами й правилами.

5.3 Економічні проблеми і тенденції розвитку. Особливості розташування виробничої бази будівництва

Головними умовами, які впливають на економічну доцільність і технічну необхідність організації або реконструкції та розширення ВББ в економічному районі, є плани капітального будівництва, обсяги та спрямованість капітальних вкладень. Крім цього, враховуються можливості отримання необхідних матеріалів, конструкцій і деталей на діючих підприємствах, що працюють у даному районі або у сусідніх з ним, розмір транспортних витрат, а також технічні вимоги.

Головною задачею є досягнення найбільшої зручності використання таких підприємств при мінімальних витратах на їх зведення і наступну експлуатацію.

Підприємства, що обслуговують будівельні організації незалежно від їх віддаленості, повинні проектуватися на основі вивчення стану і тенденції розвитку всієї будівельної галузі з точки зору попиту на їхню продукцію.

Підприємства, що обслуговують конкретний район з багатьма будівельними майданчиками, повинні випускати продукцію і мати потужності, що відповідають потребам цього району. Їх розташування повинно вибиратися виходячи з усього комплексу умов, що склалися. На раціональне розміщення промислових підприємств впливають такі фактори: наявність матеріально-сировинних ресурсів і сприятливих умов для їхнього видобутку і переробки; наявна паливно-енергетична база чи сприятливі умови для її створення, наявність транспортних зв'язків, що забезпечують перевезення сировини, матеріалів і готових виробів; наявність підрядних організацій, здатних у встановлений термін побудувати заплановані підприємства; наявність трудових ресурсів, що вимагаються для роботи на створюваних підприємствах, наявний житловий і культурний фонд. Кар'єри піску, гравію, щебеню, глини для цегельних заводів розташовуються в місцях залягання цих матеріалів, а підприємства з випуску напівфабрикатів (у тому числі розчину, бетону), виробів і конструкцій – поблизу місць основного споживання. У будь-якому

випадку об'єкти промислово–виробничої і інфраструктурної ланки бажано розташовувати поблизу існуючих або тих, що проектується транспортних магістралей, ліній електропередач, населених пунктів. Об'єкти інфраструктурної ланки проектується виходячи з потреб будівельного виробництва. Вихідними даними для проектування є результати розрахунків загальних потреб у машинах, механізмах, запасах матеріалів. Існують норми необхідних площ на одиницю об'єму кожного виду матеріалів, на одну автомашину, на один конкретний механізм, тощо. Розрахунки тимчасових комунікацій, виконуються виходячи норм витрат конкретних ресурсів – води, тепла, електроенергії та ін. на кожний об'єкт споживання.

5.4 Технологічні схеми і виробнича структура промислових підприємств

Проектування підприємства починається з побудови технологічної схеми виробництва.

Якісна схема встановлює склад процесів і порядок їх виконання, дає можливість встановити вид потрібного обладнання і умови його компонування.

Кількісна схема дозволяє визначити кількість сировини (по кожній ділянці), потрібної для випуску заданого обсягу продукції.

Виробнича потужність підприємства – максимально можлива кількість продукції у встановленій номенклатурі, яка повинна бути вироблена за певний період часу (місяць, квартал, рік) за умови повного використання виробничого обладнання і площ, впровадження прогресивної технології та наукових методів організації й управління виробництвом.

Першим етапом багатьох технологічних схем є переробка сировини.

Раціональний вибір технологічної схеми виробництва будь-якої продукції залежить від номенклатури виробів, які планується виготовляти на підприємстві. Остаточне рішення приймається на основі техніко-економічного аналізу та оцінки розглянутих технологічних схем.

Для порівнювальної техніко-економічної оцінки технологічних схем виробництва і вибору оптимального варіанта прийнята така система показників:

1) основні:

- а) потужність підприємства;
- б) собівартість продукції;
- в) витрати праці основних робітників;
- г) капіталовкладення на 1 м³ продукції;

2) допоміжні:

- а) витрати пари на обробку виробів;
- б) витрати електроенергії на технологічні потреби;
- в) металоємність технологічного обладнання;
- г) інші витрати.

Порівнюючи технологічні схеми, треба розглянути роботу технологічних (виробничих) ліній цехів окремо, не враховуючи впливу інших підрозділів підприємства, а також факторів організаційного характеру.

Вибір технологічного обладнання

На основі технологічних схем і з урахуванням заданої потужності підприємства вибирають технологічне та інше обладнання, визначають їхню кількість і режим роботи. Технологічні схеми супроводжуються пояснювальною запискою, де наводяться опис технологічних та інших процесів, характеристика сировини, необхідна рецептура для виготовлення продукції, умови зберігання сировини і готової продукції, а також технічні характеристики вибраного обладнання.

Обладнання буває:

1) технологічне, що використовується для виробництва продукції шляхом переробки (обробки) сировини і напівфабрикатів (бетонозмішувачі, дробарки, пилорами тощо);

2) енергетичне, що забезпечує виробництво необхідними видами енергії (пересувні електростанції, компресорні установки тощо);

3) підйомно-транспортне, що забезпечує переміщення сировини, напівфабрикатів і готових виробів на території підприємства (транспортери стрічкові, вагонетки, шнеки тощо);

4) вантажно-розвантажувальне, що забезпечує розвантаження сировини, напівфабрикатів і завантаження готової продукції на складах підприємства (крани);

5) допоміжне (бункера, дозатори тощо).

Типорозміри машин і обладнання вибирають з урахуванням того, що вони повинні відповідати характеру технологічних операцій, забезпечувати повне використання їх потужності та виробництво продукції з низькою за даних умов собівартістю і трудоємкістю. Робота вибраних машин, як правило, повинна бути організована у дві зміни. Треба повніше використовувати можливості автоматизації, комплексної механізації та потокової організації виробництва. Вибір обладнання необхідно починати з машини або групи машин, що виконують основний технологічний процес. Наприклад, для бетонних заводів це бетонозмішувачі, для підприємств з переробки кам'яних матеріалів – дробарки, для будівельного виробництва – крани тощо.

Типи і марки машин та обладнання вибирають за каталогами та іншими довідниками. Кількість машин і обладнання визначається залежно від встановленої потужності підприємства і номенклатури продукції. При цьому треба віддавати перевагу більш потужному обладнанню, що дозволить зменшити кількість однотипних машин, спростити технологічну схему підприємства, скоротити кількість обслуговуючого персоналу, розміри капіталовкладень, а також експлуатаційні витрати. Враховуючи можливі витрати часу на переналадку і ремонт обладнання, необхідно передбачити резервні машини.

Остаточний вибір машин здійснюють на підставі порівняння відповідних техніко-економічних показників їх роботи.

Для удосконалення виробництва особливе значення має конструювання нової техніки, реконструкція і модернізація підприємства.

Під ефективністю нової техніки розуміють співвідношення результатів від її використання при експлуатації та витрат на її створення і впровадження. Результати виражають технічну, економічну або соціальну сутність і мають різні одиниці виміру, які не завжди узгоджуються з вимірюванням витрат.

Витрати характеризують різні види ресурсів, що витрачаються на виробництво і експлуатацію виробів. До витрат відносять працю виробників і споживачів, сировину, паливо, напівфабрикати, інформаційні та програмні засоби, запасні частини для ремонту тощо.

Існує три основних різновиди корисного ефекту, які здійснюють технічні об'єкти в сфері їх безпосереднього використання за призначенням: технічний, економічний, соціальний.

Технічний ефект характеризує технічну користь об'єкта техніки згідно з його призначенням і оцінюється у технічних одиницях виміру. Види показників, через які виражається технічний ефект, визначаються характером і призначенням виробів. Ці показники поділяються на дві групи: експлуатаційні та конструкційні.

Експлуатаційні показники характеризують споживацькі властивості виробів, можливість і ступінь їх реалізації (надійність, економічність тощо). Наприклад, для обладнання заводів, будівельних машин основний показник технічного ефекту – продуктивність, для транспортних засобів – обсяг вантажних або пасажирських перевезень.

Конструктивні показники характеризують склад, будову, габарити виробів, технологічність, новизну і складність їх конструктивного виконання, вплив прийнятих технічних рішень на скорочення термінів розробки і технологічної підготовки виробництва.

Економічний ефект визначається як економія, що отримується при впровадженні результатів розробки і оцінюється в грошових одиницях виміру,

одинацях часу або одинацях, що використовуються для виміру окремих видів ресурсів (матеріальних, енергетичних тощо).

Соціальний ефект характеризує соціальну корисність об'єкта і не може оцінюватися кількісно. Соціальний ефект виявляється у сферах праці та життєдіяльності людей і оцінюється за ступенем задоволення їх соціальних потреб за рахунок економії вільного часу, підвищення якості послуг тощо.

Заміна існуючої технологічної бази на більш досконалу призводить до значних витрат, які відбиваються на економічних показниках. Переобладнання спричиняє підвищення собівартості продукції. Але якщо модернізація сприяє підвищенню продуктивності праці, витрати на модернізацію окупаються.

Багаторазове переобладнання не забезпечує високої ефективності виробництва, тому що після кожної модернізації з технологічного процесу виключається обладнання, яке має значну залишкову цінність.

Виробнича структура промислового підприємства

Виробнича структура промислового підприємства – це склад його виробничих підрозділів (цехів, дільниць, служб), їх кількість і форми зв'язку. На виробничу структуру підприємства впливають характер продукції та технологія її виготовлення, масштаби виробництва, форми кооперації з іншими виробниками. Матеріально–технічне забезпечення будівництва охоплює наступні сфери діяльності:

- систему постачання будівництва матеріалами, конструкціями, виробами;
- виробничо-технологічну комплектацію (вибір послідовності поставок);
- складування і зберігання матеріалів і виробів;
- інструментальне господарство та служба технологічного оснащення;
- ремонтно-механічні служби;
- транспортне господарство.

Цех є основною виробничою структурною одиницею підприємства. Цехи поділяються на основні, допоміжні, обслуговуючі.

В основних цехах переробляють сировину, напівфабрикати та інші матеріали в продукцію підприємства. У допоміжних цехах ремонтують технологічне, енергетичне, транспортне та інше обладнання, виготовляють спеціальне оснащення. Обслуговуючі цехи організують роботу транспорту, вантажно-розвантажувальні роботи, зберігання на складах сировини, напівфабрикатів і готової продукції, забезпечення підприємства електроенергією, паром, водою. В побічних цехах виготовляють продукцію широкого вжитку.

Первинним виробничим елементом цеху є робоче місце – частина виробничої площі, де робітник або група робітників виконують окремі операції, пов'язані з виготовленням продукції.

Окрім цехів до складу підприємства входять склади сировини, напівфабрикатів, готової продукції, універсальні склади матеріально-технічного забезпечення, підрозділи адміністративно-господарської служби.

Проектування складів залежить від номенклатури матеріалів, що підлягають збереженню, розрахункового добового вантажопотоку відпустки матеріалів зі складу, графіка роботи зовнішнього транспорту і характеристики транспортних засобів.

Тип складу вибирають з урахуванням місцевих умов, характеру складованого матеріалу і виду транспорту. Загальний запас матеріалів, що підлягає збереженню, складається з поточного, гарантійного, технологічного і сезонного запасів.

Поточний запас забезпечує безперебійну роботу підприємства у період між двома суміжними поставаннями.

Гарантійний запас створюється на випадок відхилення у термінах поставання матеріалів.

Сезонні запаси необхідні на підприємствах, розташованих у віддалених важкодоступних районах.

Важливою складовою частиною підприємства є внутрішній транспорт із необхідними пристроями для його нормальної експлуатації (гараж, депо, вантажно-розвантажувальні майданчики).

Склад виробничого процесу

В основі діяльності кожного підприємства лежить виробничий процес, який складається з технологічних, допоміжних і природних процесів. Технологічний процес забезпечує отримання готової продукції завдяки послідовній зміні форми або стану сировини і складається з окремих операцій, для виконання яких необхідно спеціальне обладнання, інструмент, особливе місце і робітники. Допоміжні процеси пов'язані з обслуговуванням основного технологічного процесу.

Природні процеси здійснюються поряд з основними і допоміжними, але не потребують використання праці (наприклад, сушіння деревини або цегли-сирця).

У технологічній системі найважливіша роль відводиться робочому процесу, який повинен забезпечити досягнення нового рівня функціональних властивостей виробів.

Перевага надається стійким і надійним робочим процесам, в яких ефективно використовуються фізичні, хімічні, електрохімічні та інші явища у поєднанні зі спеціальними властивостями інструментів, технологічного середовища, наприклад, іонпроменева обробка або синтезування речовин.

Оптимізація робочих процесів проводиться з метою мінімізації енергетичних і матеріальних витрат, трудовитрат, собівартості продукції.

В основі виробничого процесу лежить технологічний цикл – календарний період часу, протягом якого даний предмет праці проходить усі стадії обробки. Технологічний цикл складається з робочого періоду і перерв.

Тривалість технологічного циклу:

$$T_{\text{тех.у.}} = t_{\text{тех.о.}} + t_{\text{п.з.о.}} + t_{\text{к.о.}} + t_{\text{тр.о.}} + t_{\text{пер.}}, \quad (5.1)$$

де $t_{\text{тех.о.}}$ – тривалість технологічних операцій;
 $t_{\text{п.з.о.}}$ – час підготовчо-заключних операцій;
 $t_{\text{тр.о.}}$ – тривалість транспортних операцій;
 $t_{\text{к.о.}}$ – тривалість контрольних операцій;
 $t_{\text{пер.}}$ – перерви між змінами, обідні, технологічні.

Використовують послідовне, паралельне або поточне переміщення предметів праці при виготовленні продукції. При послідовному переміщенні предметів праці кожна наступна операція починається тільки після закінчення обробки всієї партії виробів на попередній операції. Тривалість виготовлення партії виробів при цьому

$$T_{\text{пос.}} = \sum_{i=1}^m t \times n_{\text{вир.}}, \quad (5.2)$$

де $\sum_{i=1}^m t$ – тривалість виготовлення одного виробу;

$n_{\text{вир.}}$ – кількість виробів у партії.

При паралельному переміщенні предметів праці наступна операція з виготовлення одного виробу починається після закінчення попередньої операції. Її тривалість

$$T_{\text{парал.}} = \sum_{i=1}^m t + t_{\text{найдовш.о.}} (n_{\text{вир.}} - 1), \quad (5.3)$$

де $t_{\text{найдовш.о.}}$ – тривалість найдовшої операції.

При поточному переміщенні предметів праці наступні операції починаються раніше, ніж закінчується виготовлення усієї партії на попередній операції. Тривалість процесу при цьому

$$T_{\text{поточн.}} = \sum_{i=1}^m t + t_{\text{o.o.}} (n_{\text{вир.}} - 1) + \sum t_{\text{с.}}, \quad (5.4)$$

де $t_{\text{o.o.}}$ – тривалість останньої операції;

$\sum t_{\text{с.}}$ – сумарна тривалість суміщення операцій одна відносно одної:

$$\sum t_{\text{с.}} = (t_{\text{поперед.}} - t_{\text{o.o.}})(n_{\text{вир.}} - 1), \quad (5.5)$$

де $t_{\text{поперед.}}$ – тривалість попередньої операції, яка потребує найбільше часу;

$t_{\text{o.o.}}$ – тривалість наступної операції, яка вимагає найменше часу.

Для раціональної організації технологічного процесу велике значення має правильне розташування обладнання і машин у цеху. Розміщення обладнання виконується згідно з прийнятою технологічною схемою і повинно забезпечувати найбільш раціональне виконання операцій і процесів. Довжина виробничих шляхів, енергетичних та інших комунікацій має бути найменшою. Шляхи не повинні перехрещуватися в одній площині. Для зменшення витрат праці, спрощення і зменшення собівартості необхідно використовувати гравітаційні сили, для чого початковий пункт обробки сировини слід розміщувати вище останнього. При розміщенні обладнання в цехах треба передбачити необхідні розриви між окремими машинами, а також резервні площі для ремонту, монтажу і демонтажу обладнання. При цьому необхідно урахувати особливості організації поточного виробництва, умови техніки безпеки і протипожежні вимоги. Систематичний контроль на всіх стадіях технологічного процесу дозволяє отримувати високоякісну продукцію.

Завдання виробничого контролю:

- контроль за якістю сировини, палива, напівфабрикатів при прийманні та споживанні у виробництві;
- контроль над процесами виробництва на всіх стадіях згідно із встановленими режимами, технологічними інструкціями та картами;
- контроль за якістю продукції, що виробляється на підприємстві, відповідно до стандартів, технічних умов і креслень на продукцію.

До обов'язків виробничої лабораторії відносять:

- здійснення контролю за виконанням встановлених технологічних правил і режимів підприємства; нагляд за правильністю роботи автоматичної контрольно-вимірювальної апаратури і автоматикою виробничих агрегатів;
- здійснення лабораторного контролю за якістю сировини, напівфабрикатів, продукції згідно з державними стандартами, технічними умовами, та інструкціями;
- вивчення причин браку і розробка заходів щодо їх усунення; систематичне вивчення технології, а також проведення експериментальних робіт з метою удосконалення виробничих процесів, зростання потужності підприємства, підвищення його економічності та поліпшення якості продукції, скорочення витрат матеріалів, пошуку найбільш ефективних недефіцитних матеріалів.

Запитання для контролю знань

1. Які питання вирішують при відпрацюванні технологічних систем?
2. Які види обладнання використовують для виробничого процесу?
3. З чого складається виробнича структура підприємства?
4. Що таке технологічний цикл?
5. Як оцінити ефективність нової техніки?
6. Проаналізуйте визначення сучасного будівельного комплексу, матеріально-технічної та виробничої бази будівництва.
7. Назвіть головні умови, що визначають доцільність розташування підприємств будівельної індустрії.
8. Від чого залежить матеріалоемність виробництва?

ТЕМА 6

ПІДПРИЄМСТВА ВИРОБНИЧОЇ БАЗИ З ВИДОБУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ НЕРУДНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

6.1 Напрями використання нерудних будівельних матеріалів

Одна з найболючіших проблем промисловості нерудних матеріалів – це виробництво високоякісних заповнювачів до бетонних сумішей і будівельних розчинів протягом року. До цієї галузі належить і виробництво гіпсу, вапна, керамічних матеріалів. Але найбільшим подарунком для природного середовища було б зменшення видобутку нерудних будівельних матеріалів за рахунок переробки відходів і створення штучних заповнювачів.

Вміст заповнювачів у бетоні складає 65–80 % його абсолютного об'єму, що дозволяє зменшити витрати в'язучого та створити жорсткий каркас. Завдяки вмісту заповнювача в бетоні його усадка у порівнянні з цементним каменем зменшується у 5–10 разів. Саме тому вибір властивостей і раціональне застосування заповнювачів суттєво визначають якість та собівартість бетону.

Як заповнювачі до бетонів застосовують природні матеріали – щебінь (гранітний, вапняковий, базальтовий, діабазовий тощо), пісок (кварцевий, польовошпатний), а також штучні – керамзитовий гравій та пісок, аглопоритовий щебінь, пінополістірольний гравій та інші матеріали.

Для отримання високоякісних сухих будівельних сумішей необхідні заповнювачі певного гранулометричного складу і заданих властивостей. Підприємства, які виготовляють такі матеріали для оздоблювальних робіт, включають в свою технологічну схему виробництва і підготовку заповнювачів (просіювання, подрібнення, промивання і зневоднення нерудних будівельних матеріалів).

У сучасному будівництві визначилися такі основні напрями використання нерудних будівельних матеріалів:

- штучне каміння та вироби для зведення стін будівель, улаштування підлог, сходів тощо;
- облицювальні вироби – плити, каміння, профільовані вироби;
- каміння та вироби для дорожнього будівництва – брущатка, шашка для брукування, плити, бордюрний камінь;
- каміння та вироби різних типів для гідротехнічних та інших споруд;
- нерудні матеріали – бутовий камінь, заповнювачі для бетону (щебінь, гравій, пісок).

Гірські породи широко застосовують як сировину для одержання мінеральних в'язучих речовин, кераміки та інших матеріалів.

Залежно від ступеня обробки розрізняють грубооброблені кам'яні матеріали та штучні вироби і профільовані деталі.

До грубооброблених кам'яних матеріалів відносять: бутовий камінь, щебінь, гравій, пісок.

Бутовий камінь – це куски каменю неправильної форми розміром 150–500 мм, масою 20–40 кг. Бутовий камінь може бути рваним (неправильної форми) та постілистим. Із буту зводять греблі та інші гідротехнічні споруди, підпірні стінки, фундаменти, його переробляють на щебінь.

Щебінь – це куски каменю неправильної форми розміром 5–150 мм, які одержують подрібненням великих кусків гірських порід з наступним просіюванням (зустрічається і природний щебінь – «дресва»).

Гравій – це обкочені (округлі) зерна розмірами 5–150 мм, які одержують просіюванням сипких порід; у разі потреби їх промивають, щоб видалити шкідливі домішки (глину, пил).

Пісок – це мінеральні зерна розміром від 0,16 до 5 мм, які одержують просіюванням сипких порід; або подрібненням і просіюванням відходів камнеобробки (штучний пісок). Щебінь, гравій, пісок використовують як заповнювачі для бетонів і розчинів.

До виробів з природного каменю відносять колоті та пиляні вироби для мурування і облицювання стін, влаштування підлог, дорожніх покриттів, гідротехнічних споруд тощо.

Каміння та блоки для укладання стін. Багато пористих гірських порід легко розпилюються на камені та блоки правильної геометричної форми (прямокутні паралелепіпеди). Основні розміри каменів для зведення стін: $390 \times 1\,000 \times 1\,500$ мм; $490 \times 240 \times 188$ мм; $390 \times 190 \times 288$ мм. Маса каменя не повинна перевищувати 16 кг, маса дрібного блока – 40 кг.

Каміння та блоки застосовують для зовнішніх стін, перегородок та інших частин будівель та споруд.

Облицювальні матеріали та вироби. Облицювальне каміння й плити, а також архітектурно-будівельні вироби виготовляють, розпилюючи блоки (напівфабрикати), або вдаючись до безпосереднього випилювання з масиву гірської породи. Можна виготовляти також колоті вироби (з некондиційних блоків).

Для зовнішнього облицювання використовують щільні атмосферостійкі породи (граніти, сієніти, габро тощо), або щільні вапняки, для внутрішнього облицювання – породи середньої твердості: мармури, пористі вапняки (травертин, черепашник), вулканічні туфи тощо. Пористі породи, крім декоративного ефекту, забезпечують добру акустику приміщень, тому їх застосовують для оздоблення театрів, кінотеатрів та інших громадських споруд.

Цокольні плити, а також деталі карнизів та інших частин будівлі, що виступають, виготовляють з атмосферостійких порід.

Влаштування покриттів підлог виконують полірованими (рідше шліфованими) плитами з твердих щільних порід (граніт, сієніт, лабрадорит тощо). В приміщеннях з малою інтенсивністю руху і високими вимогами щодо декоративності можливе використання мармуру. Товщина плит для підлоги має бути не менше 20 мм. Сходи облицюють також твердими зносостійкими породами.

Матеріали та вироби для дорожнього будівництва виготовляють із щільних і зносостійких порід (граніту, діориту, габро, базальту), оскільки умови їх експлуатації надзвичайно суворі. До дорожніх матеріалів і виробів відносять: брущатий камінь; колотий і буличний камінь; тротуарні плити і бордюри не каміння.

Брущатий камінь (бруківка) призначається для впорядкування покриттів проїжджої частини доріг. Має форму зрізаної піраміди з паралельними прямокутними верхньою та нижньою основами.

Колотий і буличний камінь використовують для влаштування основ доріг, а також дорожніх покриттів, для укріплення схилів земляних споруд тощо.

Тротуарні плити виготовляють з шаруватих гірських порід. Вони мають форму прямокутної чи квадратної плити зі стороною 200–800 мм та рівною лицьовою поверхнею (товщина 40–150 мм).

Каміння для гідротехнічних споруд. Для річкових та морських гідротехнічних споруд застосовують каміння правильної та неправильної геометричних форм. Каміння неправильної форми – рваний камінь, який одержують підірванням гірських порід, обкочений камінь (валуни, буличники), щебінь і гравій – використовують для улаштування гребель, дамб, берегових укріплень та інших споруд. Каміння правильної форми використовують для облицювання набережних, шлюзів тощо. До всіх матеріалів ставляться підвищені вимоги не лише по міцності, а й щодо водо- та морозостійкості. Особливо несприятливими є умови експлуатації матеріалів у зоні змінного рівня води, де під час замерзання можуть утворюватися льодові скупчення, які спричиняють значні внутрішні напруження. Захисне облицювання в цій зоні виконують із щільних вивержених порід з водопоглиненням не більше 1 %, міцністю при стиску не нижче 80–100 МПа і морозостійкістю не менше 300 циклів (це граніти, сієніти, діабазити та інші).

Хімічно стійкі та жаростійкі матеріали й вироби. Численні гірські породи використовують для футерування різних апаратів та установок, які

зазнають дії кислот, лугів, солей і агресивних газів, а також впливу високих і різко змінних температур і тисків. Із щільних кислототривких гірських порід виготовляють тесані плити, цеглу, бруски, фасонні вироби потрібної форми. У подрібненому вигляді ці породи використовують як заповнювачі в кислототривких бетонах. Для захисту від дії кислот використовують граніт, сієніт, базальт, андезит, кварцит, а від дії лугів – карбонатні породи: щільні вапняки, доломіти, магнезити, мармури. Для жаростійких облицювань застосовують вироби з базальту, діабазу, вулканічних туфів.

При видобуванні, обробці й переробці гірських порід у кар'єрах та каменеобробних заводах утворюється багато відходів, кількість яких може сягати 80 % від об'єму порід, що розробляються. З економічної та екологічної точок зору доцільно використовувати ці відходи для виготовлення інших будівельних матеріалів та виробів. Найчастіше – це декоративні щебінь і пісок, штучні блоки та декоративні плити.

Декоративні щебінь і пісок – переважно сировинний облицювальний високо декоративний фракціонований (розподілений на зерна певних розмірів) матеріал. Міцність при стиску гірських порід, з відходів яких виготовляють декоративні щебінь і пісок, повинна бути не меншою 80, 40 та 30 МПа, відповідно, для вивержених, метаморфічних і осадових порід.

Готовий щебінь повинен мати марку за морозостійкістю не менше F15. Обмежується також наявність у щебені пластинчастих та голчастих зерен (до 35 % за масою). У щебені і піску обмежується кількість пилюватих домішок (від 1 % до 5 % за масою).

Декоративні щебінь і пісок застосовують для оздоблення лицьових поверхонь бетонних і залізобетонних елементів будівель, виготовлення штучних блоків і декоративних плит.

Штучні блоки виготовляють з бетонних сумішей на основі декоративних щебеню і піску та портландцементу. Готові вироби призначені для наступної переробки на плити, які використовуються для влаштування покриттів підлог і елементів сходів та облицювання стін і колон.

6.2 Класифікація родовищ та підприємств

Родовища нерудних будівельних матеріалів класифікуються за місцем розташування, обсягом запасів корисних копалин, характером їх залягання та потужністю, фізико – механічними та хімічними властивостями.

Запаси нерудних будівельних матеріалів поділяються на дві групи: балансові та позабалансові.

Балансові запаси повністю відповідають вимогам ДСТ та технічних умов на постачання нерудних будівельних матеріалів. Позабалансові запаси характеризуються низьким вмістом корисної породи, малою потужністю промислових шарів, тому вони розглядаються як резервні.

За ступенем вивченості родовищ корисних копалин вони поділяються на три категорії А, В, С, з поділом третьої категорії на дві підгрупи С₁ і С₂.

До категорії А відносяться родовища, запаси, якість та умови залягання яких повністю вивчені та відзначені буровими свердловинами. Умови проведення гірничоексплуатаційних робіт перевірені на досвіді роботи діючих кар'єрів, а запаси сировини забезпечують експлуатацію на протязі всього нормативного періоду.

До категорії В відносяться копалини, запаси яких розвідані та вивчені з детальністю, яка забезпечує лише основні відомості про особливості умов залягання, якість та їх технологічні особливості.

До категорії С₁ і С₂ відносяться родовища, запаси яких визначені лише на основі зрідженої мережі розвідувальних свердловин.

Запаси корисних копалин, як правило, повинні забезпечувати експлуатацію кар'єрів на протязі 10–15 років при обсязі матеріалу, що добувається 100–250 тис. м³ на рік, та 20–25 років для більш потужних кар'єрів.

До показників, які характеризують фізико – механічні властивості копалини, слід віднести вагові характеристики матеріалу його щільність, зернистість ступень забруднення, тощо.

Комплексна оцінка економічної ефективності розробки даного родовища здійснюється з врахуванням мінімуму приведених витрат на одиницю продукції, її вартості, трудомісткості видобування та переробки.

В залежності від виду робіт підприємства з переробки нерудних матеріалів поділяються на подрібнювально–сортувальні, промивально-сортувальні і комбіновані. Розрізняють підприємства малої, середньої та великої потужності; стаціонарні, збірно-розбірні та пересувні; спеціалізовані – продукція яких чітко визначена і призначена для випуску деталей або виробів вузької номенклатури, універсальні, які випускають широкий асортимент матеріалів. Підприємства малої потужності (продуктивністю до 50 тис м³ на рік), як правило виконують тимчасові задачі, тому влаштовуються збірно-розбірними. Підприємства середньої і великої потужності (з річною продуктивністю 250 тис. м³ і більше у більшості випадків є стаціонарними.

6.3 Кар'єри нерудних матеріалів

Нерудними матеріалами, що застосовуються у будівництві є камінь, гравій, пісок або пісково-гравійні суміші, гравій, глина, крейда, тощо. В залежності від виду матеріалу, що добувається, кар'єри поділяються на камінні, пісково-гравійні, пісчані та глиняні.

Кам'яні кар'єри у свою чергу поділяються на кар'єри рваного каменю, якій утворюється при підриві гірських порід (бутовий камінь), та штучного колотого каменю.

Піскові кар'єри поділяються на кар'єри гірського та річкового піску. В залежності від розташування на місцевості кар'єри поділяються на гірські, заплавні та руслові, за характером залягання корисної породи: з суцільним, пошаровим та лінзовим заляганням.

Із розташуванням кар'єрів пов'язана організація робіт і способи їхньої розробки. У гірських кар'єрах – сухі розробки, у заплавлених, що періодично

затоплюються паводковими водами, у руслових кар'єрах матеріали видобуваються з-під води.

За призначенням розрізняють кар'єри: промислові – постійно діючі підприємства, що обслуговують різних споживачів у районі їх розташування, сировинні, також постійно діючі, що постачають матеріали для підприємств які виготовляють будівельні матеріали і напівфабрикати, будівельні – тимчасові, що обслуговують окремі об'єкти під час їх будівництва.

Розміри кар'єру визначають на основі потрібного об'єму матеріалу з урахуванням його втрат (на недобори, при транспортуванні, на місцях складування), а також змінення фізичних властивостей. Проектування кар'єру починається з розрахунку його проектної виробничої потужності, тому що цей показник визначає вибір технологічного обладнання, транспортних засобів, режиму праці тощо. Проектна потужність кар'єру визначається у тис. м³ корисної породи і залежить від глибини та характеру розташування копалини, обсягу додаткових робіт, продуктивності вибраного обладнання. Для кар'єрів виробнича потужність визначається по видобуваючому обладнанню (екскаватор, скрепер, каменерізна машина).

Річна проектна виробнича потужність кар'єру

$$M_{\text{річна}} = T_{\text{п.ф.}} \cdot П_{\text{годинна}} \cdot n \cdot r_{\text{вих.}} / 1000, \quad (6.1)$$

де $T_{\text{п.ф.}}$ – річний плановий фонд часу роботи обладнання, годин;

$П_{\text{годинна}}$ – продуктивність однієї машини за годину, м³;

n – кількість одночасно працюючих машин, шт;

$r_{\text{вих.}}$ – коефіцієнт виходу корисної копалини.

Організація роботи в кар'єрах

До початку експлуатації кар'єрів необхідно розробити капітальні та розрізні траншеї. *Капітальні траншеї* – це наклонні виїмки, які необхідно розробити для організації руху транспорту від робочих майданчиків, на яких встановлюють гірниче обладнання, до поверхні землі. *Розрізні траншеї* – це

виїмки у формі уступів для видалення порожньої породи і видобування корисних копалин.

Непридатний для використання верхній шар ґрунту розробляють з переміщенням за межі кар'єру (при невеликій його площі), або у вироблений простір (при великих розмірах кар'єру). Корисний матеріал у сухих кар'єрах, зазвичай, розробляють екскаваторами – «пряма лопата» з навантаженням на транспортні засоби (рис. 6.1).

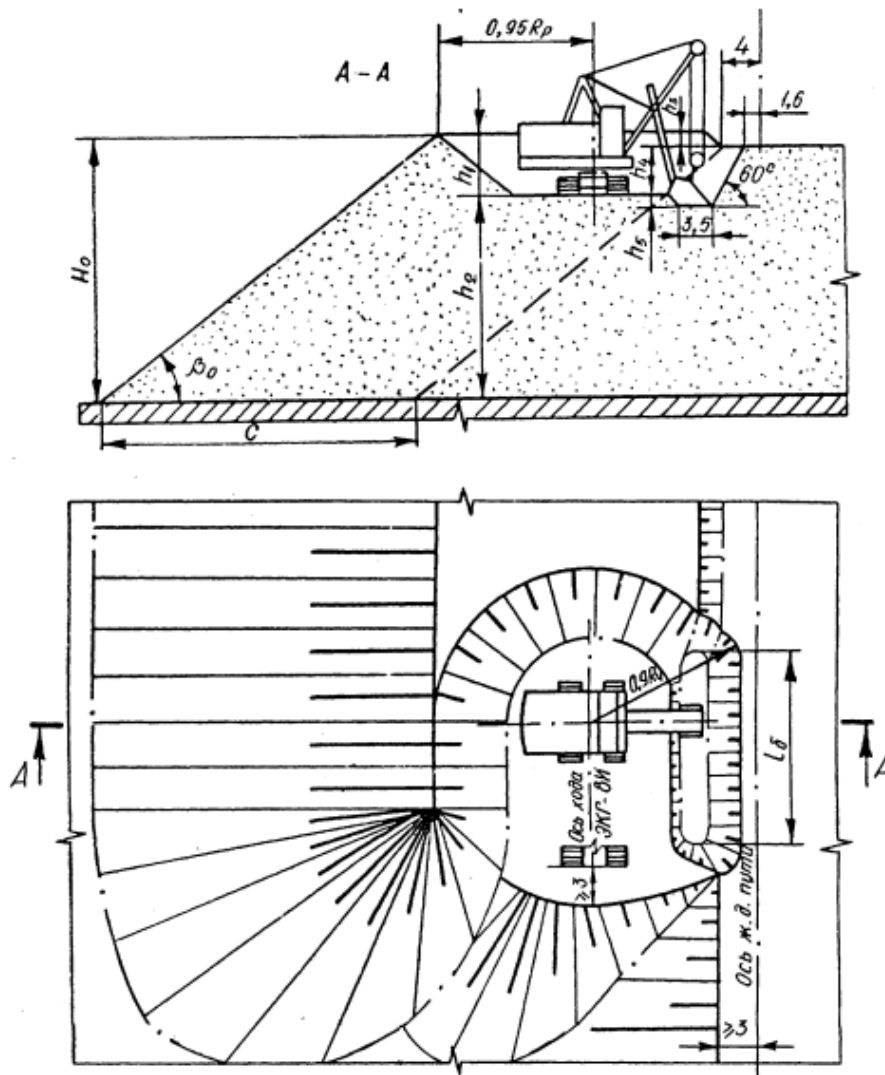


Рисунок 6.1 – Схема роботи екскаватора «пряма лопата»

На рисунку 6.2. наведено схему виконання робіт з використанням драглайна. Безтранспортна схема ефективна для розробки кар'єрів із шаром пустої породи більше 15 м. Якщо корисні копалини не можна видобути за один прохід, то використовують транспортну схему.

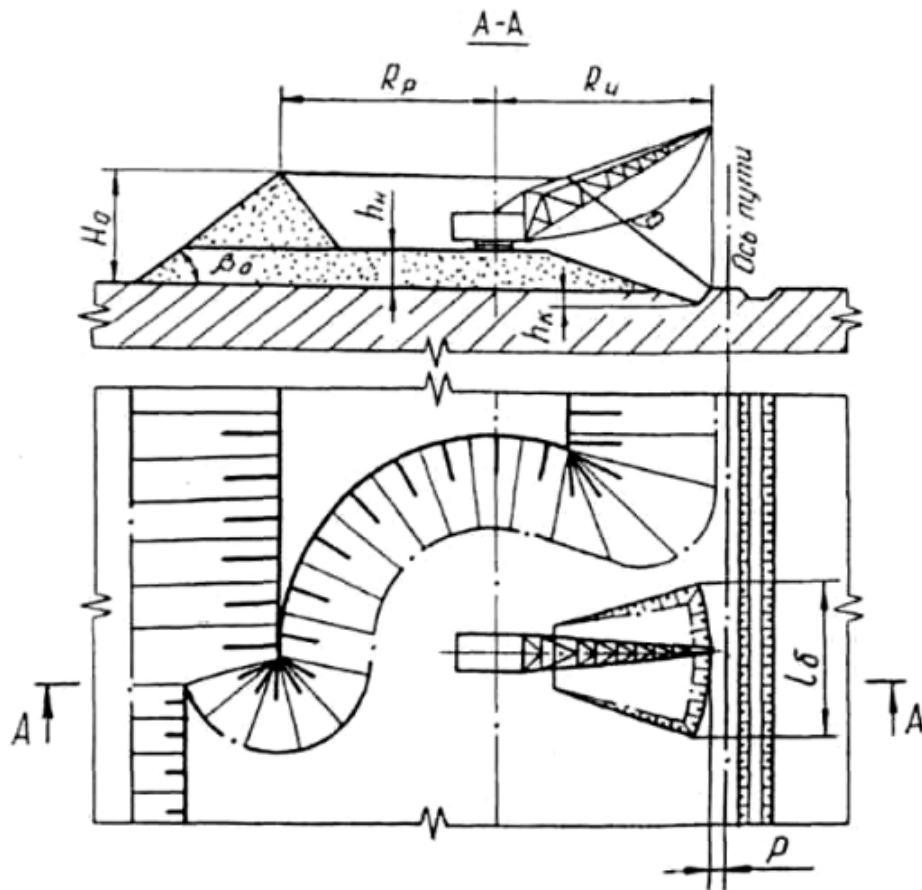


Рисунок 6.2 – Схема роботи екскаватора-драглайн:

h_k – глибина котлована; l_b – довжина котлована; h_n – висота насипу;
 r – безпечна відстань від залізнодорожньої колії до брівки котловану

Склад робочих процесів при видобування каміння такий: розкривання кар'єру, буріння скелі, заряджання та підривання вибухівки, розробка дробленої скелі, буріння крупних негабаритних каменів, підривання негабаритів, підгортання каміння до забоя. Для вивезення видобутого матеріалу влаштовують виїзди із кар'єру.

Для видобування корисних копалин звичайно використовують будівельні екскаватори з ковшами ємкістю 0,5–2,5 м³. Для комплексної механізації робіт перспективними є машини безперервної дії: роторні екскаватори, фрезерні навантажувачі тощо.

Пересування порід у відвал і перевезення корисних копалин на заводи здійснюється автомобільним, конвеєрним, залізничним транспортом. У гірних районах використовують канатні дороги, скіпові підйомники.

Гідромеханізовані засоби відкритих гірничих робіт

Ефективним засобом комплексної механізації відкритих гірничих робіт є гідромеханізація (рис. 6.3).

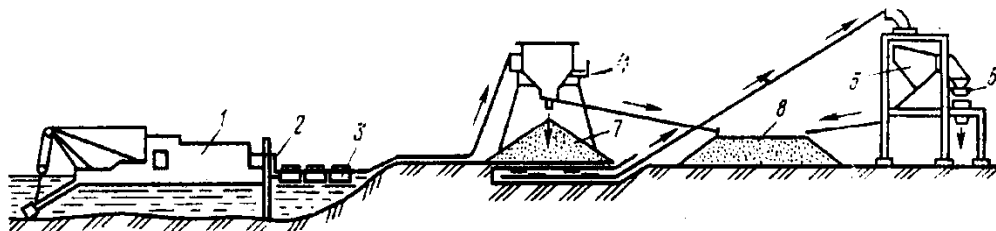


Рисунок 6.3 – Схема видобування піску на гідромеханізованому кар'єрі:

1 – земснаряд, 2 – пульпопровід, 3 – понтони, 4, 5 – грохоти-класифікатори, 6 – конвеєр, 7 – карта наміву піску, 8 – склад гравію

Сутність гідромеханізованого способу виробництва полягає в тому, що ґрунт розробляється, транспортується й укладається за допомогою енергії потоку води. Однак можна виконувати комбінованим способом – розробка ґрунту землерийними машинами, а транспортування і укладка за допомогою води. Застосування гідромеханізації:

- для розробки ґрунту в котлованах і каналах із транспортуванням його у відвали;
- для розробки ґрунту в кар'єрах з переміщенням і укладанням в профільні насипи;
- для очищення каналів і відстійників від наносів;
- для видобутку піску і гравію в кар'єрах з транспортуванням і складуванням матеріалу на місці.

Основні переваги гідромеханізації:

- розробка, транспортування й укладання ґрунту в споруду чи відвал виконуються в єдиному технологічному процесі, що значно підвищує продуктивність одного працівника;

– можливість розробки ґрунту з-під води, що дозволяє ефективно використовувати засоби гідромеханізації при видаленні мулу, поглибленні русел каналів і регулюванні рік-водоприймачів;

– укладання ґрунту в споруди гідравлічним способом забезпечує високу щільність ґрунту й оптимальну структуру його розкладки в поперечному перерізі споруди.

До недоліків гідромеханізації відносяться: велика потреба у воді (від 4 до 20 м³ на 1 м³ ґрунту); можливість розробки в основному незв'язних і мало зв'язних ґрунтів; велика енергоємність (на розробку, перекачування й укладання 1 м³ ґрунту потрібно від 3 кВт/год до 8 кВт/год); труднощі застосування в меліоративному будівництві при розосереджених об'ємах робіт.

Способом гідромеханізації виконуються наступні види робіт: розробка ґрунту розмивом струменем води (моніторний спосіб); розмив ґрунту засмоктуванням з-під води (рефулерний спосіб); транспортування ґрунту – самопливне або напірне; укладання ґрунту у відвали й у якісні насипи.

Гідромеханізація застосовується при розробці практично всіх ґрунтів, що зустрічаються в практиці меліоративного і водогосподарського будівництва, за винятком скельних, напівскельних і гравійно-піщаних з великою кількістю кам'яних і валунних включень.

Залежно від способу розробки і питомої витрати води ґрунти поділяються на групи. Відповідно до норм при рефулерному способі ґрунти підрозділяються на вісім груп, а при моніторному – на шість. До першої групи відносяться легкорозробні ґрунти – дрібнозернисті і пилюваті піски, до останньої групи – глини, гравійно-галькові ґрунти, важкі суглинки.

Суміш ґрунту з водою називається пульпою. Пульпа характеризується об'ємною консистенцією, а також щільністю. Об'ємна консистенція пульпи характеризується відношенням 1 м³ ґрунту в стані природної щільності до об'єму води, витраченому на його розробку (у середньому 1:10).

Гідромонітор – пристрій для формування компактного струменя води і спрямування його в необхідну точку забою (місце розробки ґрунту) під напором 60–120 м і робочим тиском:

- низьким – до 1,5 МПа;
- середнім – до 5 МПа;
- високим > 5 МПа.

Гідромонітор характеризується параметрами:

діаметр вхідних отворів 250–500 мм,

витрати води 1 500–4 500 м³/год.

Технологічна схема виконання земляних робіт гідромоніторним способом наведена на рисунку 6.3.

Вода до гідромонітору подається з водойми насосами. Розмита порода з водою від забою по площадці уступу або канаві надходить у зумпф, звідки ґрунтовим насосом перекачується по трубопроводу до місця укладання. При сприятливому рельєфі може бути застосоване самопливне гідротранспортування розмитої породи. Для підтікання гідросуміші від вибою до зумпфа в процесі гідророзробки на робочій площадці уступу залишається похилий шар не змитої породи (недомив), який потім забирається бульдозером або екскаватором. Прибирання недомиву струменем води вимагає великої питомої витрати води. Розробка струменем води зв'язного і незв'язного ґрунту виконується по-різному – зв'язні ґрунти вимагають великих питомих тисків для розмиву і розробляються в два прийоми: на початку підрізується уступ і обрушується шляхом створення врубу, а потім вже змивається розпушений ґрунт. Незв'язні ґрунти легко розробляються, і для їх розмиву потрібно тільки зосереджений вплив струменя води.

Застосовуються дві схеми розмиву ґрунту гідромоніторами: попутним і зустрічним вибоєм. У практиці найбільше часто застосовується зустрічний вибій (рис. 6.4), при якому гідромонітор встановлюється на підшві розмивного вибою, а струмінь направляється назустріч потоку пульпи.

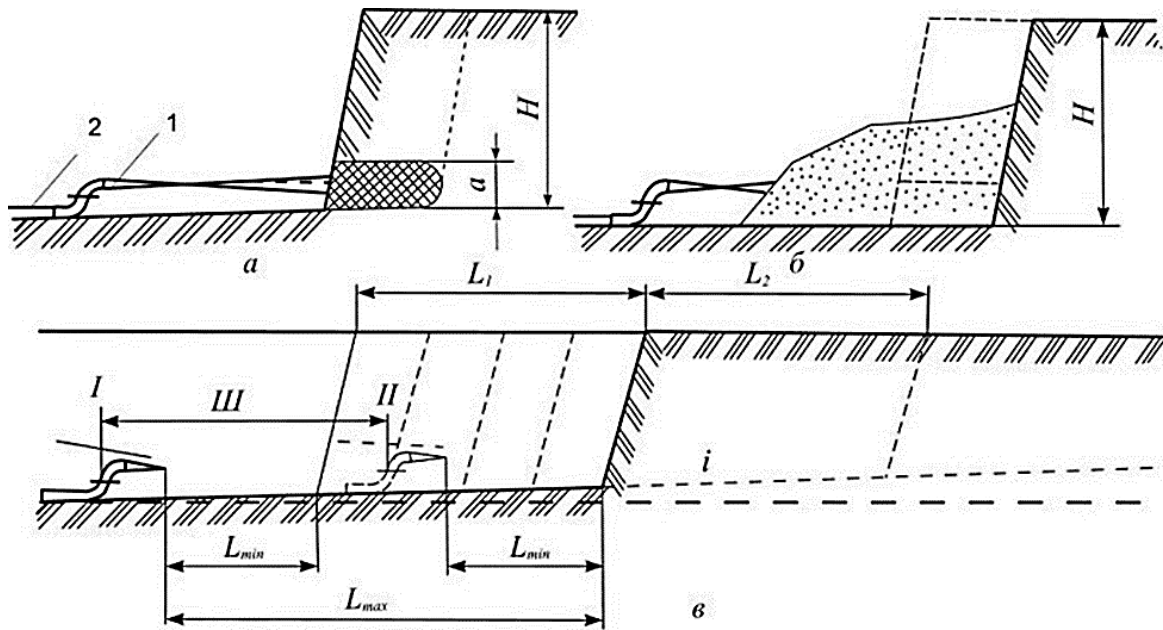


Рисунок 6.4 – Схема гідромоніторної розробки ґрунту розмивом зустрічного вибою: 1 – гідромонітор; 2 – напірний водовід

При попутному вибої (рис. 6.5) гідромонітор встановлюється на верхньому майданчику уступу і напрямок його струменя збігається з напрямком потоку гідросуміші. При попутному вибої продуктивність нижче, але гідромонітор переміщується по сухому ґрунті, а потік пульпи, здобуваючи від водяного струменя достатню початкову швидкість, забезпечує інтенсивний стік. Розмивання попутно-зустрічним або боковим вибоєм ведеться при щільних, складнорозмиваємих породах та високих уступах.

Для підвищення ефективності розробки ґрунту гідромонітором, зниження робочого напору і витрати води застосовують попереднє розпушування ґрунту вибухом, насичення його водою й інші прийоми розпушування.

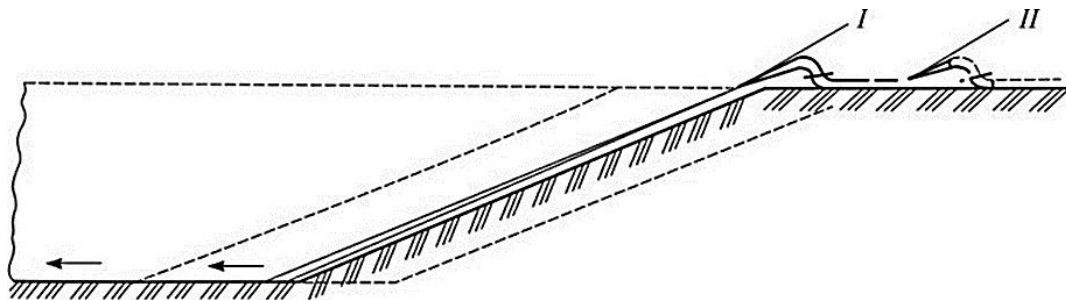


Рисунок 6.5 – Схема гідромоніторної розробки ґрунту розмивом попутного вибою

У заплавних та руслових кар'єрах піску використовують для розробки екскаватори-драглайн, або землевсмоктуючі установки. Позитивною рисою такого методу видобування корисних копалин є можливість отримання високоякісного матеріалу потрібних фракцій, відмитого від шкідливих домішок. Собівартість видобування матеріалів способом гідромеханізації на 30–40 % менше, ніж при «сухому» способі.

Земснаряди розробляють ґрунт у підводному вибої. Частки ґрунту захоплюються потоком води, усмоктуваним ґрунтовим насосом земснаряда, і, змішуючись з цим потоком, переміщуються по напірному пульпопроводу у вигляді пульпи до місця укладання ґрунту. Земснаряд представляє землерійно-транспортну машину безперервної дії, що розробляє ґрунт у підводному забої і переміщує його по трубопроводу у вигляді суміші з водою до місця укладання.

Усі сучасні земснаряди (рис. 6.6) складаються з наступних основних складальних одиниць технологічного призначення: плавучої основи – корпусу, ґрунтозабірного пристрою, ґрунтового насоса з приводом від дизельного чи електричного двигуна, пристроїв для робочих переміщень, всмоктуючого пульпопроводу, напірного пульпопроводу.

Інтенсивність засмоктування з-під води залежить від таких чинників:

- гранулометричного складу;
- зв'язності ґрунту;
- опору ґрунту розмиванню;
- параметрів потоку на вході до всмоктувальної труби;
- висоти забою.

Для інтенсифікації процесу розробки ґрунтів, особливо тих, що важко розмиваються, в конструкціях ґрунтозабірних пристроїв передбачаються розпушувачі (фрезерний, ковшовий, черпаковий, вібраційний, гідравлічний тощо), які розпушуючи ґрунт в процесі ґрунтозабору, сприяють підвищенню продуктивності земснаряда.

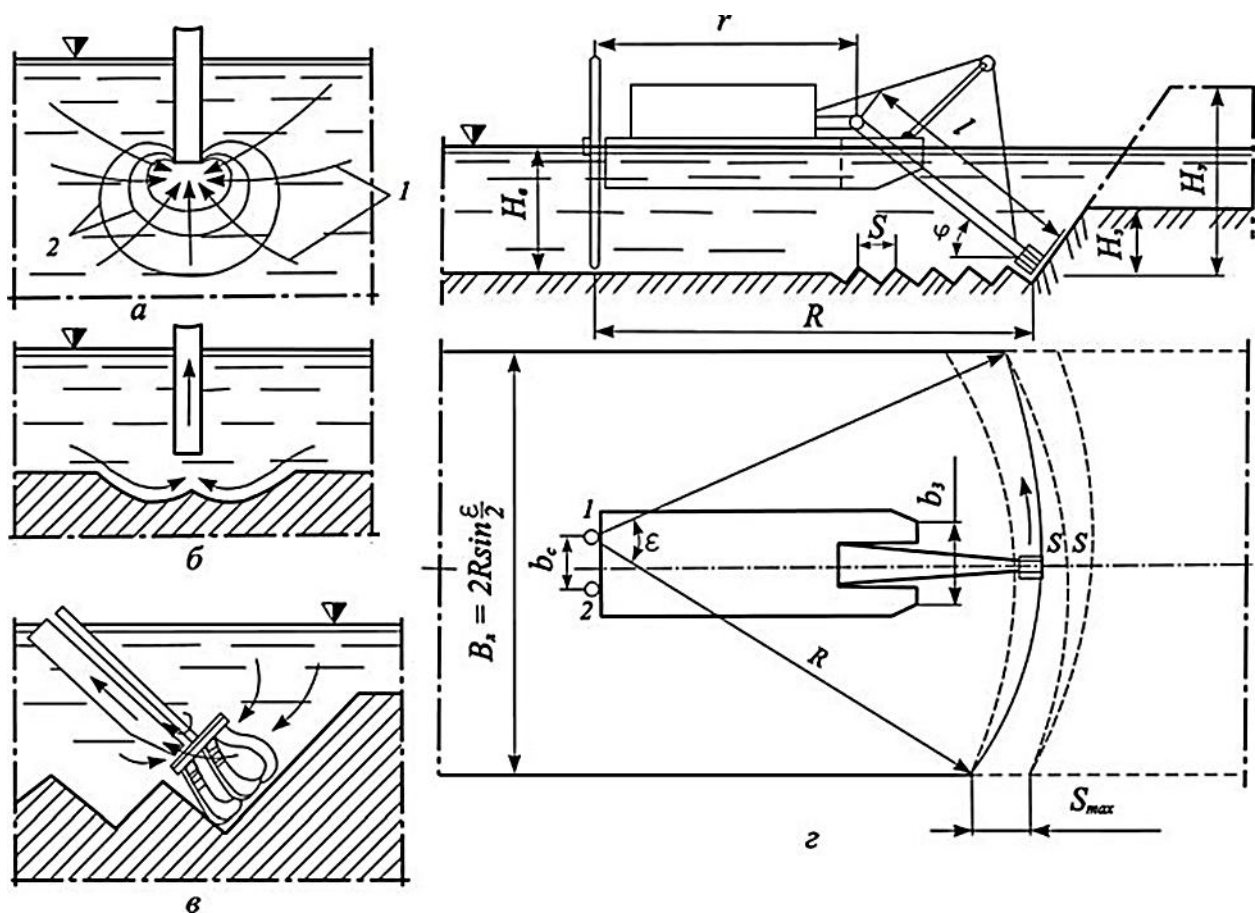


Рисунок 6.6 – Розробка ґрунту засмоктуванням з-під води: *a* – лінії току (1) та лінії рівних швидкостей (2) при значному віддаленні всмоктуючого патрубку від дна; *б* – схема розмиву ґрунту коло всмоктуючого патрубку; *в* – механічне розпушення ґрунту в зоні засмоктування

Земснарядами розробляють ґрунти у підводних забоях: у крупних котлованах для гідротехнічних споруд, відстійників, водоймищ та регульованих русел річок.

6.4 Переробка каміння і гравійно-піскової суміші

Видобуті у кар'єрах природні матеріали, як правило, не можна використати без додаткової переробки. Вони потребують приведення до вимог, що висуваються при виготовленні з них подальшої продукції: до відповідної крупності частинок, гранулометричного складу, однорідності, міцності, вмісту домішок, тощо.

Переробку матеріалів виконують на спеціалізованих установках і підприємствах. Камінь на щебінь переробляють на подрібнювально-сортувальних підприємствах, а гравійно-піскові суміші і пісок на промивально-сортувальних. Матеріали доцільно переробляти на місці їх видобування, щоб не перевозити відходи, що створюються під час технологічних процесів.

Технологічні схеми по виробництву заповнювачів для бетону визначаються властивостями сировини, номенклатурою та якістю продукції, типом обладнання із урахуванням комплексності використання сировини, економії матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів (рис. 6.4).

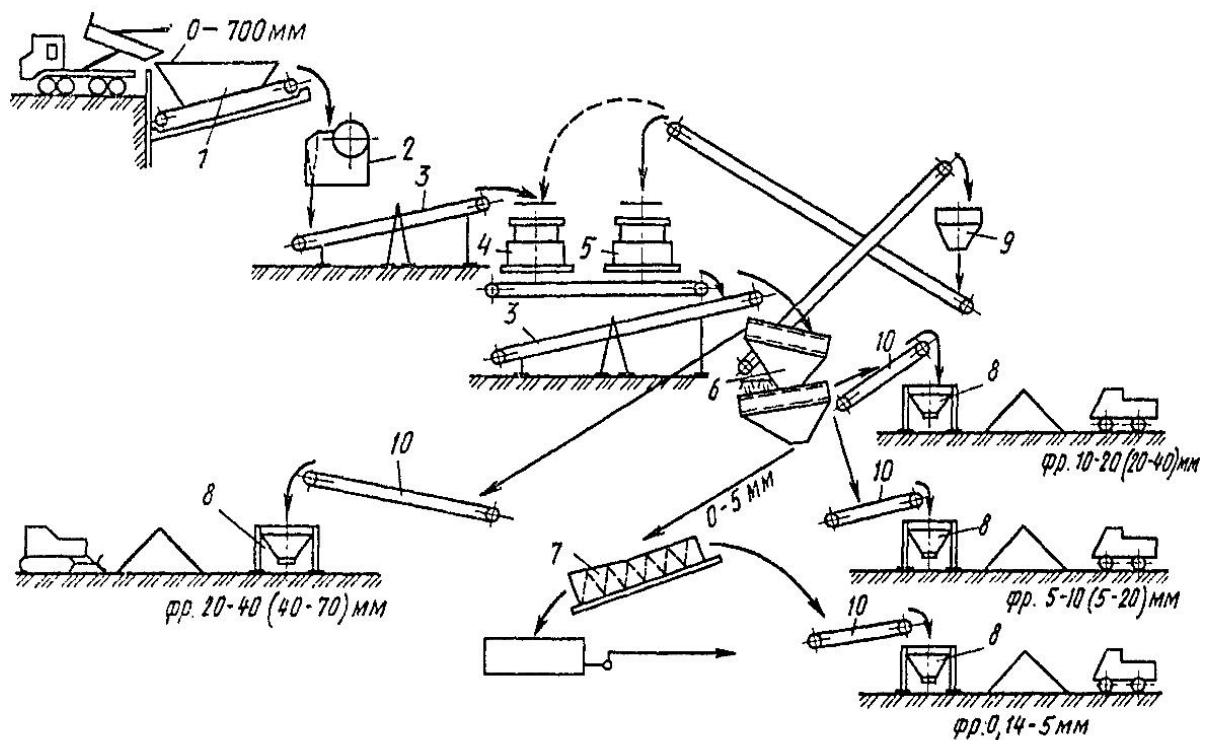


Рисунок 6.4 – Схема ланцюгу апаратів збірно-розбірної автоматизованої дробильної лінії по переробці вивержених порід:

- 1 – бункер-підживлювач; 2 – дробарка крупного дроблення; 3 – стрічкові конвеєри; 4,5 – дробарки середнього і дрібного дроблення; 6 – сортувальники; 7 – промивочний агрегат; 8, 9 – бункерні склади; 10 – конвеєр-укладальник

Основними характеристиками матеріалу для переробки є міцність, однорідність, абразивність, розмір каміння, кількість і вид забруднення.

Виробництво щебеню. Основні операції при переробці каменю на щебінь такі:

– дроблення крупних фракцій до заданих розмірів в подрібнювачах каменю різних типів;

– сортування та грохочення суміші частинок різних розмірів на необхідні групи фракцій з допомогою грохотів та сортувалок;

– збагачення – переробка з метою видалення з суміші непридатних для наступного використання камінних матеріалів слабкої міцності, морозостійкості, недостатньої щільності;

– грануляція – спеціальна обробка частинок каменю для надання їм округлої форми;

– перечистка – додаткове сортування і перемивання матеріалів безпосередньо перед виготовленням з них продукції (бетон) у випадках забруднення їх при транспортуванні або зберігання на складі.

Переробка гравійно-піскових сумішей. В природних заляганнях піску і гравію, зустрічаються валуни, пилюваті та глинисті частинки. Валуні видаляють і використовують з іншою метою, або видаляють за межі кар'єру.

Основні операції при переробці суміші:

– первинне грохочення для поділу сумішей на пісок (0,15–5 мм), гравій (5–150 мм) і валуни (≥ 150 мм);

– промивання піску, промивання гравію;

– дроблення валунів, сортування гравію, і щебеню за крупністю;

– обезводнення;

– збагачення;

– складування;

– доставка.

Спосіб переробки сумішей залежить від способу їх видобування: землерийними машинами або засобами гідромеханізації. У першому випадку суміш поступає в стані природної вологості в другому у вигляді пульпи. Крім того велике значення має вміст у суміші пилюватих та глинистих часток.

Залежно від цих факторів при видобуванні землерийними машинами процес переробки може бути сухим або мокрим.

Сухий процес застосовують при невеликій забрудненості суміші пилюватими та глинистими частинками (у сумі не більше 3–5 %). При більшій забрудненості суміші застосовують мокрий процес. Сухий процес полягає у сортуванні матеріалу за крупністю. Промивання в цьому випадку допомагає кращому відокремленню піску від гравію.

Матеріал промивають на грохотах із бризгал – трубок з отворами, що направляють струмені води під кутом до поверхні сита назустріч руху матеріалу по ньому. Мокрий процес полягає в грохоченні матеріалу і промиванню його для видалення пилюватих і глинистих частинок з допомогою миючих машин і пристроїв – миюче-сортувальних барабанів, гравіємиючих барабанів, піскомийок. Надалі матеріал зневоднюють на ситах, у відстійниках і бункерах, що мають дренажні пристрої.

При добуванні матеріалу у кар'єрах засобами гідромеханізації він поступає на переробку у вигляді пульпи. Цей спосіб видобування виключає процес промивання. Для видалення пилюватих і глинистих частинок піскову пульпу перероблюють у гідравлічних класифікаторах, робота яких заснована на осіданні у водному середовищі ґрунтових частинок різної крупності з різною швидкістю.

Зневоднення піскової пульпи здійснюється у відстійниках із дренажними пристроями у вигляді перфорованих труб, розташованих у середині гравійних фільтрів. При зневодненні піску безпосередньо в штабелях влаштовують дамби обвалування з відводом води через скидні колодязі і дренажні пристрої.

Грохочення – процес відокремлення корисної копалини на класи по крупності шляхом просіювання його через одне чи декілька сит. Матеріал, що поступає на грохочення, називається вихідним. Матеріал, що залишився на ситі називається надриштінним продуктом, а той що пройшов крізь отвори сита –

підриштітним. Клас, що використовується в господарстві як готовий товарний продукт, називається сортом.

Виділяють три види грохочення: попереднє, остаточне, контрольне.

Попереднє грохочення – виділення із матеріалу дрібних фракцій, які не потребують подрібнення на даній стадії виробництва.

Остаточне грохочення – сортування подрібненого матеріалу.

Контрольне грохочення – вибір великих кусків для повернення їх на подрібнення та отримання готової продукції до заданого зернового складу.

Машини і обладнання, що виконують процес грохочення, називають грохотами. В якості робочої частини грохотів використовують сита, решета чи колосникові решітки.

При виробництві нерудних будівельних матеріалів застосовується дво-, три-, чотирістадійне дроблення скальних порід. Схеми дроблення вибирають із урахуванням властивостей сировини, типу обладнання при умові забезпечення найбільшого виходу якісного заповнювача.

При використанні сировини, що вміщує м'які породи, та для отримання високоякісного щебеню застосовують спеціальні засоби *збагачення*:

1) вибіркоче подрібнення – інтенсивне руйнування в процесі дроблення м'яких кусків породи та видалення їх грохоченням;

2) збагачення в важких середовищах – відокремлення неоднорідних за густиною зерен матеріалу в середовищі, густина якого знаходиться між частинами зерен матеріалу;

3) класифікація неоднорідних зерен матеріалу в потоках води;

4) збагачення щебеню за формою здійснюють в дробарках ударної дії або грануляторах.

Запитання для контролю знань

1. Як оцінити ефективність розробки нових родовищ?
2. Якими способами можна добувати нерудні будівельні матеріали?
3. Назвіть операції технологічного циклу видобутку нерудних матеріалів.
4. Від чого залежить виробнича потужність кар'єра?
5. Назвіть операції технологічного циклу переробки нерудних матеріалів.
6. Що таке класифікація нерудних матеріалів?
7. Які існують способи зневоднювання нерудних матеріалів?
8. Назвіть прийоми збагачення щебеню.

ТЕМА 7

ПІДПРИЄМСТВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ І АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ І РОЗЧИНІВ

7.1 Матеріали для приготування бетону і будівельного розчину

В'язучі матеріали. Для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів використовують в'язучі матеріали, що розділяються на гідравлічні, здатні твердіти як на повітрі, так і у воді; повітряні, здатні твердіти тільки на повітрі, і автоклавного твердіння.

Залежно від хіміко-мінералогічного складу в'язучі матеріали поділяють на кілька груп, основними з яких є цементи, будівельне вапно і будівельний гіпс.

До *цементів*, що застосовуються для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів, відносяться всі різновиди портландцементів, шлакопортландцементів, пуцоланових портландцементів, а також глиноземистий цемент і цемент для будівельних розчинів.

Цементи є гідравлічними в'язучими матеріалами.

При твердінні цементи здобувають різну механічну міцність, що визначає їхню марку. По механічній міцності цементи підрозділяються на наступні марки: 300, 400, 500, 550 і 600.

Будівельне вапно, що застосовується для приготування бетонних сумішей і будівельних розчинів, розділяється за умовами твердіння на повітряну і гідравлічну.

Повітряне будівельне вапно найбільше часто застосовують при виготовленні будівельних розчинів для надземної кладки, оштукатурювання і приготування автоклавних силікатних виробів. Гідравлічне будівельне вапно використовують при виготовленні будівельних розчинів для кладки й оштукатурювання у вологих експлуатаційних умовах.

Будівельний гіпс – в'язуча речовина, що твердіє на повітрі, застосовують для виробництва гіпсових і гіпсобетонних виробів, а також для штукатурних розчинів, що використовуються для внутрішніх огорожуючих конструкцій.

Заповнювачі для важких бетонів і будівельних розчинів. До складу важких бетонів входять великі і дрібні щільні заповнювачі, а іноді тільки дрібні (у дрібнозернистому бетоні). До складу будівельних розчинів входять тільки дрібні заповнювачі. В якості крупних заповнювачів (розмір зерен більш 5 мм) застосовують щебінь із природного каменю щільністю понад $1,8 \text{ г/см}^3$, гравій і щебінь з доменного шлаку. Великі заповнювачі повинні бути фракціонованими.

В якості дрібного заповнювача (розмір зерен від 0,15 мм до 5 мм) – застосовують природні чи дроблені піски щільністю більш $1,8 \text{ г/см}^3$.

Природний пісок у природному стані в залежності від зернового складу поділяється на чотири групи: крупний, середній, дрібний і дуже дрібний. Групу піску визначають у лабораторії шляхом просівання через стандартний набір сит з різними розмірами, мм, і формою отворів.

Для приготування бетонної суміші використовують крупний, середній, дрібний піски; для розчинних сумішей – усі чотири групи.

Заповнювачі для легких бетонів і будівельних розчинів. Для приготування таких бетонів і розчинів застосовують пористі заповнювачі щільністю (у насипному стані) не більш $1\ 000 \text{ кг/м}^3$ при розмірі зерен від 5 до 40 мм (щебінь, гравій) і не більш $1\ 200 \text{ кг/м}^3$ із розміром зерен до 5 мм (пісок).

Пористі заповнювачі підрозділяють на штучні, природні й одержувані з відходів промисловості.

Добавки. Основними чинниками, що визначають застосування добавок у будівництві, є підвищення продуктивності праці та обладнання, економія цементу та енергетичних ресурсів, поліпшення якості та властивостей бетонів і будівельних розчинів, особливі умови роботи. Застосування технічних лігносульфонатів (ЛСТ) чи мелясної барди (УПС) дозволяє підвищити продуктивність праці та обладнання при дозуванні 0,15–0,3 % від маси цементу (у перерахунку на суху речовину). А для густо армованих конструкцій це дає

можливість зменшення трудовитрат у 1,5–2 рази. Збільшення цих добавок на 0,4–0,5 % уповільнює тужавлення сумішей до 203 годин, що при великих відстанях транспортування має велике значення. Для отримання литих сумішей для високоміцних бетонів незамінними є пластифікатори С-3, «Дофен», МП-3, «Sika» тощо. При витраті 0,4–1 % від маси цементу вони збільшують осадку конусу до 20–25 см, що дає можливість перекачувати суміші бетононасосами. Пластифікатори дозволяють прискорити твердіння, підвищити міцність, морозостійкість, водонепроникність бетонів та розчинів у кілька разів. ЛСТ та УПС використовують як розріджувачі сировинних сумішей та інтенсифікатори помелу в'язучих. Добавка УПС у кількості 0,05–0,1 % від маси цементу дозволяє збільшити питому поверхню в'язучого на 300–500 см²/г, тобто з клінкеру цементу марки 400 отримати цемент марки 500.

Поліфункціональність добавок-пластифікаторів дає можливість за рахунок зменшення кількості води у бетонних сумішах та будівельних розчинах зменшити відповідно витрати цементу. Так, для жорстких і малорухомих сумішей економія цементу від застосування пластифікаторів складає 7–12 %, а високо рухомих і литих – 15–20 %. Найбільший ефект досягається при застосуванні низькоалюмінатних цементів, дрібних пісків при виготовленні високоміцних бетонів.

Повітрявсмоктуючі ПАР та газоутворюючі компоненти дозволяють утримати в бетоні до 10 % повітря, що може бути успішно використано для економії цементу при виготовленні легких бетонів. Використання таких добавок разом із стабілізаторами піни і газонасиченням дозволяє виготовляти блоки з об'ємною густиною 300–600 кг/м³, що дозволяє зменшити коефіцієнт теплопровідності матеріалу та призводить до економії енергоресурсів при експлуатації будівель і споруд.

При виборі виду добавки для бетонної суміші необхідно враховувати негативні побічні явища. Наприклад, найефективніший прискорювач твердіння та проти морозний компонент, як хлорид кальцію. Викликає корозію арматури і цементного каменю, підвищує вологість приміщень та знижує морозостійкість

бетону. А такі прискорювачі твердіння, як нітрид натрію, нітрат кальцію, сульфат натрію, сульфід, роданіди тощо, не можуть бути застосовані для залізобетонних конструкцій, які експлуатуються в агресивних середовищах, для промислових підприємств та електротранспорту, що споживають постійний електричний струм.

Вода. Вода, що застосовується для приготування бетонної суміші і будівельного розчину, не повинна містити шкідливих домішок, що перешкоджають нормальному схоплюванню і твердінню в'язучого матеріалу. Забороняється застосовувати воду, що містить домішки кислот, солей, олій, цукрів, а також болотну і стічні води.

7.2 Класифікація і склад підприємств

Бетонні суміші та будівельні розчини виготовляються централізованим способом на районних заводах або на приоб'єктних збірно-розбірних і пересувних установках. При централізованому приготуванні сумішей на стаціонарних заводах досягається більш висока ступінь механізації всього технологічного процесу, покращується якість приготування, знижуються трудовитрати на одиницю продукції. Децентралізовані бетонорозчинозмішувальні установки виконуються зазвичай збірно-розбірних конструкцій, що дозволяє швидко здійснювати їх монтаж і демонтаж при перебазуванні на нове місце будівництва. Пересувні установки застосовують головним чином при будівництві лінійних споруд (доріг, газопроводів, каналів, тощо).

Пересувні установки з виготовлення сухої віддозованої і товарної бетонної суміші можуть розміщатися на залізничних вагонах-платформах, баржах пневмоколісних шасі.

Приготування бетонів з сухих сумішей може виконуватися в автобетонозмішувачах (міксерах) безпосередньо по шляху слідування до будівельного майданчику.

Виробничий процес може бути організований за вертикальною схемою (коли витратні бункери знаходяться у верхній точці виробничого приміщення і

звідти компоненти самопливом надходять на подальші технологічні операції) або за горизонтальною схемою (технологічне устаткування розташовується практично на одному рівні і передача матеріалів для виконання технологічних операцій здійснюється системою транспортерів) (рис. 7.1). Вибір схеми визначається наявністю відповідних виробничих площ, можливою висотою і економічними міркуваннями.

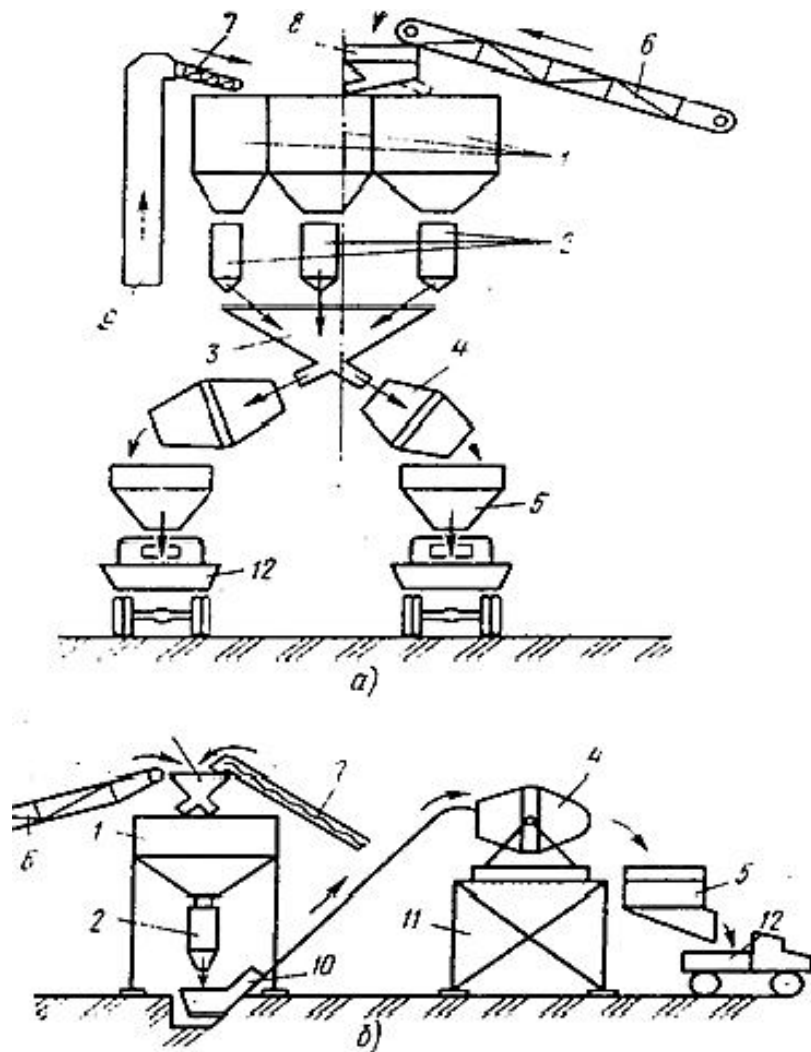


Рисунок 7.1 – Схема компоновки технологічного обладнання бетонозмішувального підприємства:

а – вертикальна, *б* – горизонтальна; 1 – бункера цементу та заповнювачів; 2 – дозатори; 3 – бункер; 4 – бетонозмішувач; 5 – бункер-накопичувач; 6 – стрічковий транспортер; 7 – шнек; 8 – завантажувальна воронка; 9 – ковшовий елеватор; 10 – скиповий підйомник; 11 – естакада; 12 – автомобіль

Найбільш поширені вертикальні схеми виробництва – компактні, ефективні, зручні в експлуатації, найменш енерговитратні, екологічно безпечні при експлуатації устаткування.

Тому при проектуванні нових заводів, безумовно, віддається перевага вертикальній схемі.

Горизонтальні виробничо-технологічні схеми застосовуються в тих випадках, коли технологічне устаткування розміщується в існуючих виробничих приміщеннях і надбудовувати споруду недоцільно. Організація виробництва за такими схемами може бути зв'язана і з різними місцевими умовами: природними, технічними, архітектурними.

Бетонні заводи бувають циклічної та безперервної дії (рис. 7.2, 7.3).

До складу бетонного заводу входять:

- бункери для зберігання матеріалів;
- дозувальне відділення;
- бетонозмішувачі;
- пристрої для видачі бетонних сумішей.

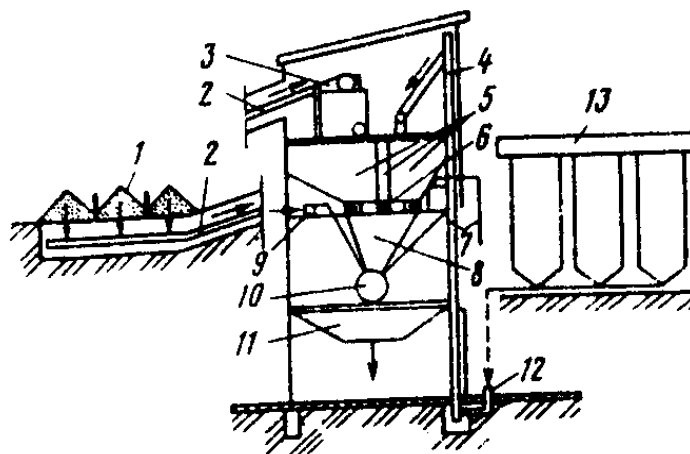


Рисунок 7.2 – Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні циклічної дії:

- 1 – склад щебеню та піску; 2 – транспортер; 3 – привід; 4 – елеватор; 5 – бункер;
- 6 – дозатор; 7 – бункер хімічних добавок; 8 – приймальна воронка; 9 – дозатор хімічних добавок; 10 – змішувач циклічної дії; 11 – бункер; 12 – аерожолоб;
- 13 – склад цементу

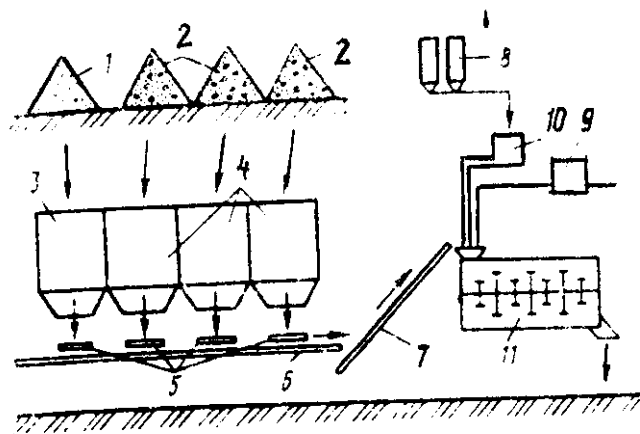


Рисунок 7.3 – Схема технологічного процесу виготовлення цементно-бетонної суміші в устаткуванні безперервної дії:

1, 2 – склад щебеню та піску; 3, 4 – бункери для щебеню та піску;
 5 – стрічковий дозатор; 6 – бункер; 7 – транспортер; 8 – склад цементу;
 9 – дозатор води; 10 – дозатор цементу; 11 – змішувач безперервної дії

Приготування бетонних сумішей здійснюють у циклічних (рис. 7.4) або безперервних (рис. 7.5) гравітаційних чи примусової дії бетонозмішувачах.

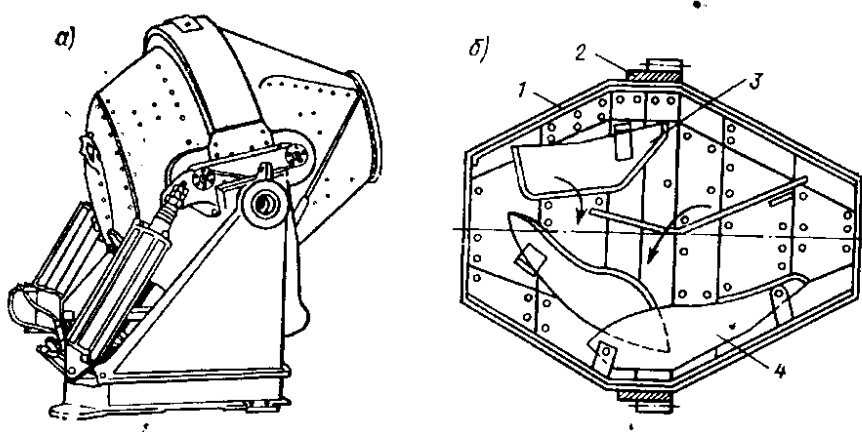


Рисунок 7.4 – Гравітаційний бетонозмішувач:

а – загальний вигляд; б – схема конусного барабану; 1 – корпус;
 2 – обичайка; 3, 4 – лопасті, стрілки вказують переміщення бетонної суміші

Гравітаційні бетонозмішувачі безперервної дії являють собою горизонтальний циліндр, що обертається навколо повздожньої осі, на внутрішній поверхні якого розташовані лопасті.

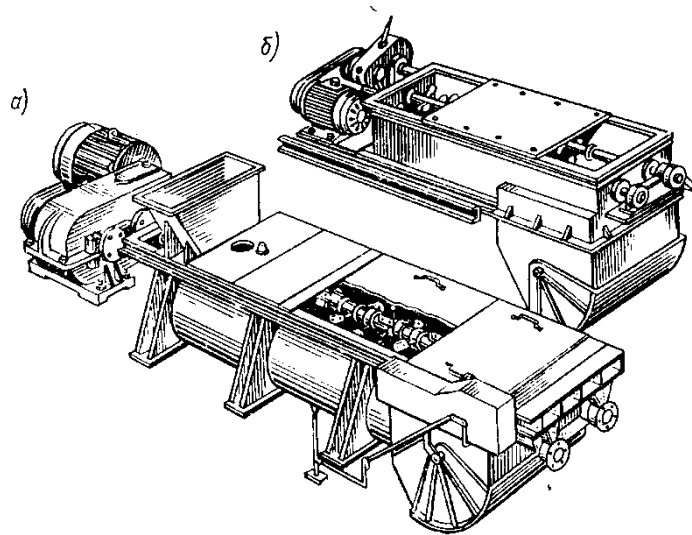


Рисунок 7.5 – Бетонозмішувачі з примусовим змішуванням безперервної дії:
a – установка С-780; *б* – установка С-548 Р

Бетонну суміш від бетонного заводу до будівельного майданчика транспортують автобункерами, бортовими автомашинами, автосамосвалами, авто бетоновозами та авто бетонозмішувачами. Для підвищення життєздатності сумішей протягом кількох годин у них вводять уповільнювачі тужавлення (лігносульфонати, після спиртову барду, буру тощо).

7.3 Виробництво асфальтобетону

Асфальтовим бетоном називається суміш матеріалів різної крупності (піску, щебеню або гравію розмірами від 5 мм до 30 мм, тонкомелених вапняків) та бітуму. Пористість асфальтобетонів складає від 2 % до 18 %, залежно від призначення. Вміст крупного заповнювача в асфальтобетонах – від 20 % до 60 %. Орієнтовані склади асфальтобетонів наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Орієнтовані склади асфальтобетонів, % за масою

Компоненти суміші	Вид асфальтової суміші			
	каркасної структури	базальної структури	лита	мастика
Бітум	6–7	8–9	10–11	12–13
Щебінь	52–54	30–32	24–26	–
Пісок	34–36	52–54	45–47	54–58
Мінеральний порошок	6–8	8–10	20–22	30–33

До складу асфальтових сумішей можуть додаватися добавки ПАР.

Залежно від якості мінеральних компонентів і фізико-механічних властивостей асфальтобетони поділяють на марки відповідно до таблиці 7.2. Вимоги до асфальтобетону висуваються відповідно до класу суміші, виду, групи, типу, марки в залежності від дорожньо-кліматичного району використання.

Найбільш поширена марка використовуваних бітумів – БНД 60/90.

Таблиця 7.2 – Позначення асфальтобетонів

№	Тип, класифікація	Показники властивостей	Шифр
1	Клас сумішей	гарячі	АСГ
		холодні	АСХ
2	Вид асфальтобетону	крупнозернистий	КР
		дрібнозернистий	ДР
		піщаний	Пщ
3	Група за щільністю	щільні	Щ
		пористі	П
		високопористі	ВП
4	Тип гранулометрії заповнювача	А	А
		Б	Б, Бх
		В	В, Вх
		Г	Г, Гх
		Д	Д, Дх
5	Марка асфальтобетону	І	І
		ІІ	ІІ

Асфальтобетонні суміші залежно від в'язкості бітуму та температури при укладенні в дорожнє полотно поділяють на гарячі, теплі та холодні.

Гарячу суміш готують на основі в'язких бітумів та укладають при температурі не нижчій ніж 120 °С. Формування структури асфальтобетону в основному закінчується після ущільнення поверхні дорожніми котками.

Теплу суміш виготовляють використовуючи в'язкі та рідкі бітуми, температура укладення яких не нижче 70 °С. Процеси структуроутворення в асфальтобетоні (залежно від виду бітуму та погодних умов) можуть тривати від 2–3 годин до декількох тижнів.

Холодну суміш готують на рідких бітумах, укладають при температурі навколишнього середовища не нижче 5 °С. Структуру асфальтобетону формується повільно (20–40 діб) залежно від швидкості загуснення бітуму, а також від погодних умов та інтенсивності руху автомобілів. Особливістю холодних асфальтобетонних сумішей є здатність деякий час залишатися сипкими, що дозволяє їх зберігати (без погіршення властивостей) протягом 8 місяців. Холодні суміші використовують для покриття та ремонту доріг із невеликою інтенсивністю руху.

Дьогтебетон – це штучний будівельний матеріал, отриманий ущільненням суміші дьогтю, щебеню, піску та мінерального порошку.

До складу асфальтобетонних заводів (рис. 7.6) входять ємності, криті майданчики для зберігання бітумів. Склади заповнювачів, мінерального порошку та добавок.

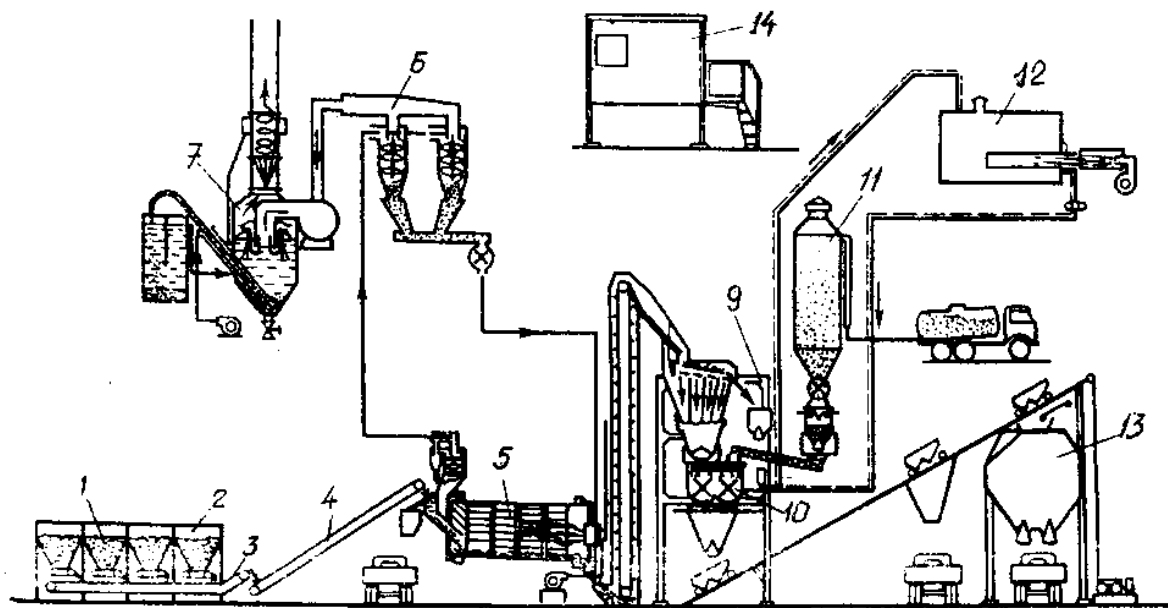


Рисунок 7.6 – Схема виробництва асфальтобетонної суміші за традиційною технологією:

- 1, 2 – склад заповнювачів; 3, 4 – стрічковий конвеєр; 5 – сушильний барабан, 6, 7 – циклони; 8 – елеватор; 9 – сортувальний пристрій; 10 – змішувач; 11 – склад мінеральних добавок; 12 – нагрівач бітуму; 13 – бункери готової продукції; 14 – кабіна оператора

Технологічні операції (комплекс операцій) з виготовлення сумішей включають попереднє дозування мінеральних матеріалів, нагрівання і сушіння мінеральних матеріалів, сортування (просіювання) і короткочасне зберігання нагрітих кам'яних матеріалів, точне дозування мінеральних матеріалів, бітуму або іншого спеціального в'язучого, мінерального порошку і добавок, змішування складових у мішалці та вивантаження з мішалки готової (товарної) асфальтобетонної суміші.

Крім основного технологічного устаткування до складу АБЗ можуть входити: устаткування для приготування і зберігання бітумних емульсій; сховища палива (газу, дизпалива або мазуту); будівлі адміністративно-побутового призначення; об'єкти електроенергетичного забезпечення; котельні; компресорні станції; мережі електро-, тепло- і водопостачання; лабораторія; ремонтна майстерня.

Особливо важливими параметрами технологічних операцій, що впливають на властивості кінцевого продукту – асфальтобетонної суміші, є:

- точність попереднього дозування мінеральних матеріалів;
- температура мінеральних матеріалів на виході з сушильного барабана, тому що низька і висока температура мінеральних матеріалів призводить до зниження якості суміші: при низькій температурі частину вологи залишається на зернах мінерального матеріалу і погіршує зчеплення бітуму з поверхнею зерен, а при високій температурі зерен мінерального матеріалу відбувається окислення бітуму на поверхні цих зерен, що змінює його властивості;
- температура і режим нагріву органічного в'язучого – бітуму;
- точність дотримання часу «сухого» і «мокрого» перемішування компонентів асфальтобетонної суміші в змішувачі;
- максимальний час зберігання асфальтобетонної суміші в накопичувальних бункерах, тому що тривале зберігання суміші в бункерах призводить до зміни властивостей бітуму, а при зниженні температури суміші перешкоджає її вивантаженні.

Запитання для контролю знань

1. Назвіть основні підрозділи бетонозмішувальних заводів.
2. Складіть перелік устаткування на бетонозмішувальному заводі.
3. В яких випадках ефективно застосування установок безупинної дії?
4. Проаналізуйте різні фактори при вирішенні питань розміщення бетонозмішувальних заводів.
5. Охарактеризуйте способи виробництва асфальтобетонних сумішей.

ТЕМА 8

ВИРОБНИЦТВО БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВАЖКИХ БЕТОНІВ

На сьогодні у будівництві при переважному використанні монолітного бетону визначне місце займають збірні вироби та конструкції, завдяки їх підвищеній якості, довговічності та архітектурній виразності. Крім того, збірний залізобетон дозволяє виконувати будь-який заданий ритм зведення будівель та споруд.

Конструкції виконуються в основному лінійними площинними і блоковими. До лінійного відносяться колони, ферми, ригелі, балки, прогони різного призначення; до площинних – плити покриття і перекриттів, панелі стін і перегородок, стінки бункерів і резервуарів, підпірні стінки; до блокових – масивні вироби фундаментів, стін підвалів. В окремих випадках виготовляють також конструкції просторового типу: санітарні кабінки, об'ємні блок-кімнати, кільця колодязів.

Виробництво залізобетонних виробів і конструкцій здійснюється на конвеєрних, напівконвеєрних, поточно-агрегатних, касетних і стендових технологічних лініях.

Конвеєрне виробництво є удосконаленим видом поточно-агрегатного способу. При ньому форми з виробами переміщуються від одного поста до іншого спеціальними транспортними засобами в примусовому ритмі. Весь процес виготовлення виробів поділяється на ряд технологічних операцій, одна чи декілька з яких виконуються на визначеному пості.

Конвеєрні лінії поділяються: по характеру роботи на роботи періодичної і безупинної дії; по способі транспортування – з формами, що пересуваються по рейках чи роликах, і з формами, утвореними безупинною сталеву стрічкою; по розташуванню теплових агрегатів – паралельно конвеєру у вертикальній чи горизонтальній площині, а також у створі формувальної частини конвеєра. Найбільш поширені конвеєрні лінії періодичної дії з формами, що

пересуваються по рейках. Рациональними областями застосування конвеєрних ліній вважається спеціалізоване виробництво виробів одного виду і типу (панелі перекриттів, панелі внутрішніх і зовнішніх стін будинків).

Поточно-агрегатний спосіб виробництва полягає в тому, що технологічні операції послідовно здійснюються на окремих робочих постах. Частина операцій звичайно виконують одночасно, наприклад операції розпалубки виробів і огляду і підготовки форм сполучають з формуванням виробів. Формування виробляється на віброплощадках в одиночних і групових формах. До складу технологічної лінії, як правило, входять формувальний агрегат з бетоноукладачем; установки для заготівлі і натягу арматури; формоукладник; камери твердіння; ділянки розпалубки, остигання виробу, їхньої обробки і технічного контролю; пост чищення і змащення форм; площадки під запасник арматури, закладних деталей, утеплювача, складування форм, їхнього оснащення і поточного ремонту; стенд для іспиту готових виробів.

Касетне виробництво широкое використовується при виготовленні суцільних панелей перекриттів і внутрішніх стін, перегородок промислових будинків, плит облицювання каналів, сходових маршів, вентиляційних блоків. Формування виробів здійснюється в дво- і багатомісних касетах періодичної дії, й у касетах безупинної дії (касотно-конвеєрний спосіб виробництва). Ущільнення бетонної суміші виробляється за допомогою зовнішніх і глибинних вібробуджувачів. Тепловологісна обробка здійснюється на місці за рахунок циркуляції пари усередині теплових відсіків касети.

При стендовому виробництві виробу формують у стаціонарних формах. Тепловологісна обробка бетону виробляється на місці формування. Стендові технологічні лінії рекомендується використовувати для виготовлення крупнорозмірних, особливо попередньо напружених виробів (кроквяних і підкроквяних балок і ферм; підкранових балок, ригелів, плит). Ущільнення бетонної суміші здійснюється начіпними чи глибинними вібробуджувачами.

Зменшення транспортних витрат при комплектації об'єктів може бути досягнуте шляхом виготовлення виробів на відкритих біляоб'єктних полігонах, за агрегатно-потоковою або стендовою технологією.

8.1 Арматурне виробництво

При згинанні, позацентровому стисканні, центральному або поза центральному розтягуванні, зокрема при виникненні випадкових ексцентриситетів в конструкції виникають розтягуючі зусилля, а також усадочні та температурні напруження. Для підвищення відносно низької міцності розчинів та бетонів на розтяг застосовують арматуру.

Як складова конструкції, арматура повинна:

- мати спільну роботу з бетоном;
- бути технологічною;
- володіти необхідною міцністю, деформативними властивостями та

корозійною стійкістю.

Арматура може бути розташованою у масі бетону або поза ним. За видом матеріала арматура буває металевою та неметалевою. За формою профілю арматура може бути дротовою, прутковою, у вигляді дисперсних волокон гладкого або профільованого перетину.

Серед неметалевої арматури набуває поширення вуглепластикова, композитна та склопластикова арматура. В Україні розвиваються дослідження арматури з базальтового волокна.

Дисперсна арматура (фібра) застосовується круглого, квадратного, трапецеїдального та інших перерізів від 0,2 мм до 2 мм і довжиною від 3 до 200 мм. Для виготовлення фібри застосовують сталевий низько вуглецевий дріт. Із метою кращого анкетування поверхню дроту профілюють, деформують або травлять. Для виготовлення фібри застосовують і відпрацьовані та некондиційні канати. Фібра може бути поліпропіленовою, поліетиленовою, нейлоною. Базальтовою, азбестовою тощо. Вибір матеріалу фібри залежить від конкретних умов будівництва та техніко-економічного обґрунтування.

Застосування фібри підвищує міцність бетону, але утворює додаткові виробничі труднощі.

Залізобетонні вироби і конструкції армуються плоскими та гнучими сітками, каркасами та закладними деталями. На будівельний майданчик централізовано поставляються мірний арматурний прокат, важкі сітки з робочою арматурою з діаметром більше 12 мм. Вони, зазвичай, виготовляються з гарячекатаної арматури з кроком 200–600 мм. Для виготовлення легких сіток застосовують арматурний дріт діаметром від 3 до 5,5 мм класів В1 та Вр1. Сітки виготовляються у вигляді плоских елементів або в рулонах масою 900–1 300 кг.

Арматурні каркаси збираються з окремих прутків, сіток та плоских арматурних елементів в'язанням або зварюванням. Криволінійні каркаси (палі, труби) виготовляють намоткою та зварюванням спіралі навкруг повздовжніх прутків.

Закладні деталі виготовляють зі сталевих пластин або зі штампованих елементів. Для виготовлення закладних деталей використовують гарячекатану листову, смугову та фасонну сталь марок С_{т3пс}, С_{т3сп}. Для антикорозійного захисту закладних деталей використовують лако-фарбові покриття та покриття цинком або алюмінієм. Ці покриття здійснюють методами металізації, гальванізації або гарячим способом.

Для з'єднання арматурних елементів застосовується контактне точкове зварювання або дугове ручне зварювання. В окремих випадках для особливих умов будівництва та специфіки конструкції допускається застосування в'язаних арматурних сіток та каркасів. Для беззварювальних технологій з'єднання арматури застосовуються високоміцні клеї і муфти з'єднання.

Основні технологічні процеси арматурних робіт включають:

1) заготовка арматурної сталі:

- розмотування бухт;
- правка;
- нарізання;

- гнуття прутів, сіток, каркасів;
 - виготовлення монтажних петель;
- 2) виготовлення арматурних виробів:
- зварювання та в'язання;
 - укрупнююче збирання.

8.2 Способи попереднього напруження

Попереднє напруження арматури виконується механічним, електротермічним способами та методом самонапруження (за рахунок енергії розширюючих цементів).

Напруження пруткової та дротової арматури здійснюється за допомогою гідравлічних домкратів. Сутність електротермічного способу напруження полягає у тому, що арматурні заготовки нагріваються електричним струмом і фіксуються у такому стані на упорах форми, що унеможлиблює скорочення при охолодженні.

Температура нагрівання арматури знаходиться у межах 400–500 °С. Передача попереднього напруження на бетон здійснюється її симетричним двостороннім перерізуванням на торцевих ділянках.

Відомий спосіб безперервної навивки напруженої арматури, який здійснюється стаціонарними та пересувними намоточними машинами.

8.3 Ущільнення бетонної суміші

Для підвищення однорідності суміші в конструкції та забезпечення її зчеплення з арматурою бетонну суміш додатково ущільнюють. Основними способами ущільнення бетонної суміші є такі:

- вібрування;
- вакуумування;
- центрифугування;
- пресування та комбіновані способи.

Перший досвід використання вібрування у будівництві зафіксовано у Франції у 1917 р. інженером Р. Фрейсіне.

Вібрування бетонної суміші може виконуватись на вібромайданчиках (об'ємне ущільнення), глибинними вібраторами (внутрішнє вібрування), віброрейками або вібробрусами (поверхнєве ущільнення). Тривалість вібрування залежить від потужності вібровипромінювача, характеру передачі імпульсів, складу суміші, армування, форми та масивності конструкції. Зазвичай тривалість вібрування на одній позиції становить 15–30 с.

Вакуумування та вібровакуумування – це технологічний процес висмоктування з бетонної суміші частини повітря і води. Особливо ефективно застосування вакуумування при улаштуванні підлог, доріг та аеродромів. Для поверхневого вакуумування використовуються вакуум-щити та вакуум-мати площею 5–15 м². Для вакуумування вертикальних поверхонь застосовують вакуум-опалубку, яка складається з вакуум-щитів, елементів жорсткості та кріпильних деталей. Для створення вакууму застосовують агрегати з поршнеvim або ротаційним вакуум-насосом чи компресорами і водозбірним баком.

При застосуванні жорстких бетонних сумішей із низьким В/Ц застосовують ущільнення пресуванням. Цей принцип покладений в основу таких способів, як радикальне пресування, силовий прокат, вакуумпресування, віброштампування.

У Фінляндії та інших країнах для виготовлення конструкцій застосовується спосіб віброекструзії, заснований на одночасній дії вібрування та пресування бетонної суміші, що вичавлюється крізь екструдер.

Установка складається з приймального бункера бетонної суміші, поверхневого вібратора, шнекового нагнічувала та механізму пресування. Бетонна суміш захоплюється шнеком в подається в камеру пресування екструдера, звідки вичавлюється на піддон або стенд.

Одним з ефективних методів виробництва напірних і безнапірних труб, колон, опор ЛЕП, паль та інших конструкцій є центрифугування. Для цього

способу застосовують осьові, ремінні або роликові центрифуги з роз'ємними або нероз'ємними формами.

Виготовлення конструкцій за цим способом складається з подачі та розподілення бетонної суміші у форму, що обертається. Розподіл бетонної суміші по внутрішній поверхні форми здійснюється за рахунок центробіжних та динамічних сил.

8.4 Доглядання за процесом твердіння

Доглядання за бетоном полягає в забезпеченні належних температуро-вологісних умов структуроутворення. Заходи по догляданню за бетоном представлені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Основні методи витримування бетону

№	Заходи	Матеріали
1	Періодичне зволоження водою з температурою 15-25 °С	Вода
2	Покриття ПАР	ПАР
3	Покриття вологим матеріалом	Мати, пісок, мішківина, поролон, вода
4	Покриття паро водонепроникним матеріалом	Полімерні плівки, брезент
5	Утворення водного басейну	Вода
6	Обробка поверхні плівкоутворюючою речовиною	Розчини, суспензії, емульсії
7	Просочування гідрофобізуючими композиціями	Гідрофобні композиції
8	Захист теплоізоляційними матеріалами	Термовологоізоляційні матеріали
9	Прогрівання	Сонячна енергія, електроенергія, тепловологе повітря

Зазвичай доглядання за бетоном здійснюється до набору ним міцності 50-80% від проектної. Щодо конструкцій заводського виготовлення, то доглядання за бетоном здійснюють до початку його теплової обробки.

Бетон зазвичай не вимагає особливих умов твердіння. При забезпеченні необхідної вологості та позитивної температури у межах 15–40 °С бетон твердіє інтенсивно і вже через тиждень досягає міцності більше 60% від проектної.

Проблеми виникають при температурі нижче +5 °С, коли гідратація цементу різко уповільнюється. За критичною точкою у 0 °С вода поступово перетворюється у кригу і твердіння припиняється. Саме тому в зимовий час всі зусилля спрямовані на запобігання замерзання бетону.

8.5 Прискорення твердіння

Основні способи теплової обробки залізобетонних конструкцій представлені в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Способи теплової обробки залізобетонних конструкцій

Спосіб	Устаткування
Пропарювання, прогрів гарячим повітрям, прогрів у середовищі продуктів згорання	Термоформи, термопости, касети, ямні або тоннельні камери (рис. 8.1)
Запарювання (автоклавна обробка)	Автоклави (рис. 8.2)
Геліотермообробка	Геліокамери
Індукційне прогрівання	Електромагнітні камери
Електрообігрів, електропрогрів	Термоелектронагрівачі, гріючі сітки, електроди

Прискорення твердіння бетону досягається застосуванням швидкотверднучих цементів, добавок-прискорювачів, розігрітих сумішей, зменшенням В/Ц тощо.

З ряду причин у заводській практиці теплової обробки залізобетонних виробів основним видом теплоносія залишається насичена водяна пара, а найбільш розповсюдженим тепловим агрегатом – безнапірні ямні камери періодичної дії (рис. 8.1).

При всій технологічності таких камер при пропарюванні в них виробів наявні значні витрати пари. Через це, а також через значне підвищення вартості органічного палива та водяної пари деякі заводи ЗБВ використовують інші теплоносії. Проте електротермообробка гарячими газами. Використання продуктів горіння природного газу призводять до висушування твердіючого бетону, погіршення його структури та фізико-хімічних властивостей. Тому

такий спосіб термообробки рекомендується лише для прискорення легких теплоізоляційних бетонів.

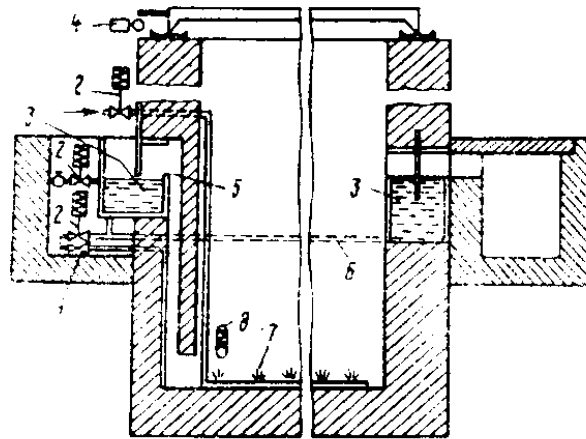


Рисунок 8.1 – Камера пропарювання:

- 1 – вентиль для регулювання зливу води; 2 – електромагнітні клапани; 3 – водянні затвори; 4 – вимикач; 5 – повітряний зазор;
6 – з'єднувальна трубка, 7 – подавання пари у камеру; 8 – датчик температури

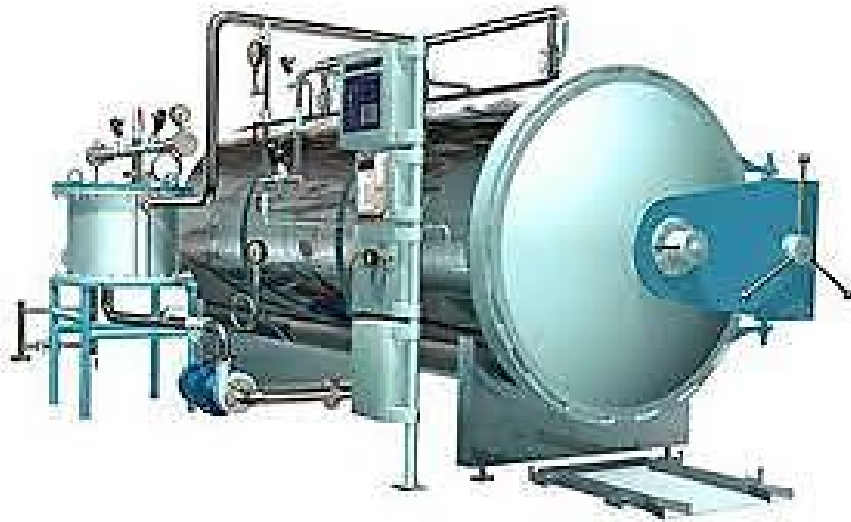


Рисунок 8.2 – Автоклав

Відомі способи вологонасичення нагрітого газового середовища шляхом вприскування розпиленої дрібнодисперсної води, зрошення стінок камери водою, розприскування води з перфорованих труб над нагрівачами виявились малоефективними. Для повного вологонасичення (100 % відносна вологість)

нагрівного середовища за будь-якої температури без парового прогрівання залізобетонних виробів необхідною і достатньою умовою для тепло вологої обробки є випереджувальна на 15–20 °С температура води в камері у період розігрівання. Теплова обробка конструкцій повинна виконуватись за технічно обгрунтованим режимом, який обирається в залежності від консистенції бетонної суміші, проектних властивостей бетону, форми та масивності конструкції. Режим теплової обробки складається з таких етапів:

- попереднє витримання;
- підйом температури;
- ізотермічна витримка (40–95 °С);
- охолодження.

Попередня витримка потрібна для того, щоб бетон набрав необхідну міцність для сприйняття теплового навантаження. Підйом температури здійснюється зі швидкістю 10–20 °С/год, а вистигання бетону – зі швидкістю до 30 °С/год. Максимальний перепад температур між конструкцією та навколишнім середовищем повинен не перевищувати 35 °С.

При проектуванні режимів теплової обробки бетону можливі різні варіанти. Рекомендується підйом температури «сходиною»: через кожні 20 °С передбачається витримка протягом години. Можлива попередня витримка бетону до 18 годин із подальшим форсованим режимом теплової обробки. Міцність бетону після теплової обробки повинна бути не нижче 50 % від проектної.

Резерви підвищення конкурентоспроможності збірних залізобетонних конструкцій полягають у впровадженні у виробництво енерго- та ресурсощадних технологій. Це, перш за все, зниження енергозатрат на теплову обробку за умови виконання умови – не погіршувати показників властивостей та довговічності бетону порівняно з марочними показниками. Зменшення транспортних витрат при комплектації об'єктів може бути досягнуте шляхом виготовлення виробів на відкритих біляоб'єктних полігонах, в автономних камерах за агрегатно-потоквою або стендовою технологією.

8.6 Усунення виробничих дефектів і опорядження бетону

Дрібні пори, тріщини та пошкодження утворюються від недостатнього ущільнення бетонної суміші, неналежно підготовлених форм або опалубки, нерівномірного відпуску попередньо напруженої арматури, несуттєвих порушень режиму твердіння конструкцій, правил складування.

Дрібні поверхневі дефекти тампують цементно-піщаним розчином складу 1:2, який під тиском втирають у поверхню конструкції.

Пошкодження, що утворились в результаті підвищеного вмісту крупного заповнювача, розшарування бетонної суміші, витікання цементного «молока» або недостатнього ущільнення, усувають розчищенням пошкоджених ділянок, прибиранням дефектного бетону із наступним зволоженням поверхні та зарубкою цементним або синтетичним розчином.

Найбільш ефективний спосіб покриття шаром розчину до 2 см із перервами у 20–40 хвилин, для чого використовують портативні пневматичні агрегати. Достатньо ефективні в таких випадках акрилові та епоксидні композиції. Тріщини обробляють силіконовими, бітумними, гумо-епоксидними та іншими композиціями. Тріщини у масивних конструкціях ін'єктують цементними розчинами крізь тампони, що розташовані в пробурених свердловинах у бетоні.

Опорядження в процесі ущільнення бетонної суміші виконують брусом або валом, що розташовані на бетоноукладачі або на віброустановках, після теплової обробки – шпаклюванням і шліфуванням.

Декоративну обробку або антикорозійний захист виконують як в процесі ущільнення бетонної суміші, так і після теплової обробки шляхом просочування, покриття плиткою, мінеральною крихтою, нанесенням емалей, лаків, фарб та композицій.

Фактурна обробка бетону здійснюється застосуванням спеціальних форм з рельєфною поверхнею або кріпленням на поверхню форм гумових, склопластикових або полімерних матриць.

Узагальнення і аналіз досвіду сучасного будівництва свідчать про те, що залізобетон зберігає за собою пріоритетне місце в загальній структурі світового виробництва будівельної продукції. При цьому основними напрямками його розвитку є такі:

- розробка і застосування конструкцій з високоміцних бетонів та з неметалевим армуванням;
- вдосконалення конструкцій з попередньо-напруженою арматурою;
- повторне застосування матеріалів при виготовленні залізобетонних конструкцій;
- вдосконалення методів проектування і посилення залізобетонних конструкцій.

У заводських умовах для виробництва збірного залізобетону пріоритетне місце займають гнучкі технології, орієнтовані на випуск невеликих партій продукції різноманітної номенклатури з застосуванням у цих технологіях систем автоматизації та роботизації.

Запитання для контролю знань

1. Наведіть приклади армування залізобетонних конструкцій.
2. У чому полягає призначення робочої, конструктивної та монтажної арматури?
3. Які види неметалевої арматури Ви знаєте?
4. З яких матеріалів виготовляється фібра?
5. Які операції включає заготовка арматурної сталі?
6. Які машини і механізми застосовуються при заводському виготовленні сіток і каркасів?
7. Як виконується антикорозійний захист закладних деталей?
8. Як здійснюється попереднє напруження арматури?
9. Які способи ущільнення бетонної суміші Ви знаєте?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бастрыкин А. М. Организация промышленных предприятий строительной индустрии / А. М. Бастрыкин. – М. : Высшая школа, 1996. – 248 с.
2. Будівельна техніка : підручник / за ред. В. О. Онищенко та С. Л. Литвиненка. – 2-ге вид., перероб. і доп. Гриф МОН. – Київ : Кондор-Видавництво, 2017. – 424 с.
3. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник / Н. О. Амеліна, В. П. Азутов, О. Ю. Бердник та ін.; під загальною редакцією В. І. Гоца. – Київ : Основа, 2019. – 464 с.
4. Виробнича база будівництва : навч. посібник / М. М. Ткачук, А. А. Білецький., В. Ю. Громадченко, С. В. Клімов. – Рівне : НУВГП, 2011. – 142 с.
5. Гоц В. І. Виробнича база будівництва : підручник / В. І. Гоц, Н. О. Амеліна, В. Г. Нестеров. – Київ : КНУБА, 2010. – 312 с.
6. Гоц В. І. Технологія будівельних алюмінієвих конструкцій : підручник / В. І. Гоц, О. Г. Гелевера, В. М. Фролова. – Київ : ТОВ УВПК «ЕксОБ», Київ : КНУБА, 2007. – 380 с.
7. Деревянные конструкции и детали / В. М. Хрулёв, К. Я. Мартынов, С. В. Лукачев, С. М. Шутов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Стройиздат, 1983. – 288 с.: ил. – (Справочник строителя).
8. Евдокимов В. А. Механизация и автоматизация строительного производства / В. А. Евдокимов – Л. : Будиздат, 1990. – 292 с.
9. Ємельянова І. А. Баштові крани для сучасного будівництва : навч. посібник / І. А. Ємельянова, О. С. Сорокотяга, Д. В. Супряга. – Харків : «Бурун книга», 2010. – 125 с.
10. Каганов В. О. Виробнича база будівництва : конспект лекцій. / В. О. Каганов. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2014. – 97 с.

11. Козлов В. В. Сухие строительные смеси : учеб. пособие / В. В. Козлов. – М. : Изд-во АСВ, 2000. – 96 с.
12. Козуб Ю. Г. Підйомно-транспортні машини : підручник / Ю. Г. Козуб, С. В. Маслійов. – Старобільськ : вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2018. – 277 с.
13. Лівінський О. М. Будівельні машини та обладнання: підручник / О. М. Лівінський, О. М. Пшінько, М. В. Савицький та ін. – Київ : Українська академія наук; «МП Леся», 2015. – 612 с.
14. Назаренко І. І. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та основи експлуатації: підручник. / І. І. Назаренко, О. В. Туманська. – Київ : Вища шк., 2004. – 590 с. : іл.
15. Назаренко І. І. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та основи експлуатації : підручник. – Київ : Вища школа, 2004. – 590 с.
16. Оніщенко О. Г. Будівельна техніка : навч. посібник / О. Г. Оніщенко, В. М. Помазан. – Київ : Урожай, 1999. – 300 с.
17. Організація виробництва і управління підприємством будівельних конструкцій, виробів і матеріалів: підручник / Г. Я. Антоненко, А. А. Майстренко, Н. О. Амеліна, та ін. – Київ : Основа, 2015. – 376 с.
18. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: підручник / Р. Ф. Рунова, В. І. Гоц, О. Г. Гелевера та ін. – 3-є вид. – Київ : Основа, 2017. – 528 с.
19. Панченко В. О. Технологія і механізація будівельних процесів : навч. посібник / В. О. Панченко, М. Г. Костюк, А. О. Качура ; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 242 с.
20. Петрикова Є. М. Армура для залізобетонних конструкцій : навч. посібник / Є. М. Петрикова. – Київ : Основа, 2010. – 256 с.
21. Пешковский О. И. Технология изготовления металлических конструкций : учебник / О. И. Пешковский. – 3-е перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1990. – 350 с.

22. Ратушняк Г. С. Вітросилова технологія формування декоративних бетонних виробів : монографія. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2007. – 161 с.
23. Рунова Р. Ф. Технологія модифікованих будівельних розчинів: підручник. – Київ : КНУБіА, 2007. – 256 с.
24. Сівко В. Й. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: підручник / В. Й. Сівко, В. А. Поляченко. – Київ : ТОВ «АВЕГА», 2004. – 280 с.
25. Справочник строителя. Современные строительные материалы / Г. С. Фокин, Е. В. Кондращенко. – Харьков : АЛЕВ – ИНФОТРЕЙД, 2008. – 424 с.
26. Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання : підручник. / М. К. Сукач. – Київ : Видавництво Ліра, 2016. – 390 с.
27. Теплові процеси і установки у виробництві будівельних конструкцій, виробів і матеріалів: підручник / В. І. Гоц, В. М. Кокшарьов, В. В. Павлюк, С. А. Тимошенко. – Київ : Основа, 2014. – 360 с.
28. Троян В. В. Добавки для бетонів і будівельних розчинів: навчальний посібник. – Ніжин: ТОВ «Видавництво» «Аспект-Поліграф», 2010. – 228 с.
29. Файнер М. Ш. Виробнича база будівництва : навч. посібник / М. Ш. Файнер. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2010. – 216 с.
30. Фиделев А. С. Строительные машины зарубежных стран / А. С. Фиделев. – Київ: Вища школа, 1984. – 125 с.
31. Черненко В. К. Технологія будівельного виробництва / В. К. Черненко. – Київ: Вища школа, 2005. – 427 с.

Навчальне видання

**ШАПОВАЛ Світлана Володимирівна,
БОЛОТСЬКИХ Олег Миколайович**

БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА ТА ВИРОБНИЧА БАЗА БУДІВНИЦТВА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для студентів усіх форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Відповідальний за випуск *О. В. Кондращенко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2020, поз. 3Л

Підп. до друку 22.06.2020. Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 8,1
Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.