

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення,  
геодезії та землеустрою**

**ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА МЕХАНІЗМИ ПРИ  
БУДІВНИЦТВІ ЗАЛІЗНИЦІ**

*Конспект лекцій*

**з дисципліни**

**«ТЕХНОЛОГІЯ ТА МЕХАНІЗАЦІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
БУДІВНИЦТВА»**

**Харків – 2019**

Основні положення та механізми при будівництві залізниці: Конспект лекцій / В. Г. Мануйленко, О. С. Саяпін, А. О. Шевченко, С. М. Камчатна. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 102 с.

У конспекті лекцій викладені основні поняття і зміст технології залізничного будівництва, склад та обсяги робіт при спорудженні земляного полотна; будівельна техніка (транспортні, транспортувальні, вантажно-розвантажувальні, вантажопідіймальні машини, крани, машини для підготовчих та заключних робіт), класифікація та індексація; технологія виконання робіт під час будівництва штучної споруди (водопропускної труби та мостів); технологія монолітного бетону, залізобетону і кам'яної кладки та улаштування захисних покриттів.

Рекомендується для студентів I та II та III курсів денної, IV та V курсів заочної форм навчання, освітнього рівня «бакалавр», освітньо-професійної програми «Залізничні споруди та колійне господарство», галузі знань 27 «Транспорт», спеціальності 237 «Залізничний транспорт».

Лл. 7, бібліогр.: 13 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою 10 вересня 2018 р., протокол № 2.

Рецензент

проф. А. А. Плугін

## ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА МЕХАНІЗМИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЗАЛІЗНИЦІ

*Конспект лекцій*

з дисципліни

*«ТЕХНОЛОГІЯ ТА МЕХАНІЗАЦІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
БУДІВНИЦТВА»*

Відповідальний за випуск Шевченко А. О.

Редактор Еткало О. О.

---

Підписано до друку 04.12.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 4,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
Лекція 1. Основні положення технології залізничного будівництва .....	10
1.1 Будівельні роботи і процеси .....	10
1.2 Трудові ресурси .....	11
1.3 Продуктивність праці й норми продуктивності .....	11
1.4 Комплексна механізація та автоматизація .....	12
1.5 Нормативна і проектна документація .....	13
1.6 Потоковість будівельних процесів .....	14
1.7 Вимоги до якості будівельних робіт та продукції .....	15
1.8 Охорона праці .....	15
1.9 Залізнично-будівельне виробництво та охорона навколишнього середовища .....	16
Питання для самоконтролю .....	17
Лекція 2. Будівельна техніка. Класифікація та індексація .....	18
2.1 Механізація будівельних робіт .....	18
2.2 Вимоги до сучасної будівельної техніки .....	18
2.3 Форми впровадження техніки у будівництво .....	19
2.4 Основи класифікації та індексації будівельної техніки .....	21
2.5 Техніко-економічні показники використання будівельної техніки .....	21
Питання для самоконтролю .....	23
Лекція 3. Загальна будова будівельної машини .....	24
3.1 Приводи машин .....	24
3.2 Силові обладнання будівельної техніки .....	25
3.3 Ходове обладнання будівельної техніки .....	25
3.4 Системи керування будівельною технікою .....	26
3.5 Основні напрями розвитку і використання будівельної техніки .....	27
Питання для самоконтролю .....	28
Лекція 4. Транспортні, транспортувальні, вантажно-розвантажувальні та вантажопідіймальні машини .....	29
4.1 Машини безрейкового транспорту .....	29
4.2 Машини та обладнання безперервного транспортування ...	30
4.3 Вантажно-розвантажувальні машини, їх продуктивність .....	30
4.4 Вантажопідіймальні машини та обладнання .....	31

4.5 Просте вантажопідіймальне обладнання. Домкрати, лебідки .....	31
4.6 Будівельні підйомники.....	32
Питання для самоконтролю.....	33
Лекція 5. Крани будівельні. Баштові та стрілові самохідні крани	34
5.1 Класифікація будівельних кранів .....	34
5.2 Козлові крани. Конструктивна схема, основні механізми, використання.....	34
5.3 Мостові й кабельні крани. Основні механізми, використання.....	35
5.4 Класифікація баштових кранів.....	35
5.5 Конструктивні схеми баштових кранів.....	36
5.6 Самопідіймальні крани .....	36
5.7 Монтаж та демонтаж кранів .....	36
5.8 Стрілові самохідні крани .....	37
5.9 Крани на шасі автомобільного типу.....	37
5.10 Крани пневмоколісні.....	38
5.11 Крани на базі трактора .....	38
5.12 Визначення продуктивності кранів .....	39
Питання для самоконтролю.....	41
Лекція 6. Технологія виконання робіт під час будівництва штучної споруди – водопропускної труби або мостів .....	42
6.1 Складання ескізної схеми споруди.....	42
6.2 Спорудження монолітного залізобетонного (бетонного) фундаменту.....	43
6.3 Проведення монтажних робіт.....	44
6.4 Проектування методів монтажу збірних конструкцій .....	44
6.5 Вибір марки монтажного крана .....	45
6.6 Улаштування гідроізоляції й початкове засипання труб .....	45
Питання для самоконтролю.....	45
Лекція 7. Склад та обсяги робіт зі спорудження залізничного земляного полотна.....	46
7.1 Призначення земляного полотна .....	46
7.2 Склад земляних робіт.....	46
7.3 Розподіл земляних мас .....	48
Питання для самоконтролю.....	51
Лекція 8. Вибір способів провадження робіт. Визначення кількості машин і термінів провадження робіт.....	52

8.1 Основні роботи .....	52
8.2 Підготовчі роботи.....	54
8.3 Обробно-планувальні та укріпні роботи.....	56
8.4 Побудова календарного графіка провадження робіт.....	56
8.5 Матеріально-технічні ресурси, техніко-економічні показники ППР .....	57
Питання для самоконтролю.....	58
Лекція 9. Машини для земляних робіт (землерійно- транспортні машини) .....	59
9.1 Машини для підготовчих робіт.....	59
9.2 Визначення продуктивності .....	60
9.3 Землерійно-транспортні машини.....	61
9.3.1 Бульдозери. Конструктивні схеми. Основні механізми .....	61
9.3.2 Визначення продуктивності бульдозера .....	63
9.4 Бульдозери універсальні їх використання .....	64
9.5 Скрепери їх призначення.....	65
9.6 Скрепери гідравлічні. Основні механізми їх призначення ..	66
9.6.1 Продуктивність скрепера.....	66
9.7 Грейдери, автогрейдери їх призначення .....	67
Питання для самоконтролю.....	68
Лекція 10. Екскаватори одноковшові, з гідравлічним приводом. Екскаватори безперервної дії .....	69
10.1 Екскаватори з механічним приводом, конструктивні схеми, призначення.....	69
10.2 Продуктивність екскаватора .....	70
10.3 Екскаватори безперервної дії .....	70
10.4 Траншейні екскаватори.....	70
10.5 Ланцюгові екскаватори .....	71
10.6 Роторні екскаватори .....	72
10.7 Визначення продуктивності .....	72
Питання для самоконтролю.....	73
Лекція 11. Машини для ущільнення ґрунтів .....	74
11.1 Котки статичної і вібраційної дії .....	74
11.2 Трамбувальні машини.....	75
11.3 Визначення продуктивності .....	76
Питання для самоконтролю.....	77
Лекція 12. Спорудження конструктивних елементів залізничної колії .....	78

12.1	Планування будівельного виробництва .....	78
12.2	Організація робіт зі спорудження верхньої будови колії ...	78
12.3	Розрахунок необхідної продуктивності ланко-збиральної бази .....	79
12.4	Технологія укладання рейко-шпальної решітки .....	80
12.5	Машини для укладання рейко-шпальної решітки .....	81
	Питання для самоконтролю .....	82
	Лекція 13. Технологія робіт з електрифікації залізниці .....	83
13.1	Електрифікація залізниць .....	83
13.2	Організація робіт зі спорудження зв'язку та СЦБ.....	84
13.3	Побудова контактної мережі та визначення обсягу робіт ..	85
	Питання для самоконтролю.....	86
	Лекція 14. Технологія монолітного бетону, залізобетону та кам'яної кладки .....	87
14.1	Структура і зміст технологічних процесів зведення монолітних залізобетонних конструкцій .....	87
14.2	Улаштування опалубки .....	87
14.3	Армування .....	88
14.4	Бетонування.....	89
14.5	Бетонування в зимових умовах.....	90
14.6	Безпека праці під час виконання бетонних робіт.....	91
14.7	Різновиди кам'яних матеріалів, галузь застосування.....	91
14.8	Розчини для кам'яної кладки .....	92
14.9	Помости і риштування .....	93
14.10	Однорядна й багаторядна система перев'язування швів ..	93
14.11	Кладка з природного каменю неправильної форми .....	94
14.12	Зведення фундаментів і стін з великих блоків .....	95
14.13	Контроль якості кам'яної кладки. Безпека при виконанні робіт .....	96
	Питання для самоконтролю.....	97
	Лекція 15. Технологія монтажу будівельних конструкцій та улаштування захисних покриттів .....	98
15.1	Загальні відомості.....	98
15.2	Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій..	98
15.3	Монтаж елементів залізобетонних конструкцій .....	99
	Питання для самоконтролю.....	100
	Список літератури .....	101

## **Вступ**

Програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Технологія та механізація залізничного будівництва» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «бакалавр» за спеціальністю 273 «Залізничний транспорт».

**Предметом** навчальної дисципліни є вивчення сучасних методів проектування будівельних процесів, методики вибору **засобів** механізації і технології проведення будівельних робіт при зведенні конкретних споруд залізничного транспорту.

**Міждисциплінарні зв'язки:** курс базується на знаннях, отриманих при вивченні фізики, хімії, вищої математики, інженерної графіки, інженерної геодезії, будівельних матеріалів, опору матеріалів, будівельної механіки, будівельних конструкцій і будівель на залізничному транспорті, електротехніки, інженерної геології, механіки ґрунтів, основ і фундаментів, обчислювальної техніки і програмування, загального курсу залізниць.

Програма навчальної дисципліни складається з нижченаведених змістових модулів

1 Будівництво залізниць.

2 Будівельно-монтажні роботи при спорудженні основних об'єктів залізниць.

### **Мета та завдання навчальної дисципліни**

Метою викладання вибіркової навчальної дисципліни «Технологія та механізація залізничного будівництва» є підготовка фахівців, які мають фахові навички діяльності у галузі технології будівництва нових та перебудови діючих залізниць, спорудження окремих об'єктів залізничної інфраструктури, зокрема об'єктів промислового та цивільного призначення.

Основним завданням вивчення вибіркової навчальної дисципліни «Технологія та механізація залізничного будівництва» є вивчення теоретичних основ і сучасних прогресивних засобів виконання процесів доповнюється лабораторно-практичними заняттями, де розглядаються функціональні можливості і технологічні особливості сучасних і перспективних машин та механізмів, оснащення та устаткування.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

– завдання капітального будівництва і, зокрема, транспортного будівництва, удосконалення роботи залізничного транспорту і гарантування безпеки руху поїздів;

– наукові основи технології і механізації залізничного будівництва;

– найважливіші технічні вимоги, що забезпечують високу якість робіт, основи вибору ефективних засобів провадження робіт і сучасної техніки в конкретних умовах, вимоги, що ставляться до організації праці, робчтники чи бригада і до процесів, що виконуються ними;

– вимоги охорони праці та охорони навколишнього середовища під час виконання робіт;

**вміти:**

– раціонально застосовувати технологічні процеси і засоби провадження робіт;

– володіти методикою розрахунку потреби в ресурсах і будівельних матеріалах;

– розбиратися в проектно-технічній документації (проектах реконструкцій робіт, технологічних картах, картах трудових процесів);

– володіти практичними навичками застосування нормативних матеріалів для організації роботи низових ланок провадження;

– здійснювати виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт.

Залізничний транспорт виконує величезну роль у розвитку і функціонуванні товарно-матеріальних ринках держави, а також задовольняє потреби громадян у пересуванні. Він є основною складовою транспортної системи України. Важливість залізниць визначається великою протяжністю перевезень, малою кількістю внутрішніх водних шляхів на основних напрямках «захід – схід», припиненням річкової навігації в зимовий період, розташуванням основних аграрних і промислових центрів поодаль від морських шляхів. Тому на частку залізничного транспорту припадає більша



половина вантажних і майже половина пасажирських перевезень транспортної системи країни.

Основним напрямком використання залізничного транспорту вважаються масові перевезення вантажів і пасажирів у міжрайонному, міжміському і приміському сполученнях, з яких, основними є вантажні перевезення, які дають понад 80 % доходу. У пасажирських перевезеннях значна частка припадає на місцеве і приміське сполучення.

Залізничний транспорт України також має величезне значення в розвитку міжнародних відносин і відіграє важливу стратегічну роль в обороні країни.

# **Лекція 1. Основні положення технології залізничного будівництва**

## **1.1 Будівельні роботи і процеси**

Технологія будівельного виробництва – це прикладна наукова дисципліна, яка розглядає сукупність знань у галузі техніки, організації та економіки виробничих процесів на будівельному майданчику.

Будівельними процесами називають виробничі процеси, у яких робітники за допомогою технічних засобів із матеріальних елементів виробляють будівельну продукцію.

За складністю виконання будівельні процеси поділяють на прості й складні (комплексні).

Сукупність кількості робочих рухів, які виконують за один робочий прийом, становить робочу операцію – технологічно однорідний і організаційно неподільний елемент будівельного процесу, у результаті якого одержують первинну будівельну продукцію і який виконує постійний склад робітників зі сталим набором предметів і знарядь праці.

Простим робочим процесом називають сукупність технологічно зв'язаних робочих операцій, які виконує той самий склад робітників (наприклад монтаж колон). Складним (комплексним) робочим процесом називають сукупність простих процесів, які технологічно й організаційно зв'язані єдиною кінцевою продукцією (наприклад монтаж збірних конструкцій каркаса будинку).

Залежно від ступеня механізації розрізняють такі робочі процеси: автоматизовані, частково автоматизовані, комплексно механізовані, механізовані, частково механізовані й ручні.

За технологічними ознаками будівельні процеси поділяють на заготівельні, транспортні, підготовчі (допоміжні) й монтажно-укладальні.

Для виконання будівельного процесу слід правильно організувати робоче місце – простір, де перебувають працівники (один або ланка) з необхідним оснащенням, знаряддями та предметами праці. Робоче місце повинно бути просторим, зручним і безпечним.

Простір, який виділяється для роботи одного працівника або ланки, називають ділянкою, а для бригади – захваткою. Простір, на якому виконується комплексний процес, називають дільницею.

## 1.2 Трудові ресурси

Будівельні робітники. Операції, які входять до складу будь-якого будівельного процесу, розрізняють між собою за складністю, якістю і точністю виконання. Саме виконання їх вимагає різного рівня знань та вміння.

Бригади, до складу яких входять ланки різного фаху і спеціальності, називають комплексними. Виконують вони різні види робіт.

Будівельні робітники повинні знати правила техніки безпеки й мати відповідне посвідчення про це.

## 1.3 Продуктивність праці й норми продуктивності

Продуктивність праці – це корисний результат трудових затрат.

Ефективність її визначається порівнянням затраченої праці з одержаним результатом.

Через норми часу можна легко перейти до визначення норм виробітку. Норма виробітку – це кількість будівельної продукції, яку виробляє виконавець (виконавці) за одиницю часу (годину, зміну, день, тощо); вимірюється фізичними одиницями виміру будівельної продукції.

Норма виробітку обернено пропорційна нормі затрат праці:

$$N_{\text{вир}} = V_1 / N_{\text{з.п}}, \quad (1.1)$$

де  $V_1$  – одиниця кількості продукції, яка враховується при визначенні норми затрат праці, м<sup>3</sup>, м<sup>2</sup>, шт.;

$N_{\text{з.п}}$  – норма затрат праці, люд. год.

Норма машинного часу – це затрати машинного часу на виготовлення одиниці доброякісної продукції; вимірюється в машино-годинах (маш.год).

Трудомісткість – це загальні затрати праці робітників на виконання будівельного процесу; вимірюється в людино-змінах (люд. змін) або людино-годинах (люд. год):

$$Q = Nз.пV, \quad (1.2)$$

де  $V$  – об'єм виконуваних робіт,  $m^2$ ,  $m^3$ .

Машиномісткість – це загальні затрати машинного часу на виконання будівельного процесу; вимірюється в машино-змінах (маш. зміни).

#### **1.4 Комплексна механізація та автоматизація**

Механізація будівельних процесів значно підвищує продуктивність праці, полегшує її, зменшує строки виконання, а також сприяє підвищенню якості будівельної продукції.

Застосування різноманітних будівельних машин дає змогу майже повністю механізувати виконання більшості будівельних процесів (наприклад, земляних робіт – 97,1%, приготування бетону й розчину – 98 %). Однак ще значну кількість будівельних робіт (до 50 %) виконують вручну, що знижує ефективність будівельної сфери.

Комплексна механізація – це механізація складного (комплексного) будівельного процесу, тобто всіх його складових частин – простих процесів і операцій. Комплексна механізація потребує великої кількості різновидів машин.

Система машин – це комплект машин, механізмів, механізованого інструменту, підібраних за продуктивністю для одержання певної будівельної продукції (наприклад, система машин для зведення житла, промислових будівель, залізниць, димових труб). Будівельні машини узгоджуються за продуктивністю з ведучою машиною. Ведуча машина – це машина, яка видає кінцеву продукцію (наприклад, екскаватор при ритті котлована, підйомний кран на монтажі).

Слід розрізняти автоматизований і автоматичний процеси. Автоматизований процес – це процес, який виконує машина, але деякі операції виконує робітник, іноді це операції технологічного процесу, а іноді – управління автоматом. Автоматичний процес повністю виконує машина без участі робітника в процесі чи в управлінні ним.

## **1.5 Нормативна і проектна документація**

Усі процеси в будівництві регламентуються системою законодавчих актів і нормативних документів. Нормативні документи в галузі будівництва поділяють на нижченаведені групи:

- 1 Організаційно-методичні й нормативні документи (стандартизація, нормування, вишукування).
- 2 Містобудівні будівельні норми.
- 3 Технічні нормативні документи.
- 4 Кошторисні нормативи.

Технологічну документацію розробляють у два етапи. На першому етапі складають проект організації будівництва, що містить такі документи: календарний план будівництва; будівельні генеральні плани на підготовчий та основний періоди будівництва; організаційно-технологічні схеми, відомості про обсяги будівельних робіт і потребу в будівельних конструкціях, виробках, матеріалах і обладнанні. Ці документи мають узагальнений характер, їх використовують для розподілу капітальних вкладень, а також обґрунтування кошторисів будівництва. На другому етапі генеральна підрядна організація розробляє проект виконання робіт. Вихідними матеріалами для розроблення проекту виконання робіт є такі: завдання від будівельної організації на розроблення ПРР, проект організації будівництва, робочі креслення; умови щодо забезпечення конструкціями, напівфабрикатами та матеріалами; використання будівельних машин. Проект виконання робіт містить такі документи: календарний план будівництва; будівельний генеральний план; графіки забезпечення будівництва збірними деталями, напівфабрикатами і матеріалами; використання

будівельних машин. Проект виконання робіт містить такі документи: календарний план будівництва; будівельний генеральний план; графіки забезпечення будівництва збірними деталями, напівфабрикатами, графіки руху робітників та основних будівельних машин.

Основною частиною ПВР є технологічні карти, які складають на всі робочі процеси. Технологічна карта містить: вказівку про її призначення; поточні схеми виконання процесу; технологічні розрахунки й графік виконання процесу; вказівки щодо виконання робіт, заходи з техніки безпеки.

## 1.6 Потоковість будівельних процесів

Суть будівельного потоку можна проілюструвати моделями виготовлення  $T$  одиниць його продукції, які називають захватками.

Захватки – це частини громадських чи промислових будівель або інженерних споруд, що часто повторюються. Виготовлення  $T$  одиниць будівельної продукції можна організувати послідовним, паралельним чи поточним методами.

Послідовний метод передбачає виконання робіт на кожній наступній захватці після їх завершення на попередній; паралельний – одночасну роботу на всіх захватках; поточний – раціональне поєднання послідовного і паралельного методів виконання робіт.

При послідовному методі тривалість виготовлення  $m$  одиниць продукції

$$T = mt_{ц} , \quad (1.3)$$

де  $t_{ц}$  – тривалість виробничого циклу.

При цьому споживання ресурсів у середньому залишається постійним.

При паралельному методі тривалість виконання робіт відповідає тривалості виробничого циклу  $t_{ц}$  :

$$T = t_{ц} , \quad (1.4)$$

але середня інтенсивність освоєння ресурсів збільшується у «т» разів.

Виробництво «т» одиниць будівельної продукції поточковим методом потребує менше часу, ніж послідовним ( $T < mt_ц$ ), а середня інтенсивність освоєння ресурсів нижча, ніж при паралельному методі.

При виконанні робіт поточковим методом необхідно: розчленувати складний виробничий процес на прості процеси або операції; визначити склад виконавців для кожного з них; призначити однаковий час виконання їх на захватці; сумістити їх ритмічне здійснення за часом і в просторі.

### **1.7 Вимоги до якості будівельних робіт та продукції**

Якість у будівництві – це сукупність властивостей продукції, що задовольняє певні вимоги відповідно до її призначення. Якість визначається спільною оцінкою архітектурно-художніх рішень, технічного рівня проектних рішень, конструкторсько-технологічних параметрів, якості будівельних виробів, напівфабрикатів та матеріалів.

Показник якості продукції – кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції, що складають її якість, розглядається відповідно до певних умов її виготовлення та експлуатації або використання.

### **1.8 Охорона праці**

Охороною праці називають систему правових, санітарно-гігієнічних і організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення умов праці, безпечних для життя і здоров'я людини.

Техніка безпеки охоплює організаційно-технічні заходи, пов'язані з досягненням безпечних умов праці та усуненням нещасних випадків на виробництві. Норми і правила техніки безпеки вимагають захисту працівників від несприятливого впливу предметів і засобів праці, оснащення робочого місця на об'єкті при операціях з обладнанням, машинами та інструментом, що гарантують повну безпеку праці. Проте гарантування

безпечних умов праці при будь-якій виробничій обстановці є неухильною вимогою. Норми і правила техніки безпеки містяться в СНіПах і ДБНах.

При залізничному будівництві до них додаються правила дотримання особистої безпеки в умовах поїзного руху, а також безпеки руху поїздів. У системі заходів з охорони праці повинні бути протипожежні заходи, що передбачають дотримання пожежної безпеки, а також евакуацію людей з небезпечних зон.

### **1.9 Залізнично-будівельне виробництво та охорона навколишнього середовища**

Залізничний транспорт є одним із землекористувачів, яким з державного земельного фонду відводять певні площі для розміщення лінійних комунікацій і об'єктів виробництва. Розміри смуги відведення визначаються нормами відведення земель для залізниць і проектними розрахунками, виконаними відповідно до цих норм. Для залізниць надають насамперед землі несільськогосподарського призначення, непридатні для сільського господарства, або сільськогосподарські угіддя гіршої якості, а із земель державного лісового фонду – площі, покриті чагарником, малоцінним лісом або не зайняті лісовими насадженнями. Якщо є потреба розміщення залізниць на сільськогосподарських угіддях, ширину смуги відведення роблять мінімальною, прагнуть уникнути спорудження пристроїв, що збільшують поперечні розміри всього комплексу. Виділення смуги відводу на місцевості з розмірами, обґрунтованими розрахунками і нормами, виконують органи державного землеустрою. Будівельні роботи в межах смуги відведення слід виконувати таким чином, щоб не почався розвиток несприятливих процесів, які можуть ускладнити подальшу експлуатацію залізниці. Конкретні заходи в цьому напрямку розглянуті нижче.

Загальні завдання охорони навколишнього середовища теж дуже важливі, бо вирішення їх нерозривно пов'язане зі збереженням здоров'я нинішнього і майбутніх поколінь і зростанням їх соціального добробуту.



## **Питання для самоконтролю**

- 1 Як поділяють будівельні процеси за технологічними ознаками?
- 2 Чим визначається фах будівельника?
- 3 Що таке продуктивність праці?
- 4 Дати визначення поняття норми часу й норми виробітку.
- 5 Як визначається трудомісткість робіт?
- 6 Форми оплати праці.
- 7 Розкрити суть потокового методу виконання робіт.
- 8 Які показники якості продукції?
- 9 Що таке охорона праці?

## **Лекція 2. Будівельна техніка. Класифікація та індексація**

### **2.1 Механізація будівельних робіт**

Механізація – один з головних напрямків технічного прогресу, матеріальна основа підвищення ефективності суспільного виробництва, умова і засіб індустріалізації будівництва, корінного вдосконалення технології. Зараз чисельність таких великих машин, як екскаватори, скрепери, бульдозери, пересувні крани, становить багато сотень тисяч одиниць.

Існує також поняття малої механізації, до якої відносять механізований інструмент (або ручні машини), різні пристосування, оснащення, що дають змогу простими засобами, частковими видозмінами конструкції спростити і полегшити роботу.

Машина – механізм або група механізмів, що виконують механічні рухи для перетворення енергії, матеріалів та інформації з метою заміни або полегшення фізичної і розумової праці людини та одержання нових продуктів.

Механізм – система ланок, призначена для перетворення руху однієї чи кількох ланок у необхідний рух інших ланок. (Ланка – деталь або кілька міцно з'єднаних між собою деталей, що входять до складу механізму).

Призначення механізму – передача і перетворення руху.

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.

### **2.2 Вимоги до сучасної будівельної техніки**

Будівельні машини повинні відповідати таким вимогам:

– відповідати їх технологічному призначенню у сучасному технологічному процесі;

- мати сучасні приводи;
- мати простоту конструкції з урахуванням умов праці;
- бути зручними в керуванні;
- бути універсальними (мати змінне обладнання);
- мати легкість монтажу та демонтажу;
- бути надійними в роботі;
- 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.

### **2.3 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 – заміна ручної праці машинами на одній або частині операцій виробничого циклу.

Комплексна механізація – всі основні й допоміжні робочі операції будівельного процесу виконують машини і механізми, взаємозв'язані 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.

Рівень механізації характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельно-монтажних робіт у натуральному

вимірі  $V_1$ , виконаних механізованим способом, до загального обсягу будівельно - монтажних робіт  $V$ :

$$P_M = \frac{V_1}{V} 100, \% . \quad (2.1)$$

Рівень комплексної механізації характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельних робіт у натуральному вимірі  $V_2$ , виконаних комплексно-механізованим способом, до загального обсягу будівельно-монтажних робіт  $V$ :

$$P_{К.М} = \frac{V_2}{V} 100, \% . \quad (2.2)$$

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

$$M_{\sigma} = \frac{B_m}{B_p}, 100\% . \quad (2.3)$$

Енергооснащеність будівництва – відношення потужності двигунів  $N$  машинного парку до середньоспискової кількості робітників  $n_p$ , які зайняті на даному будівельному об'єкті:

$$E = \frac{N}{n_p} . \quad (2.4)$$

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 – усі основні процеси та операції керування виконують автоматичні прилади, а людина тільки спостерігає за їх роботою.

## **2.4 Основи класифікації та індексації будівельної техніки**

За призначенням будівельні машини поділяються на такі класи: транспортні, транспортувальні 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 і 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 використовуваної 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, і спеціалізовані, які мають один вид робочого обладнання.

## **2.5 Техніко-економічні показники використання будівельної техніки**

До основних показників конструктивно-експлуатаційної характеристики машини належить продуктивність – кількість продукції, яку машина виробляє за одиницю часу.

Теоретична продуктивність  $Pr$  – це розрахункова кількість продукції, що виробляє машина за одну годину безперервної

роботи. Вона застосовується при виборі комплектів для порівняння машин різних типорозмірів.

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

$$\Pi_T = \Pi_p \cdot K_1, \quad (2.5)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт технічного використання, який ураховує конкретні умови роботи. Для екскаваторів – це група ґрунту, висота забою, коефіцієнт наповнення ковша, кут повороту.

За цією продуктивністю оцінюють максимальний виробіток машини в конкретних умовах роботи.

Для машини циклічної дії технічна продуктивність становить

$$\Pi_T = \frac{3600 \cdot q}{t_{\text{ц}}} \cdot K_1, \quad (2.6)$$

де  $q$  – кількість продукції, що виробляється за один робочий цикл, шт.,  $\text{м}^3$  або кг;

$t_{\text{ц}}$  – тривалість робочого циклу, с.

Для машини безперервної дії, яка переміщує сипучі вантажі:

$$\Pi_T = 3600 \cdot S \cdot V \cdot K_1, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (2.7)$$

або

$$\Pi_T = 3600 \cdot S \cdot V \cdot K_1, \text{ т/год.}, \quad (2.8)$$

штучні вантажі відповідно:

$$\Pi_T = \frac{3600 \cdot n \cdot V}{a}, \text{ м}^3/\text{год або т/год.}, \quad (2.9)$$

де  $S$  – розрахункова площа перерізу матеріалу, що переміщується,  $\text{м}^2$ ;

$V$  – швидкість руху цього матеріалу, м/с;  
 $K_1$  – щільність матеріалу, т/м<sup>3</sup>;  
 $n$  – кількість однієї порції матеріалу, м<sup>3</sup> або т;  
 $a$  – відстань між окремими порціями матеріалу, м.

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

Годинна – виробнича норма виробітку враховує перерви лише за конструктивно-технічних і технологічних причин у межах робочої зони, при цьому не враховуються простої з метеорологічних та організаційних причин:

$$P_e = P_t \cdot K_v \cdot K_m, \quad (2.10)$$

де  $K_v$ ,  $K_m$  – коефіцієнти використання робочого часу та продуктивності (останній враховує стан машини, кваліфікацію машиніста та ін.).

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.

### **Питання для самоконтролю**

1 На основі чого здійснюється комплексна механізація виробництва?

2 Які форми впровадження машин у будівельне виробництво?

3 Що таке комплект машин? Що таке рівень механізації?

4 Що таке енергооснащеність будівництва?

5 Що таке теоретична продуктивність?

6 Що таке експлуатаційна продуктивність?

## Лекція 3. Загальна будова будівельної машини

Будівельна техніка має принципово однакову структурну схему (рисунок 3.1) улаштування, а саме: силове обладнання (один чи кілька двигунів) для одержання механічної енергії; система керування для зміни режиму роботи силового, ходового і робочого обладнання; передавальні механізми (трансмсія) для переміщення машини та передачі її ваги і робочих навантажень на опорну поверхню; робоче обладнання для виконання операцій технологічного циклу; рама для розміщення й закріплення на ній усіх вузлів і механізмів машини.

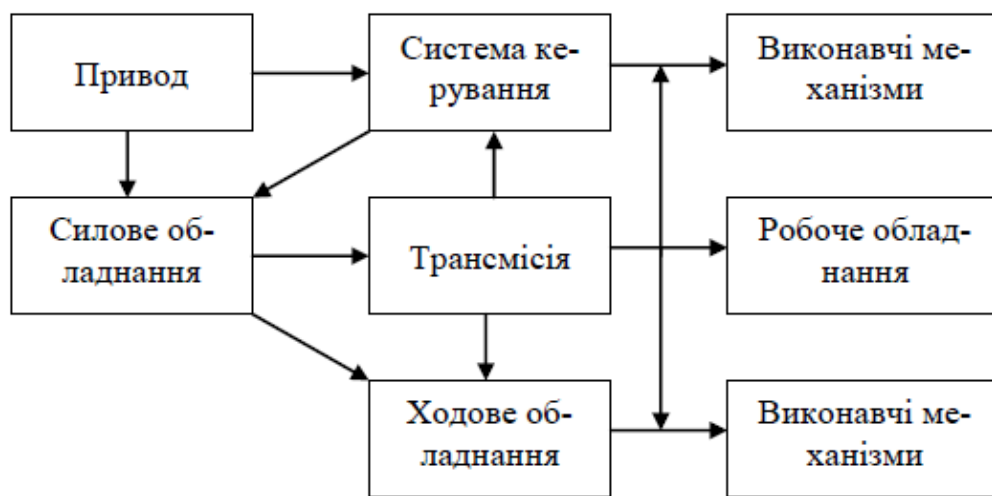


Рисунок 3.1 – Структурна схема будівельної машини

### 3.1 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 та кількох виконавчих механізмах енергія від двигуна до кожного з них передається через механічну трансмісію, що складається з кількох передач. При багатодвигуновому приводі кожний механізм і робочий орган машини приводяться у дію індивідуальним двигуном, що спрощує кінематичну схему машини, поліпшує її економічні показники, дає змогу автоматизувати керування машиною.



При електричному приводі на кожний виконавчий механізм встановлено індивідуальний електродвигун, який живиться від зовнішньої мережі через пружну муфту, гальмо, редуктор приводить у дію робоче колесо.

Найбільшого поширення в будівельних машинах середньої і малої потужності набув гідропривод з первинним дизельним двигуном, насосним обладнанням і гідродвигунами для приведення в дію робочих органів.

### **3.2 Силове обладнання будівельної техніки**

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

Двигуни внутрішнього згорання використовують переважно 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 паливі. На будівельних машинах найчастіше застосовують дизельні двигуни.

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 органа, що виключає застосування складних трансмісій; можливість дистанційного керування та автоматизації; простота пуску; зручність керування. Недоліком є відсутність автономності.

### **3.3 Ходове обладнання будівельної техніки**

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 мають баштові, мостові, козлові й залізничні крани, ланцюгові й роторно-стрілові екскаватори та ін. Вони відзначаються простою конструкцією, незначними опорами переміщенню, можливістю сприймати значні навантаження, але мають невелику маневреність і швидкість пересування і потребують додаткових витрат на улаштування та експлуатацію колій.

Пневмоколісне ходове обладнання має невелику масу порівняно з гусеничним, менш енергоємне, економічніше, надійніше в експлуатації, дає змогу розвинути більшу швидкість. Пневмоколеса використовуються як рушій. Основний елемент кожного пневмоколеса – накачана повітрям пружна гумова шина, змонтована на ободі.

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 і маневреність, розвивають значні тягові зусилля, але швидкість їх невелика, рух по дорогах з удосконаленим покриттям неможливий.

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).

### **3.4 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 та ін.).

За ступенем автоматизації системи керування поділяють на неавтоматизовані, напівавтоматизовані й автоматизовані. Перші бувають безпосередньої дії і з підсилювачами. Системи керування безпосередньої дії установлюють лише в порівняно малих машинах або механізмах з незначною кількістю увімкнень. Вони можуть бути важільними або із застосуванням механічних чи гідравлічних передач.

### **3.5 Основні напрями розвитку і використання будівельної техніки**

Механізація – один з провідних факторів у вирішенні завдань підвищення продуктивності праці та загальної ефективності будівельного виробництва.

До основних напрямів, що визначають перспективний розвиток будівельних машин, належать: розширення технологічних можливостей будівельних машин за рахунок збільшення номенклатури машин багатоцільового призначення, які оснащені широкою номенклатурою змінного робочого обладнання; збільшення у структурі машин частки машин великої одиничної потужності; розвиток спеціальних машин та робочого обладнання, призначеного для виконання спеціальних технологічних процесів.

Стандартизація – система забезпечення випуску однорідної продукції відповідно до вимог стандартів, що дає змогу зменшити трудомісткість конструювання складальних одиниць і деталей, їх вартість, полегшити і спростити ремонт та експлуатацію машин.

Уніфікація – раціональне скорочення розмаїття типів, видів, форм і розмірів виробів однакового функціонального призначення.

Агрегативання – метод створення машин і обладнання шляхом компонування їх з уніфікованих складальних одиниць та деталей. Характерною ознакою методу агрегативання є створення машин, які за своїм функціональним призначенням придатні для різних галузей народного господарства. Його застосування дає змогу не тільки підвищити якість і зменшити вартість машини, а й збільшити ремонтпридатність, що дуже важливо при її експлуатації.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Що таке приводи будівельних машин?
- 2 Які типи приводів будівельних машин?
- 3 Що таке силове обладнання будівельної техніки?
- 4 Для чого призначене ходове обладнання?
- 5 Види ходового обладнання.
- 6 Що таке система керування?
- 7 З чого складається система керування?
- 8 Які бувають типи систем керування?
- 9 Основні напрями розвитку сучасного будівельного машинобудування.
- 10 Основні заходи поліпшення використання будівельних машин.

## **Лекція 4. Транспортні, транспортувальні, вантажно-розвантажувальні та вантажопідіймальні машини**

У будівництві використовують усі 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.

### **4.1 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.

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.

## **4.2 Машини та обладнання безперервного транспортування**

Ці машини посідають провідне місце серед підйомно-транспортних засобів різного призначення в будівельній індустрії. Їх використання дає змогу підвищити рівень комплексної механізації підйомно-транспортних, вантажно-розвантажувальних і складських робіт, створити єдину комплексну технологію виробництва.

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

## **4.3 Вантажно-розвантажувальні машини, їх продуктивність**

Вантажно-розвантажувальні роботи – один з найважчих і трудомістких виробничих процесів у більшості галузей народного господарства, особливо в будівництві. Затрати на ці роботи в різних галузях народного господарства становлять від 10 до 40 % загальних затрат виробництва. Розрізняють спеціалізовані машини і універсальні самохідні навантажувачі, які використовуються на складах підприємств будівельної індустрії та пристанційних складах. Так, скребкові розвантажувачі ірраціонально використовувати для розвантаження піску, щебеню, гравію тощо із залізничних платформ; розвантажувально-штабелювальну машину для розвантаження піввагонів. Це переважно колісні або гусенично-підйимально-транспортні машини, які оснащені одним або кількома змінними робочими органами.

За принципом дії розрізняють навантажувачі циклічної (одноковшові та вилкові) і безперервної (багатоковшові) дії.

За призначенням вантажно-розвантажувальні машини поділяються на навантажувачі для штучних вантажів (вилкові) та сипких і дрібнокускових матеріалів (одно- й багатоковшові).

Одноковшові навантажувачі застосовуються для навантаження й розвантаження, переміщення і складування дрібнокускових матеріалів, а також для розроблення й навантаження в автотранспорт (або відсипання у відвал) 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 м<sup>3</sup> та більше, потужність 6–500 кВт і вище. Їх продуктивність у 2,5–3,0 рази вища, ніж у одноковшових екскаваторів такої ж маси.

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

У сучасних навантажувачів кут овертаня 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.

#### **4.4 Вантажопідіймальні машини та обладнання**

За допомогою вантажопідіймальних машин (ВПМ) виконують значну частину вантажо-розвантажувальних робіт. Працюють ВПМ циклічно і поділяються на такі групи: прості вантажопідіймальні машини (домкрати, лебідки, талі); підіймачі (ковшові, шахтні, стоякові, струнні); крани (баштові, стрілові, стаціонарні, стрілові самохідні, мостові, козлові, кабельні, переносні).

#### **4.5 Просте вантажопідіймальне обладнання. Домкрати, лебідки**

Просте вантажопідіймальне обладнання виготовляють з ручним (механізми) і машинним (машини) приводом.

Домкрати – вантажопідіймальні пристрої для переміщення вантажу на незначну відстань. Найчастіше використовують для піднімання вантажу, рідше – для його горизонтального чи нахиленого переміщення. Як самостійне обладнання домкрати застосовуються в будівництві на монтажних і ремонтних роботах, для переміщення та вивірення конструкцій при їх установленні. Ці пристрої також використовують як агрегати складніших машин (виносні опори кранів та ін.).

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).

Лебідки можуть бути з ручним і машинним приводом. За призначенням поділяються на підіймальні й тягові.

Ручні лебідки виготовляють однобарабанными і важільними (без барабана).

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.

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

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 згорання. Фрикційні лебідки виготовляють багатобарабанными з індивідуальним керуванням кожним барабаном.

#### **4.6 Будівельні підйомники**

Будівельні підйомники – це вантажопідіймальні машини, у яких несучий орган (платформу, ківш, кабіну тощо.)



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 – вантажопідіймальні машини, якими можна транспортувати по вертикалі не тільки будівельні вантажі, а й людей, що суттєво скорочує витрати 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 підйомниках вантажонесучий орган пересувається всередині металоконструкцій. Пересувні підйомники на базі автомобілів, тракторів, причепів часто називають монтажними вишками.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Які види транспорту використовують у будівництві?
- 2 Які машини належать до безрейкового транспорту?
- 3 Які машини належать до безперервного транспортування?
- 4 Що належить до вантажо-розвантажувальних машин?
- 5 Класифікація навантажувально-розвантажувальних машин?
- 6 Що належить до вантажопідіймальних машин?
- 7 Що таке будівельні підйомники?
- 8 Як поділяються підйомники за призначенням?
- 9 Як поділяються підйомники за конструкцією?

## **Лекція 5. Крани будівельні. Баштові та стрілові самохідні крани**

### **5.1 Класифікація будівельних кранів**

Крани будівельні класифікують:

- за конструктивним рішенням;
- вантажопідйомністю;
- типом привода;
- базою машини.

При зведенні, ремонті і реконструкції будівель та споруд крани будівельні призначені для піднімання або переміщення, зведення 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 м<sup>3</sup> на добу.

До основних параметрів монтажних кранів належать: вантажопідйомність, висота піднімання вантажу і глибина подавання, виліт гака, швидкість піднімання та опускання вантажу, пересування та обертання крана, продуктивність.

### **5.2 Козлові крани. Конструктивна схема, основні механізми, використання**

Козлові крани мають широке застосування при вантажо-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.

### **5.3 Мостові й кабельні крани. Основні механізми, використання**

Мостові крани як технологічний транспорт поширені на заводах залізобетонних виробів, у цехах машинобудівних заводів тощо. Мостовий кран складається з моста, оснащеного на кінцях ходовими візками з механізмом переміщення, і самохідного візка, що пересувається по мосту, з механізмом піднімання вантажу. 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.

При будівництві мостів, шлюзів, гребель та інших споруд, транспортуванні матеріалів через водні перешкоди застосовують кабельні крани.

Баштові крани широко застосовуються для механізації висотного будівництва на монтажних та вантажо-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. Монтаж і демонтаж кранів виконують за допомогою монтажно-лебідки й поліспасти.

### **5.4 Класифікація баштових кранів**

За конструкцією розрізняють крани з поворотною і неповоротною баштою.

За способом установаження баштові крани бувають пересувні, стаціонарні й самопідіймальні. Пересувні крани оснащують, як правило, рейково-колісним пересувним обладнанням, що підвищує безпеку їх використання. На баштових кранах найчастіше застосовують багатомоторний електропривод.

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

## **5.5 Конструктивні схеми баштових кранів**

За конструкцією башти розрізняють крани з поворотною і неповоротною баштою. Найпоширеніші крани кількох конструктивних схем: з 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.

## **5.6 Самопідймальні крани**

Самопідймальні крани використовуються при будівництві висотних споруд (150 м та вище), які мають потужний металевий або залізобетонний монолітний каркас. Кран установлюється на новобудові, потім у міру її спорудження за допомогою додаткових механізмів піднімається по споруді.

Крани зі зміною вильоту стріли (з підйимальною стрілою) за тих же параметрів на 15–20 % легші, ніж крани зі зміною вильоту за допомогою вантажного візка. Підйимальна стріла дає змогу збільшити висоту піднімання вантажу при зменшенні її вильоту.

Застосування кранів з поворотною баштою сприяє зменшенню їх маси, тому що маса механізмів не навантажує башту. Однак при значній висоті башти, щоб зменшити гнучкість, доцільніше використовувати крани з неповоротною баштою.

Підйимальні стріли найпоширеніші в кранах із поворотною баштою. Балкові стріли застосовують в основному в кранах зі значною висотою піднімання та неповоротною баштою. Частіше крани монтують на об'єкті при мінімальній висоті башти, а в процесі будівництва її збільшують нарощенням знизу у кранах з поворотною баштою, а в кранах з неповоротною – нарощенням зверху.

## **5.7 Монтаж та демонтаж кранів**

Кран з поворотною баштою і підйимальною стрілою демонтують у такій послідовності: висоту башти зменшують до мінімуму; стрілу опускають вертикально вниз, щоб зменшити

довжину стріли, її складають; башту разом із стрілою переводять у горизонтальне положення і закріплюють на сидельному пристрої автомобіля-тягача; демонтують і окремо перевозять противагу; домкратом або самохідним краном трохи піднімають раму ходового обладнання, знизу прикріплюють інвентарну пневмоколісну вісь. З об'єкта на об'єкт кран перевозять як автопоїзд. Для монтажу крана на новому об'єкті слід заздалегідь установити кранову колію. Монтують кран у зворотній послідовності.

Для підвищення безпеки праці баштові крани оснащують автоматичними приладами безпеки. До них належать обмежувачі переміщень крана, кута нахилу стріли, висоти піднімання гакової підвіски, переміщення вантажного візка, повороту крана та вантажопідйомності.

На сучасних баштових кранах установлюють анемометри, які подають звукові та світлові сигнали при небезпечній швидкості вітру.

## **5.8 Стрілові самохідні крани**

Стрілові самохідні крани, на відміну від баштових, мають менший підстріловий простір, що знижує їхні технологічні можливості. Вони значно мобільніші, простіше перевозяться з об'єкта на об'єкт, не потребують складних монтажних робіт на робочому місці, вантажопідйомність їх значно вища.

Стрілові самохідні крани використовують при зведенні малоповерхових будівель та споруд, при виконанні вантажорозвантажувальних робіт.

Як правило, стрілові самохідні крани оснащуються двигунами внутрішнього згорання, що значно підвищує їх мобільність.

## **5.9 Крани на шасі автомобільного типу**

Маневреність крана забезпечується кількістю керованих коліс (2, 4; 6; 8 тощо).

Блоки на кінці стріли і гаковій підвісці утворюють вантажний поліспасть.

## **5.10 Крани пневмоколісні**

Схема пневмоколісного крана з телекінетичною стрілою наведена на рисунку 5.1 б.

## **5.11 Крани на базі трактора**

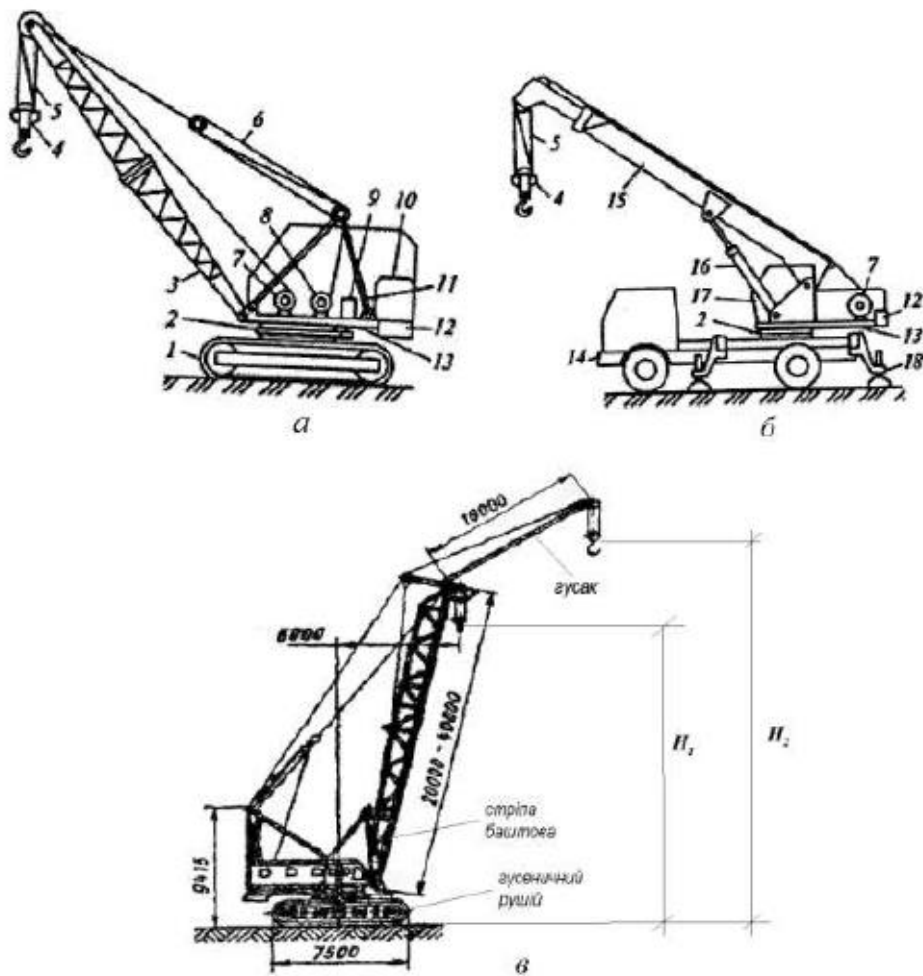
Стрілові самохідні крани на базі трактора можуть мати різне компо-нування. Найчастіше використовуються крани-трубоукладачі з боковим кріпленням стріл, які є основними вантажопідіймальними машинами при будівництві трубопроводів. Промисловість виготовляє крани-трубоукладачі з гідравлічним, механічним і комбінованим приводами.

Основними перевагами стрілових самохідних кранів порівняно з баштовими є їх мобільність, автономність, менші витрати часу при перевезенні кранів з об'єкта на об'єкт. Вантажопідйомність стрілових самохідних кранів залежить від вильоту стріли, яку можна змінювати нарощуванням стріли гусаком (рисунок 5.1, в).

Недолік стрілових самохідних кранів (крім кранів-трубоукладачів) полягає у тому, що переміщення цих кранів з вантажем дозволяється тільки по заздалегідь спланованому майданчику. 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 гусакком (рисунок 5.1, в) мають суттєві експлуатаційні переваги. Ці крани успішно використовують при зведенні будівель промислового і житлового призначення.



а – стріловий самохідний кран на базі трактора з підйомною стрілою; б – самохідний пневмоколісний кран з телескопічною стрілою; в – самохідний кран на базі трактора з баштовою стрілою і підйомним гусаком: 1 – гусеничний рушій; 2 – опорно-поворотний пристрій; 3 – підйомна стріла, 4 – гакова підвіска; 5,6 – поліспасти; 7,8 – стрілова і вантажна лебідки; 9 – пульт привода; 10,17 – силова установка; 11 – двоногий стояк, 12 – противага; 13 – поворотна платформа; 14 – рама ходового пристрою; 15 – телескопічна стріла; 16 – гідроциліндр піднімання стріли; 17 – кабіна; 18 – виносні опори

Рисунок 5.1 – Схема стрілових самохідних кранів

## 5.12 Визначення продуктивності кранів

Продуктивність кранів значно залежить від їх конструктивних особливостей. Крани – машини циклічної дії, тому їх технічна продуктивність, т/год, становить

$$P_T = \frac{3600 \cdot q}{t_u} K_B, \quad (5.1)$$

де  $Q$  – вантажопідйомність крана, т;

$K_B$  – коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю;

$t_u$  – тривалість одного циклу, с.

Крани та їхні механізми розраховані з урахуванням режиму роботи: легкий (Л); середній (С); важкий (В); дуже важкий (ДВ).

Режим роботи крана визначається за кількома показниками, до яких належить коефіцієнт використання за вантажопідйомністю:

$$K_B = \frac{Q_{cp}}{Q_n}, \quad (5.2)$$

де  $Q_{cp}$  – середня маса, т, вантажу, що піднімається;

$Q_n$  – номінальна вантажопідйомність, т.

Значення цих коефіцієнтів для кожного крана залежить від прийнятого режиму роботи.

Тривалість циклу роботи крана становить

$$t_u = t_M + t_P, \quad (5.3)$$

де  $t_M$  – машинний час (частина тривалості циклу, коли працюють механізми крана);

$t_P$  – ручний час (частина тривалості циклу, коли механізми крана не працюють, цей час витрачається на стропування і розстропування, утримання вантажу при закріпленні його в монтажному оснащенні тощо).

Машинний час можна визначити як суму часових інтервалів переміщень, які утворюють цикл. На практиці вони часто менші від ручного часу за рахунок поєднання операцій:

$$t_M = (t_1 + t_2 + t_3) \cdot K_1, \quad (5.4)$$

де  $t_1$  – час піднімання й опускання вантажу, с, при цьому

$$t_1 = \frac{2H}{V_1}, \quad (5.5)$$



$H$  – висота піднімання та опускання, м;  
 $V_1$  – середня швидкість піднімання та опускання, м/с;  
 $t_2$  – час переміщення крана або гака (вантажного візка) при зміні вильоту, с, при цьому

$$t_2 = \frac{2S}{V_2}, \quad (5.6)$$

де  $S$  – довжина шляху переміщення, м;  
 $V_2$  – середня швидкість переміщення, м/с;  
 $t_3$  – час повороту крана, с, при цьому

$$t_3 = \frac{2\alpha}{360\eta}, \quad (5.7)$$

де  $\alpha$  – кут повороту крана, град;  
 $\eta$  – частота обертання поворотної частини крана, 1 с;  
 $K_1$  – коефіцієнт поєднання операцій ( $K_1 = 0,6 \dots 0,8$ ).

Коефіцієнт поєднання операцій визначається конструкцією крана, конкретними умовами роботи та кваліфікацією оператора. Щоб підвищити технічну продуктивність крана, необхідно збільшити значення  $K_1$  шляхом правильного підбору тари при переміщенні сипких і тістоподібних матеріалів та використання багатомісних вантажозахоплювальних пристроїв при переміщенні вантажів малої маси.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Класифікація будівельних кранів.
- 2 Як поділяються козлові крани?
- 3 Сфера застосування козових кранів.
- 4 Сфера застосування мостових кранів.
- 5 Класифікація баштових кранів.
- 6 Сфера застосування баштових кранів.
- 7 Сфера застосування самопідіймальних кранів.
- 8 Класифікація стрілових самохідних кранів.
- 9 Сфера застосування стрілових самохідних кранів.
- 10 Монтаж та демонтаж кранів.
- 11 Визначення продуктивності кранів.

## **Лекція 6. Технологія виконання робіт під час будівництва штучної споруди – водопропускної труби або мостів**

Штучні споруди – це назва споруд, що зводяться в місцях перетину залізницею річок, струмків, потоків дощової і талої води, інших залізничних ліній, трамвайних колій та автомобільних доріг, гірських хребтів, глибоких ущелин і міських територій. Також штучні споруди забезпечують:

- безпечний перехід людей над або під залізничними коліями;
- стійкість крутих укосів, що деформуються;
- регулювання водних потоків з метою запобігання перезволоження і розмивів залізничних колій.

До штучних споруд відносять мости, труби, тунелі, віадуки, естакади, пішохідні мости, підпірні стінки, регуляційні споруди, дюкери, галереї, селеспуски, лотки, швидкотоки, фільтрувальні насипи, причали поромних переправ. Більш ніж 90 % всіх штучних споруд становлять мости і труби.

Конструкція штучних споруд дуже складна і дорога; заміна їх завдає великих труднощів і тому їх розраховують на тривалий термін служби. Не дивно, що експлуатуються штучні споруди, які зводилися в різний час за різними проектами і технічним вимогам, відрізняються великою різноманітністю не тільки призначень, але і систем, типів конструкцій, роду матеріалів і несучої здатності. Усе це значно ускладнює їх експлуатацію, ремонт і повсякденне поточне утримання. Розглянемо основні види штучних споруд та їх призначення.

### **6.1 Складання ескізної схеми споруди**

Вона дає чітке уявлення про споруду, служить для визначення обсягів будівельно-монтажних робіт, а також прийняття рішень щодо технології їх виконання. Схему накреслять на міліметровому папері відповідно до заданих вихідних параметрів і вона має містити основні розміри споруди, необхідні розрізи й перерізи, а також маркування конструктивних елементів.

Мости поділяються на такі конструктивні частини:

- берегова опора;
- проміжна опора;
- прогонові споруди, кожна з яких у поперечному перерізі складається із двох блоків (поздовжнє членування).

Опори у свою чергу складаються із залізобетонного монолітного фундаменту й надфундаментної частини.

## **6.2 Спорудження монолітного залізобетонного (бетонного) фундаменту**

Найпоширенішим для фундаментів труб і мостів малих прогонів є спорудження їх у відкритому котловані, коли фундамент розташовується безпосередньо на щільному ґрунті із улаштуванням підготовки із щебеню або гравійно-піщаної суміші (природна основа) або на штучній основі, звичайно з паль або оболонок.

Залежно від глибини фундаменту, виду й стану ґрунтів відкриті котловани, не покриті водою, можна влаштовувати із закладним кріпленням або без нього, а на водотоці або на суходолах та заплавах за наявності ґрунтових вод – у шпунтовому огороженні.

У завданні прийняті варіанти фундаментів на природній основі з котлованом без кріплення (крутість укосів приймаємо від 1:0,25 до 1:1,0) або в шпунтовому огороженні.

У загальному випадку комплекс робіт зі спорудження монолітного фундаменту на природній основі виконується в такій послідовності:

- улаштування шпунтового огороження (при його наявності);
- риття котловану;
- улаштування підготовки під фундамент;
- провадження залізобетонних (бетонних) робіт.

З наведеного переліку в даному методичному посібнику не розглядаються питання, пов'язані із улаштуванням котловану.

Шпунтове огороження котловану у вигляді дерев'яних або металевих стінок виконується із забивних шпунтових паль. Для занурення шпунтових паль застосовується звичайне пальове устаткування (молоти, віброзанурювачі, вібромолоти), що

підвішується на копри або за допомогою напрямних стріл на крани (автомобільні, гусеничні та ін.).

### **6.3 Провадження монтажних робіт**

Як за обсягом, так і за характером питань, що розроблюються, необхідно:

- підрахувати кількість збірних конструктивних елементів і скласти на них специфікацію;
- намітити (попередньо) устаткування для провадження монтажних робіт;
- розробити технологічну послідовність монтажу збірних елементів і намітити (ескізно) схему їх розкладки й складування;
- зробити остаточний вибір марки монтажних кранів.

На розроблення зазначених питань, що визначають напрямок організації й провадження всіх будівельно-монтажних робіт необхідно звернути особливу увагу, розглянути всі можливі рішення, а прийняті – переконливо обґрунтувати.

### **6.4 Проектування методів монтажу збірних конструкцій**

Розроблення методів монтажу передбачає встановлення оптимальної для даних умов технологічної послідовності зведення збірних конструкцій і вибір відповідного устаткування. Ці питання вирішуються залежно від типу споруди і її об'ємно-планувальної характеристики, заданих місцевих умов будівництва (наприклад, наявність водотоку або суходолу), можливого напрямку й послідовності монтажу, способів подачі елементів під монтаж (з «коліс» або з приоб'єктного складу) тощо.

Для монтажу збірних конструкцій штучних споруд застосовується таке устаткування:

- крани для вантажно-розвантажувальних робіт;
- транспортні засоби для переміщення збірних елементів до монтажного крана в межах будівельного майданчика;
- монтажні крани для встановлення конструкцій у проектне положення;
- монтажні пристрої.

## 6.5 Вибір марки монтажного крана

Метод монтажу конструкцій зі збірного залізобетону визначається переважно схемою споруди і її розмірів, кількістю, масою й розташуванням у споруді монтажних елементів. Комплекс цих факторів у свою чергу визначає необхідні параметри кранів: вантажопідйомність  $P_{кр}$ , висоту піднімання гака  $H_{г}$  і виліт стріли  $d_{вс}$ .

Докладно методика вибору будівельно-монтажних кранів, а також їхні технічні характеристики наведені в [5].

## 6.6 Улаштування гідроізоляції й початкове засипання труб

На заключному етапі спорудження водопропускних труб виконуються такі види основних робіт:

- зашпаровування й гідроізоляція швів між ланками труб;
- гідроізоляція (обмазувальна або обклеювальна);
- заповнення пазух багатоотвірних труб бетоном;
- початкове засипання труб.

### Питання для самоконтролю

- 1 Що таке штучні споруди?
- 2 Що забезпечують штучні споруди?
- 3 Що відносять до штучних споруд?
- 4 Які види штучних споруд найчастіше використовують при будівництві залізниць?
- 5 Вихідні параметри для водопропускних труб.
- 6 Вихідні параметри для моста.
- 7 Конструктивні частини труби.
- 8 Конструктивні частини моста.
- 9 Послідовність комплексу робіт зі спорудження монолітного фундаменту на природній основі.
- 10 Яке устаткування застосовується для монтажу збірних конструкцій штучних споруд?
- 11 Яка методика вибору марки крана?
- 12 Які роботи виконують на заключному етапі будівництва штучної споруди?

## **Лекція 7. Склад та обсяги робіт зі спорудження залізничного земляного полотна**

### **7.1 Призначення земляного полотна**

Земляне полотно – це комплекс ґрунтових споруд, які є основою для верхньої будови колії. Призначення земляного полотна – сприймати тиск від рухомого складу, що передається через елементи верхньої будови колії, захищати від руйнування і забезпечувати стабільність як самого земляного полотна, так і залізничної колії в цілому.

Верхню будову колії безпосередньо на земну поверхню не укладають. Потрібно попередньо прибрати рослинний шар, що має дуже низьку несучу спроможність, і провести вирівнювання земної поверхні по всій трасі зрізання ґрунту в одних місцях і підсипання в інших. При цьому влаштовують різні водовідвідні, протирозмивні й інші укріплювальні споруди, надають верху і укосів земляного полотна відповідні ухили, щоб на них не затримувалася вода і не відбувалося осипання ґрунту.

### **7.2 Склад земляних робіт**

У комплекс земляних споруд залізничного земляного полотна входять:

- насипи, напівнасипи, виїмки, напіввиїмки головної колії, станцій і роз'їздів;
- водовідвідні пристрої: кювети у виїмках і напіввиїмках, нагірні і водовідвідні канали, резерви при насипах, дренажі, прорізи, лотки, штольні;
- захисні укріпні пристрої: берми, струмененапрямні дамби, траверси й інші регуляційні споруди, протиобвальні і протизсувні споруди;
- спеціальні насипи під переїзди, кавальєри і банкети при виїмках.

Роботи зі спорудження земляного полотна підрозділяються на підготовчі, основні, обробно-планувальні та укріпні.

До підготовчих робіт належать:

- відновлення і закріплення траси залізниці;
- розбиття і закріплення смуги відводу і площ, що лежать за її межами для розміщення кар'єрів;
- видалення дрібнолісся, чагарнику, пеньків і великих каменів (валунів);
- розбиття земляного полотна;
- улаштування землевозних шляхів;
- улаштування нагірних та інших водовідвідних каналів, необхідних для створення нормальних умов виконання основних робіт;
- виконання комплексу робіт для спорудження земляного полотна в зимовий період;
- осушення заболочених і перезволожених ділянок траси;
- зрізання дерну, заготівля рослинної землі.

До основних робіт належать:

- пошарове розпушування сухих щільних ґрунтів при розробці виїмок, кар'єрів і резервів скреперами, бульдозерами і грейдерами-елеваторами, розпушування скельних порід, а також мерзлого ґрунту в зимовий період;
- розробка ґрунту у відвал або з навантаженням у транспортні засоби;
- переміщення ґрунту з виїмок, кар'єрів і резервів у насипи, кавальєри або відвали;
- пошарове розрівнювання ґрунту в насипах або кавальєрах;
- пошарове ущільнення ґрунту в насипах;
- улаштування і ліквідація в'їздів і з'їздів при відсипанні насипів транспортними засобами;
- зрізання з укосів насипів другої колії баластових шлейфів і рослинного покриву;
- улаштування уступів при спорудженні насипів на косогорах і другій колії;
- виторфовування при спорудженні насипів на болотах;
- нарізання кюветів у виїмках;
- улаштування регуляційних споруд.

Обробно-планувальні роботи, до яких належать:

- планування основної площадки земляного полотна і нарізання зливної призми;

- планування укосів виїмок і насипів;
- планування станційних площадок;
- планування берм, дна й укосів резервів;
- планування верху й укосів кавальєрів.

Планувальні роботи повинні виконуватися негайно, відразу після закінчення розробки виїмок і зведення насипів.

До укріпних робіт належать укріплення укосів виїмок і насипів, кюветів, канав, берм, конусів, регуляційних споруд тощо.

Укріпні роботи повинні виконуватися, як правило, негайно, відразу після закінчення основних робіт. Укріплення посівом багаторічних трав виконується з урахуванням агротехнічних вимог.

Земляні роботи при спорудженні залізничного земляного полотна повинні виконуватися з максимальним застосуванням комплексної механізації підготовчих, основних, обробно-планувальних і укріпних робіт.

Комплекти машин варто підбирати з розрахунком забезпечення максимальної продуктивності провідної машини, найменшої трудомісткості і вартості робіт.

Роботи зі спорудження земляного полотна повинні вестися цілорічно з віднесенням на зимовий період тих видів робіт, що:

- дають меншу або однакову вартість порівняно з виконанням їх у літній період;
- створюють можливість широкого розгортання будівельних робіт з початком весни;
- скорочують витрати і терміни закінчення робіт у цілому по будівництву;
- забезпечують належну якість земляного полотна.

### **7.3 Розподіл земляних мас**

Сумарний об'єм ґрунту всіх насипів і виїмок, визначений за проектними відмітками поздовжнього профілю, називається профільним об'ємом або профільною кубатурою земляного полотна.

Об'єм ґрунту, що розробляється у виїмках, резервах і кар'єрах для утворення земляного полотна, називається робочим



об'ємом або робочою кубатурою. При провадженні робіт користуються терміном «робоча кубатура». Весь ґрунт із резервів і кар'єрів відсипається у насип. Ґрунт виїмок може використовуватися для насипів не цілком, і в цьому випадку укладається у кавальєри або вивозиться у відвали.

Для зменшення робочої кубатури необхідно максимально використовувати ґрунт із виїмок для відсипання насипів. Це основне завдання вирішується при розподілі земляних мас, що проводиться у такому порядку:

- поздовжній профіль розбивається на окремі робочі ділянки (масиви насипів і виїмок), для кожного з яких вирішується питання розподілу земляних мас;

- визначаються ділянки поздовжнього (переміщення ґрунту з виїмок у насипи) і поперечного (переміщення ґрунту з резервів у насипи або з виїмок у кавальєри) перевезення ґрунту;

- визначається, з яких виїмок, у які насипи, у яких об'ємах і на яку відстань буде переміщатися ґрунт;

- визначається, які насипи, у яких об'ємах будуть відсипатися ґрунтом з резервів або кар'єрів;

- визначається, з яких виїмок, у яких об'ємах буде переміщатися ґрунт у кавальєри або відвали;

- обчислюється середня дальність переміщення ґрунту на ділянках поздовжнього і поперечного перевезення;

- розраховується коефіцієнт використання ґрунту.

При вирішенні питань розподілу земляних мас для більшої зручності, простоти і наочності використовується попикетний графік об'ємів земляних робіт, що являє собою стовпчикову діаграму об'ємів земляних робіт на кожному пікеті, побудовану в горизонтальному масштабі.

Для правильної оцінки робочої кубатури при побудові графіка попикетних об'ємів необхідно врахувати ряд конструктивно-технологічних особливостей земляного полотна, що споруджується. Вони полягають у наступному. Розробка виїмок при впровадженні основних робіт виконується не на повний профіль і доводиться до проектного обрису при плануванні укосів і нарізанні зливної призми. Відсипання насипу виконується з перевищенням проектного профілю з метою забезпечення його осідання, на планування і з урахуванням втрат.

Крім цього, щільність ґрунтів у природному стані в багатьох випадках буває меншою, ніж та, якої необхідно досягти в насипах.

Таким чином, з урахуванням практичних можливостей розподілу пікетні об'єми насипів беруть з коефіцієнтом 1,1, а виїмок – з коефіцієнтом 0,9.

При розподілі земляних масивів на робочі ділянки з використанням кумулятивної кривої варто враховувати її властивості:

1) ордината будь-якої точки, що лежить на кривій, являє собою алгебраїчну суму виїмок і насипів, що лежать у межах ділянки від початкової точки побудови кривої до даної точки;

2) екстремуми кривої відповідають нульовим точкам поздовжнього профілю;

3) будь-яка лінія, проведена паралельно осі абсцис, відтинає на кривій ділянку земляного полотна, що відповідає на профілі ділянкам виїмки і насипу, об'єми яких рівні між собою і вимірюються висотою відсіченого сегмента;

4) площа зазначеного сегмента являє собою добуток об'єму виїмки на середню дальність переміщення ґрунту в насип, тобто являє собою роботу з переміщення ґрунту з виїмки в насип.

Зазначені властивості кумулятивної кривої дозволяють вирішувати ряд практичних завдань при розподілі земляних мас, а саме: установити, яка частина виїмок розміщується у прилеглих насипах, визначити приблизно середню дальність поздовжнього перевезення з виїмки в насип і установити границі поздовжнього перевезення у насип.

У результаті розподілу земляних мас траса поділяється на робочі ділянки з поздовжнім і поперечним перевезенням ґрунту.

При наявності обмежень з використання резервів або кавальєрів передбачається доставка або вивезення ґрунту відповідно з кар'єру або у відвал, що розташовуються осторонь від залізниці, що споруджується.

При розбитті кумулятивної кривої на ділянки необхідно мати на увазі таке:

*по-перше*, врахувати властивості кривої, перераховані вище;

*по-друге*, прагнути до мінімальної кількості ділянок, у тому числі намагатися уникати поперечного перевезення ґрунту, тому

що воно припускає збільшення ширини смуги відводу із займанням родючих земель і вирубкою лісонасаджень;

*по-третє*, враховувати наявність водних та інших перешкод, мостових переходів, що можуть перешкоджати ефективному використанню поздовжнього перевезення ґрунту.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Що таке земляне полотно?
- 2 Які властивості повинно мати земляне полотно?
- 3 Склад земляних робіт?
- 4 Що належить до підготовчих робіт?
- 5 Що належить до основних робіт?
- 6 Що належить до заключних робіт?
- 7 Що таке нульова точка?
- 8 Як визначається нульова точка?
- 9 Що таке кумулятивна крива? Її властивості.
- 10 Розрахунок односхилого резерву.
- 11 Розрахунок двосхилого резерву.
- 12 Як визначається об'єм земляних мас при поздовжньому переміщенні ґрунту?
- 13 Як визначається об'єм земляних мас при поперечному переміщенні ґрунту?
- 14 Для чого необхідно знати середню дальність переміщення ґрунту?

## **Лекція 8. Вибір способів провадження робіт. Визначення кількості машин і термінів провадження робіт**

### **8.1 Основні роботи**

Найбільш раціональним методом організації земляних робіт є комплексна механізація. Підготовчі й основні роботи, які входять до комплексного процесу земляних робіт, виконують комплекти машин і механізмів, раціонально підібрані за їх основними параметрами. Провідним процесом є розробка ґрунту, а провідною машиною у комплексі основних робіт – землерийна машина. Організація земляних робіт повинна забезпечувати максимальну продуктивність провідної машини. Підготовчі, планувально-оброблювальні й укріпні роботи виконують окремі комплекти машин. Комплекти підбирають з таким розрахунком, щоб вартість провадження робіт була найменшою.

Вибір способів провадження робіт і провідних машин комплектів виконують залежно від технологічних параметрів земляного полотна, технологічних і організаційних вимог, що впливають на провадження робіт, галузі застосування провідних машин і конструктивно-експлуатаційних параметрів, а також техніко-економічних показників роботи цих машин на розглянутих ділянках, і з урахуванням:

- конструкції земляного полотна;
- характеристики ґрунтів і трудомісткості їх розробки;
- робочих відміток;
- об'ємів робіт і термінів їх виконання;
- дальності транспортування ґрунту;
- умов рельєфу місцевості;
- пори року і кліматичних умов;
- технічних можливостей застосування тих або інших типів машин у заданих умовах провадження робіт.

Розглянемо галузі застосування деяких землерийних і землерийно-транспортних машин.

Бульдозерна розробка виїмок з переміщенням ґрунту до насипу доцільна при робочих відмітках до 1,5–2 м і дальностях переміщення максимум до 150 м. Бульдозери як самостійні землерийно-транспортні машини застосовують при розробці

дрібних виїмок, рідше – невисоких насипів, а також при влаштуванні земляного полотна поблизу нульових місць, коли ними розробляються початкові ділянки виїмок і відсипаються початкові ділянки насипів.

Скрепери застосовують для роботи в ґрунтах I-II груп важкості розробки. У ґрунтах III групи потрібне попереднє розпушування, що істотно підвищує вартість скреперних робіт. Головне обмеження у застосуванні скреперів – дальність перевезення: для причіпних – близько 600 м, для самохідних – близько 3000 м. Тому сфера застосування причіпних скреперів – поперечне перевезення ґрунту при робочих відмітках до 5–6 м, а самохідних скреперів – розробка виїмок у насип або відвал.

Екскараторне безтранспортне відсипання насипів з резервів основане на використанні великих радіусів різання і вивантаження, що мають драглайни. При наявності бульдозера, що підгортає ґрунт з резерву в робочу зону драглайна, це відсипання може бути застосоване при будь-якому ухилі місцевості і будь-яких формах резервів, що потрібні за умовами закладення.

Однак використання драглайнів обмежується висотою насипу. При драглайнах з ковшами до 1 м<sup>3</sup> найбільша висота при відсипанні з одностороннього резерву не перевищує 1,5–2,0 м. Найбільш ефективні вони при відсипанні насипів з маломінливою висотою.

Екскаратори можуть використовуватися для розробки ґрунтів з навантаженням на транспортні засоби, що вивозять ґрунт у насипи або у кавальєри (відвали). Екскаратори застосовуються в кар'єрах при розробці виїмок великого об'єму. Екскараторна розробка виїмок застосовується у ґрунтах, у яких виявляються недоцільні скрепери, при дальностях перевезення близько 1 км і більше. Для застосування прямих лопат необхідна глибина виїмок не менше 2,5–3,0 м. Автосамоскиди до екскараторів підбираються згідно із нормативною літературою.

Одноковшеві фронтальні навантажувачі розробляють ґрунти I групи без розпушування і II–III груп з попереднім розпушуванням. Використовуються при поздовжній і поперечній схемах транспортування ґрунту. Розробка ґрунту, починаючи з II групи і вище, передбачена в комплекті з бульдозером, що

попередньо насуває ґрунти для наступної розробки навантажувачем.

Одноковшеві навантажувачі працюють як у комплекті з автосамоскидами, так і без них. В останньому випадку дальність переміщення ґрунту не повинна перевищувати 300 м, а максимальна робоча відмітка насипу, що відсипається, – 4 м. При розробці важких розпушених скельних ґрунтів доцільно використовувати гусеничні навантажувачі. Одноковшеві навантажувачі з місткістю ковша більше 3 м<sup>3</sup> застосовуються у кар'єрах.

У зв'язку з наявністю широкої номенклатури машин, що застосовуються для виконання тих самих процесів при спорудженні залізничного земляного полотна, вибір способів і порівняння варіантів механізації земляних робіт повинні виконуватися на підставі порівняння техніко-економічних показників роботи комплектів машин. До цих показників належать:

- продуктивність машинного комплекту;
- виробіток на одного робітника;
- трудомісткість робіт на одиницю продукції;
- приведена вартість провадження робіт;
- енергоємність;
- металоємність на одиницю продукції.

Необхідно для кожної робочої ділянки вибрати не менше двох комплектів машин і порівняти їх за продуктивністю й енергоємністю.

## **8.2 Підготовчі роботи**

До складу підготовчих робіт, як правило, входять: вируб лісу, корчування пнів, зрізання чагарнику, зняття родючого шару з його складуванням і подальшим використанням для рекультивації порушених площ і укріпних робіт, підготовка основ насипів, улаштування нагірних і водовідвідних канал та інші роботи.

Суцільний вируб лісу і чагарнику на перегонах виконується у межах розташування земляного полотна, включаючи берми,

резерви і кавальєри, а також на місцях улаштування водовідвідних каналів, ліній зв'язку, лінійно-колієвих будинків, тимчасових колій та інших споруд.

Можна умовно прийняти площу ділянок, що розчищаються, у вигляді прямокутників у межах границь смуги відводу, обумовленої середніми робочими відмітками виїмок і насипів з урахуванням кавальєрів і резервів.

Корчування пнів повинне виконуватися після вивезення ділової деревини на ділянках улаштування насипів висотою до 1 м, у межах станційних площадок, каналів, тимчасових колій, а також у резервах, виїмках і кар'єрах.

Після корчування пнів і видалення чагарнику виконується зрізання і складування ґрунтового рослинного шару. Складування рослинного шару здійснюється у межах границь смуги відводу в місцях, вільних від технологічних проїздів машин.

Спосіб підготовки основ під насипи залежить від висоти насипу, що відсипається, і величини поперечного ухилу місцевості.

На сухих основах і на місцевості з ухилом пологіше 1:10 насипи відсипаються безпосередньо на природну поверхню ґрунту (після видалення рослинного шару). При поперечному ухилі місцевості від 1:10 до 1:5 і висоті насипу до 1 м необхідно зробити зрізання дерну, якщо рослинний шар ґрунту практично відсутній; при цих же ухилах, але висоті насипу більше 1 м виконується тільки орання основи насипу. На косогорах крутістю від 1:5 до 1:3 основа насипів улаштовується у вигляді уступів шириною 2–3 м. Уступам надається ухил 0,01–0,02 у напрямку падіння схилу. При висоті уступів до 1 м стінки їх улаштовуються вертикальними, при більшій висоті – з укосом крутістю 1:0,5.

До початку основних робіт повинні влаштовуватися нагірні і водовідвідні канали для запобігання потраплянню атмосферних опадів у виїмки й у основу насипів.

Нагірні канали влаштовуємо тільки з верхового боку виїмок. При проектуванні реальних ППР місце розташування і розміри зазначених каналів задані в робочих кресленнях. Нагірна канава передбачається для виїмок на косогірних ділянках з верхового боку в межах смуги відводу. Водовідвідні канали біля насипів

роблять з обох боків на горизонтальних ділянках і з верхової – на косогірних ділянках.

При наявності резервів водовідвідні канали не передбачаються.

### **8.3 Обробно-планувальні та укріпні роботи**

Обробно-планувальні та укріпні роботи виконуються після основних або паралельно з основними, незалежно від часу, що залишився до укладання колії. Земляне полотно на основних роботах повинне бути закінчено вчорні із запасом ґрунту на укосах близько 10–15 см, щоб робити зрізання при планувальних роботах, а не досипання. Роботи ведуться на захватках, як правило, довжиною у виїмках до 300 м і на насипах до 500 м.

У складі обробно-планувальних і укріпних робіт необхідно передбачити таку послідовність:

*для ділянок виїмки:*

- 1) планування укосів;
- 2) нарізання зливної призми;
- 3) улаштування кюветів;
- 4) укріплення укосів гідросіянням трав;

*для ділянок насипів:*

- 1) нарізання зливної призми;
- 2) планування укосів;
- 3) укріплення укосів гідросіянням трав.

### **8.4 Побудова календарного графіка провадження робіт**

На підставі потреби в машинах та робочій силі і термінів виконання робіт складається календарний графік провадження підготовчих, основних, обробно-планувальних і укріпних робіт. Графік треба креслити під кумулятивною кривою зі збереженням пікетних значень ділянок у смузї шириною 30 см, тобто горизонтальний масштаб графіка відповідає масштабу поздовжнього профілю. По вертикалі робочі дні відкладаються в умовному масштабі для всього терміну провадження робіт на розглянутій ділянці (3 км) згідно з вихідними даними.



На графіку підготовчі, обробно-планувальні й укріпні роботи показують у вигляді ліній (певним чином попередньо позначивши кожен вид робіт), а основні роботи – у вигляді прямокутників. У прямокутнику основних робіт указують провідну машину комплекту і термін виконання робіт у днях.

Необхідні дані беруться з відповідних відомостей визначення термінів провадження різних робіт з ділянок. Над календарним графіком у смузї шириною 4–5 см указують такі дані за ділянками основних робіт: номер ділянки, об'єм робіт  $V_{\text{діл}}$ , дальність перевезення  $L_{\text{в}}$ , група ґрунту, спосіб провадження робіт.

На підставі розробленого календарного графіка відповідно до обраних способів провадження робіт надається короткий опис технології виконання робіт на ділянках і їхні особливості в місцях улаштування труб, переїздів тощо.

## **8.5 Матеріально-технічні ресурси, техніко-економічні показники ППР**

Для визначення загальної потреби в машинах і робітниках за періодами провадження робіт складається зведена відомість, у якій окремо для підготовчих, основних, обробно-планувальних і укріпних робіт указується загальна кількість машин різних типорозмірів і робітників за спеціальностями і розрядами.

Для збільшеної оцінки техніко-економічних показників ППР у цілому по об'єкту визначаються:

- 1) термін зведення земляного полотна, діб;
- 2) трудомісткість провадження робіт, люд.дн:

$$T_p = \sum n_i \cdot t_i,$$

де  $n_i$  – кількість осіб, зайнятих на  $i$ -й роботі, люд;

$t_i$  – термін виконання  $i$ -ї роботи, діб.

Звідси

$$T_p = \left( \sum n_i \cdot t_i \right)_{\text{під.роб.}} + \left( \sum n_i \cdot t_i \right)_{\text{осн.роб.}} + \left( \sum n_i \cdot t_i \right)_{\text{оброб.-пл.}};$$

3) питома трудомісткість, люд.дн/м<sup>3</sup>:

$$T_p^{nut} = \frac{T_p}{V_{роб}};$$

4) середньозмінний виробіток на одного робітника, м<sup>3</sup>/люд.дн:

$$B = \frac{1}{T_p^{nut}}.$$

### Питання для самоконтролю

- 1 Провідний процес при розробці ґрунту.
- 2 Від чого залежить вибір способу провадження земляних робіт?
- 3 Галузь застосування бульдозера.
- 4 Галузь застосування екскаватора.
- 5 Галузь застосування фронтального навантажувача.
- 6 За якими показниками підбирається комплект машин для провадження земляних робіт?
- 7 Які роботи відносяться до підготовчих робіт?
- 8 Яка техніка використовується при виконанні підготовчих робіт?
- 9 Що відноситься до обробно-планувальних робіт?
- 10 Яка техніка використовується при виконанні обробно-планувальних робіт?
- 11 Як визначається питома трудомісткість?

## **Лекція 9. Машина для земляних робіт (землерийно-транспортні машини)**

Земляні роботи належать до найбільш трудомістких процесів будівництва. Установлено, що для спорудження 1 м<sup>3</sup> промислового або цивільного приміщення доводиться виконувати відповідно понад 1,5–2,0 та 0,5–1,0 м<sup>3</sup> 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 – підсипання території, колійного 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 та ін.);
- 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).

### **9.1 Машина 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.

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 год становить: 45–55 пеньків; прибирають 15–20 м<sup>3</sup> каміння; згрібають зрізані дерева, чагарники, викорчувані пеньки та каміння на площі 2500–4000 м<sup>2</sup>.

Розпушувачі призначені для шарового розпушування твердих і мерзлих ґрунтів із подальшою їх розробкою іншими видами машин. Найчастіше виготовляють розпушувачі як навісне обладнання, яке розташоване в задній частині гусеничного трактора. 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.

## 9.2 Визначення продуктивності

Технічну продуктивність, м<sup>3</sup>/год, розпушувача обчислюють за формулою

$$P_T = \frac{3600 \cdot V}{t_u}, \quad (9.1)$$

де  $V$  – об'єм ґрунту, розпушуваного протягом циклу, м<sup>3</sup>;

$$V = B \cdot h_{cp} \cdot l, \quad (9.2)$$

де  $B$  – середня ширина смуги розпушування, м;

$h_{cp}$ ,  $l$  – відповідно середня глибина та довжина шляху розпушування, м;

$t_u$  – тривалість циклу, с.

При човниковій схемі руху розпушувача (без розворотів) тривалість циклу становить

$$t_u = \frac{l}{V_p} + \frac{l}{V_x} + t_n + t_o, \quad (9.3)$$

де  $V_p$ ,  $V_x$  – швидкість руху машини відповідно при розпушуванні та зворотному русі, м/с;

$t_n$  – час на перемикання передач, с;

$t_o$  – час на опускання розпушувача, с.

### 9.3 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 належать 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.

#### 9.3.1 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 переважно гідравлічні бульдозери, які забезпечують примусове заглиблення відвала, мають меншу металомісткість і вищу продуктивність. Бульдозери характеризуються 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, розчищення 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 відвала є неповоротні та універсальні. Найпоширеніші – неповоротні гусеничні гідравлічні бульдозери. У цих машин відвал завжди встановлено під прямим кутом до їхньої поздовжньої осі.

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

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 відвала й застосовується при укладанні вантажу шаром значної товщини.

До забою 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 відвала. При цьому зменшується опір пересування призми волочіння і самого бульдозера; збільшується товщина стружки, що зрізається, а також об'єм 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 обладнуватися 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 – обладнання для ущільнення ґрунту.

### 9.3.2 Визначення продуктивності бульдозера

Технічна продуктивність бульдозера, м<sup>3</sup>/год, при копанні становить

$$P_T = \frac{3600 \cdot V_n \cdot K_c \cdot K_y}{t_y}, \quad (9.4)$$

де  $V_n$  – об'єм призми волочіння, м<sup>3</sup>, який обчислюють за формулою

$$V_n = \frac{L \cdot H^2}{2K_p \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (9.5)$$

де  $L, H$  – відповідно довжина і висота відвала, м;

$K_p$  – коефіцієнт розпушування ґрунту, при цьому  $K_p = 1,1 \dots 1,35$ ;

$\varphi$  – кут природного укосу ґрунту, град;

$K_c$  – коефіцієнт збереження ґрунту ( $K_c = 1 - 0,005 \ln$ );

$K_y$  – коефіцієнт урахування впливу схилу на продуктивність (при роботі на підйомах від 5 до 15 % зменшується від 0,7 до 0,4, при роботі на схилах від 5 до 15 % збільшується від 1,4 до 1,6);

$l_n$  – відстань переміщення, м;

$t_u$  – тривалість циклу, с, визначають за рівнянням

$$t_u = \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_\Gamma}{V_{\Pi\Gamma}} + \frac{l_x}{V_x} + 2t_n + t_o, \quad (9.6)$$

$l_p, l_\Gamma, l_x$  – довжина відповідно шляху різання, переміщення ґрунту і зворотного ходу, м;

$V_p, V_{\Pi\Gamma}, V_x$  – швидкості руху бульдозера відповідно при різанні ґрунту, переміщенні та зворотному русі, м/с;

$t_n, t_o$  – час на перемикання передач та опускання відвала, с.

#### 9.4 Бульдозери універсальні їх використання

Універсальні бульдозери розробляють і переміщують ґрунт уперед та вбік. Їх відвал можна встановлювати під кутом від  $90^\circ$  до  $60^\circ$  стосовно поздовжньої осі машини (у плані). За конструкцією ці бульдозери складніші і значно металомісткіші.

Відвал прикріплений сферичним шарніром до П-подібної рами й утримується додатково підкосами. Останні можна переставляти змінюючи кут установлення відвала в плані. За допомогою гвинтових тяг можна змінити кут різання. Відвал піднімається та опускається гідроциліндрами. Існують і такі універсальні бульдозери, у яких кут установлення відвала в плані можна змінити гідроциліндрами з кабіни оператора.

Універсальні бульдозери продуктивніші при зворотному засипанні, плануванні території, очищенні майданчиків. Режим роботи шин циклічний.



Технічну продуктивність, м<sup>2</sup>/год, універсального бульдозера при плануванні території визначають за формулою

$$P_T = \frac{3600 \cdot l_1 (l_2 \cdot \cos \varphi - 0,5)}{n \left( \frac{l}{V} + t_n \right)}, \quad (9.7)$$

де  $l_1$  – довжина ділянки, м;

$l_2$  – ширина відвала, м;

$\varphi$  – кут установлення відвала в плані, град;

0,5 – значення перекриття проходів, м;

$n$  – кількість проходів по одному місцю;

$V$  – швидкість руху бульдозера, м/с;

$t_n$  – час на перемикання передач.

## 9.5 Скрепери їх призначення

Скрепер – землерийно-транспортна машина, призначена для розробки ґрунтів I–IV категорій і транспортування їх на відстань 0,5–5,0 км.

Робочим органом є ковш. Основний параметр скрепера – місткість ковша. Розрізняють скрепери малої (до 3 м<sup>3</sup>), середньої (3–10 м<sup>3</sup>) і великої (понад 10 м<sup>3</sup>) місткості, у найбільших місткість ковша 15; 25; 40 м<sup>3</sup>.

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 стінки 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.

## 9.6 Скрепери гідравлічні. Основні механізми їх призначення

При копанні стружка, що утворюється, потрапляє в ковш, заповнюючи спочатку його задню частину, а потім передню. У процесі частина тягового зусилля витрачається на переміщення завантаженого ковша. Установлено, 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, 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 об'ємах земляних робіт для розробки, транспортування та укладання ґрунту в штучні споруди або відвал із подальшим розрівнюванням, плануванням та частковим ущільненням.

### 9.6.1 Продуктивність скрепера

Технічна продуктивність,  $\text{м}^3/\text{год}$ , скрепера становить

$$P_T = \frac{3600 \cdot q \cdot K_H}{K_P \cdot t_u}, \quad (9.8)$$

де  $q$  – місткість ковша скрепера,  $\text{м}^3$

$K_H$  – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом, при цьому  $K_H = 0,6-1,1$ ;

$K_P$  – коефіцієнт розпушування ґрунту, при цьому  $K_P = 1,1-1,3$ ;

$t_u$  – тривалість робочого циклу, с:

$$t_u = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} + \frac{l_4}{V_4} + t_1 + n \cdot t_2, \quad (9.9)$$

де  $l_1, l_2, l_3, l_4$  – довжина ділянок відповідно при заповненні ковша, транспортуванні ґрунту, розвантаженні ковша, холостому ході скрепера, м;

$V_1, V_2, V_3, V_4$  – швидкість скрепера відповідно при заповненні ковша, транспортуванні ґрунту, розвантаженні, холостому ході, м/с;

$t_1$  – час на перемикання передач, с;

$n$  – кількість поворотів у циклі;

$t_2$  – час на один поворот, с, при цьому  $t_2 = 15\text{--}20$  с.

## 9.7 Грейдери, автогрейдери їх призначення

Грейдери – землерийно-транспортні машини. Робочий орган – відвал, який призначений для виконання планувальних та профілювальних робіт.

Грейдери застосовують для шарової розробки і переміщення ґрунтів I–III категорій на будівельних майданчиках, переміщення дорожньобудівельних 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) і важкі (до 15 т).

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

Така конструкція автогрейдера дає змогу регулювати кут зрізання, зміщувати відвал уздовж осі автогрейдера за допомогою гідроциліндрів, установлювати відвал під будь-яким кутом у плані, змінювати цей кут у поперечному напрямі до  $18^\circ$  і в бік, піднімати й опускати відвал, виносити вбік.

Стійкість автогрейдера при дії на нього поперечної сили від косо встановленого відвала та переміщенні по крутосхилу можна забезпечити бічним нахилом передніх коліс.

## Питання для самоконтролю

- 1 Призначення кущорізів.
- 2 Призначення викорчовувачів.
- 3 Призначення розпушувачів.
- 4 Призначення бульдозера, визначення його продуктивності.
- 5 Призначення скрепера, визначення його продуктивності.
- 6 Призначення грейдера, визначення його продуктивності.
- 7 Призначення автогрейдера, визначення його продуктивності.

## **Лекція 10. Екскаватори одноковшові, з гідравлічним приводом. Екскаватори безперервної дії**

### **10.1 Екскаватори з механічним приводом, конструктивні схеми, призначення**

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). Усі операції (копання, транспортування ґрунту, розвантаження, повернення ковша до забою) 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 об'ємів 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 у важких умовах.

## 10.2 Продуктивність екскаватора

Технічна продуктивність, м<sup>3</sup>/год, одноковшових екскаваторів при копанні ґрунтів становить

$$P_T = \frac{3600 \cdot q \cdot K_H}{K_P \cdot t_u}, \quad (10.1)$$

де  $q$  – місткість ковша, м<sup>3</sup>;

$K_H$  – коефіцієнт наповнення ковша,  $K_H = 0,9 \dots 1,2$ ;

$K_P$  – коефіцієнт розпушування ґрунту,  $K_P = 1,15 \dots 1,4$ ;

$t_u$  – тривалість робочого циклу, с.

## 10.3 Екскаватори безперервної дії

До екскаваторів безперервної дії належать 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.

## 10.4 Траншейні екскаватори

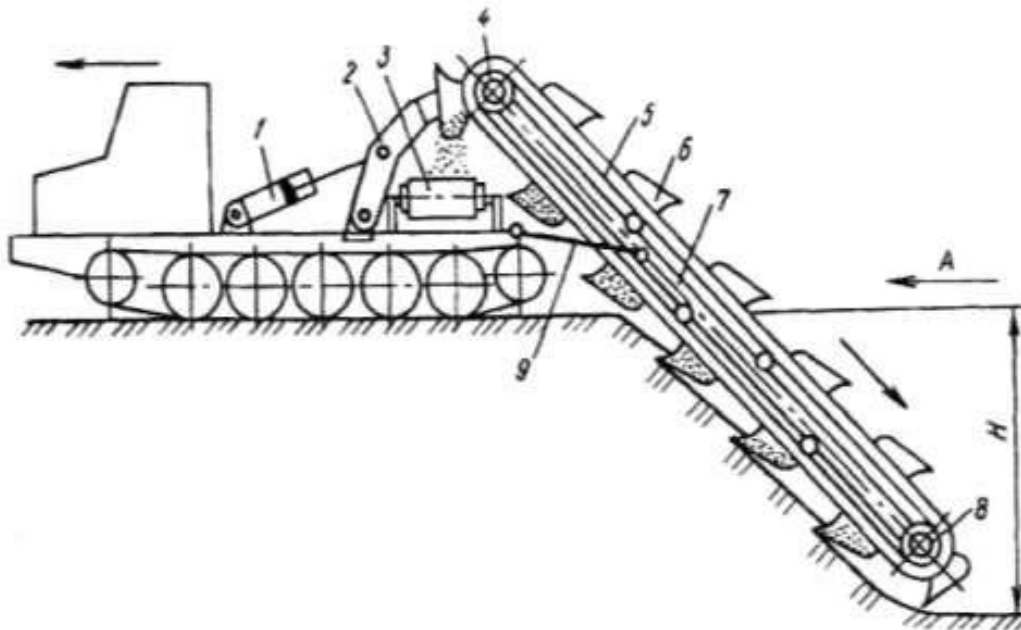
Траншейні екскаватори використовують для риття траншей і щілин прямокутного і трапецієподібного профілю під трубопроводи, каналізаційні й теплофікаційні системи, лінії зв'язку та електропостачання, для риття траншей під стрічкові фундаменти, для виконання гідротехнічних і меліоративних робіт. Їх виготовляють як екскаватори поздовжнього копання.

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 екскаваторах 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, відсипаючи його у валик, паралельний траншеї. 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 у нормальному стані, так і мерзлі ґрунти.

### 10.5 Ланцюгові екскаватори

Конструктивну схему ланцюгового навісного траншейного багатоковшового екскаватора наведено на рисунку 10.1.



1 – гідроциліндр піднімання та опускання робочого органу; 2 – рама; 3 – стрічковий відвальний конвеєр; 4,8 – ведуча і натяжна зірочки; 5– тяговий ланцюг; 6 – ківш; 7 – ковшова рама; 9 – жорстка тяга

Рисунок 10.1 – Конструктивна схема ланцюгового багатоковшового траншейного екскаватора

## 10.6 Роторні екскаватори

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, обладнане ковшами.

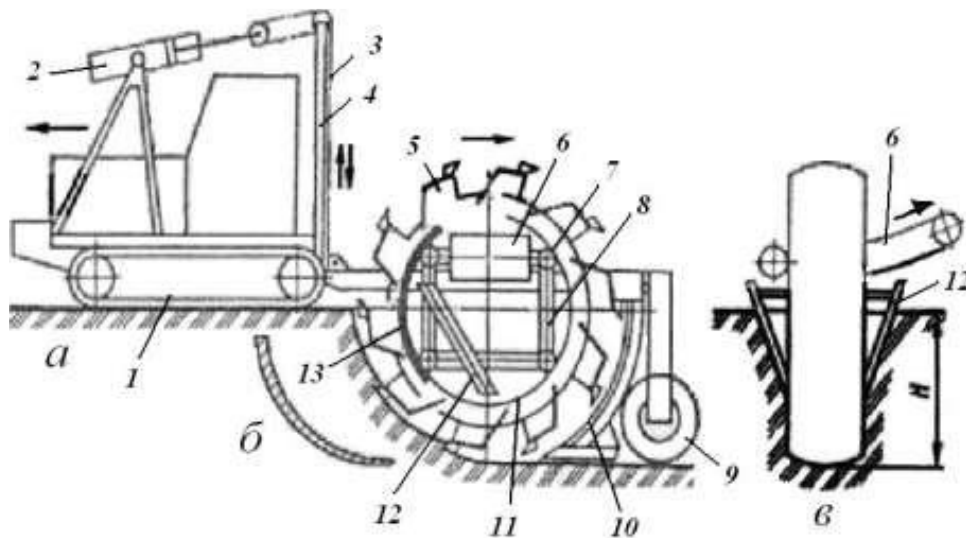
Роторні траншейні екскаватори найчастіше виготовляють за напівпричіпною схемою (рисунк 10.2).

## 10.7 Визначення продуктивності

Технічна продуктивність, м<sup>3</sup>/год, багатоковшових екскаваторів визначається:

- роторних

$$P_T = \frac{3,6 \cdot q \cdot K_H \cdot Z \cdot n}{K_P}, \quad (10.2)$$



а – конструктивна схема; б – поздовжній переріз стружки; в – вид з боку робочого органу; 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 укісоутворювачі; 13 – напрямна

Рисунок 10.2 – Роторний траншейний екскаватор



- ланцюгових

$$P_T = \frac{3,6 \cdot q \cdot K_H \cdot V_{Ц}}{K_P \cdot t_k}, \quad (10.3)$$

де  $q$  – місткість ковша, л;

$K_H$  – коефіцієнт наповнення ковша,  $K_H = 0,7 \dots 1,1$ ;

$Z$  – кількість ковшів на роторі;

$n$  – частота обертання ротора, с<sup>-1</sup>;

$K_P$  – коефіцієнт розпушування ґрунту,  $K_P = 1,1 \dots 1,3$ ;

$V_{Ц}$  – швидкість переміщення ковшового ланцюга, м/с;

$t_k$  – крок ковшів, м.

### Питання для самоконтролю

- 1 Що таке екскаватор? Його класифікація.
- 2 Що таке екскаватор пряма лопата? Сфера його використання.
- 3 Що таке екскаватор зворотна лопата? Сфера його використання.
- 4 Що таке траншейний екскаватор? Сфера його використання.
- 5 Що таке ланцюговий екскаватор? Сфера його використання.
- 6 Що таке роторний екскаватор? Сфера його використання.
- 7 Визначення продуктивності екскаватора.

## **Лекція 11. Машини для ущільнення ґрунтів**

Ущільнення насипних ґрунтів забезпечує задану щільність ґрунтів, стабілізацію їх механічних властивостей. Якість ущільнення оцінюють коефіцієнтом ущільнення, що визначається як відношення досягнутої щільності до найбільшої стандартної. Основними способами ущільнення є: укочування, трамбування, вібрування або сполученням цих способів. Ущільнення укочуванням відбувається у результаті тиску, який створюють вальця або колеса котків, що перекочуються по поверхні ґрунту.

Укочування ґрунтів відбувається за допомогою причіпних, напівпричіпних та самохідних котків, призначених для шарового ущільнення ґрунтів та інших сипких матеріалів (гравію, щебеню тощо) при спорудженні дамб, дорожніх насипів, гребель, засипанні каналів. В'язкі й грудкові ґрунти ущільнюють кулачковими котками, які створюють тиск, що переважає межі міцності ґрунту.

Ущільнення трамбуванням здійснюється ударами робочих органів трамбувальних машин і застосовують для ущільнення зв'язаних ґрунтів. Спосіб ущільнення вібруванням полягає у передачі ґрунту коливальних рухів від підвісних, причіпних і самохідних вібраторів. При вібруванні відбувається взаємне переміщення твердих частинок, що приводить до ущільнення ґрунту.

Якщо збурююча сила перевищує визначену межу, вібратор відривається від поверхні ґрунту, при цьому вібрування переходить у вібротрамбування.

### **11.1 Котки статичної і вібраційної дії**

Розрізняють котки статичної дії і вібраційні.

Котки ефективні на лінійних об'єктах значної протяжності або на великих площах.

За типом робочого органу котки бувають з гладкими, кулачковими, ребристими вальцями або пневмоколісні.

Гладкі котки ущільнюють ґрунт шарами 0,15–0,3 м без розпушування його поверхні або з незначним розпушуванням завглибшки 1–3 см (у незв'язних ґрунтах). Їх застосовують для

ущільнення в один-два проходи поверхні ґрунту, для укочування щебеню та ущільнення дорожнього покриття. Роботу виконують човниковим способом або з розворотом у кінці проходки. На котках передбачають скребки для знімання налиплого матеріалу.

Кулачкові котки виготовляють причіпними. Ці котки можуть ущільнювати шар ґрунту завтовшки 0,3 м. Подібно до кулачкових ребристі й ґратчасті котки здійснюють глибинне ущільнення ґрунту, заглиблюючись у нього ребрами або прутками.

Робочі поверхні ребристих котків виготовляють з кількох співвісних кільцевих бандажів з хвилеподібними зовнішніми поверхнями, виступи яких розміщені в шаховому порядку.

Обичайка ґратчастого котка виготовлена з прутків і має квадратні чарунки. Для укочування ґрунту на невеликих площах використовують комплект з кількох котків, об'єднаних спільними траверсами.

Пневмоколісні котки можуть бути причіпними, напівпричіпними й самохідними.

Самохідні віброкотки випускають дво- і тривальцьовими. Вмонтовані віброзбудники мають ведучі вали, привод механічний або гідравлічний.

Самохідні комбіновані котки мають ведучі вальці з пневматичних шин та керованим гладким металевим вальцем. Висока ефективність таких котків досягається за рахунок послідовного впливу вібрації і статичного навантаження. Привод ведучих вальців та віброзбудників переважно гідравлічний.

## **11.2 Трамбувальні машини**

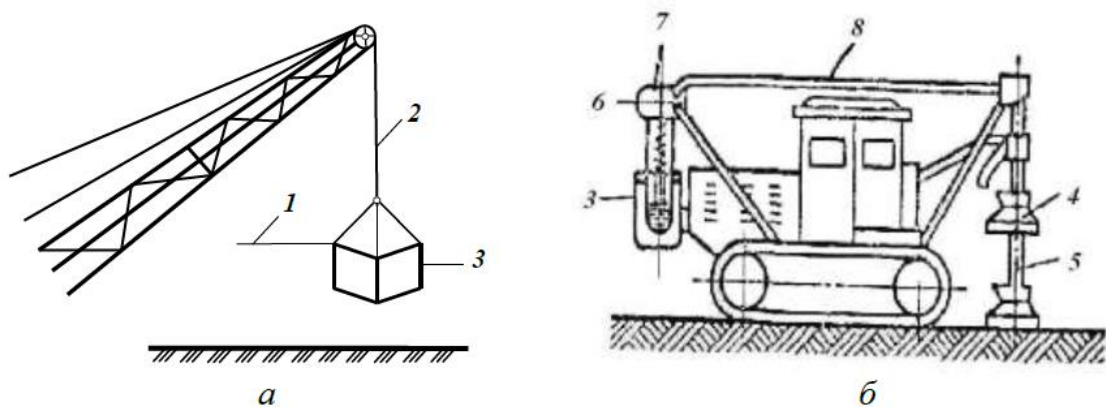
Трамбувальні машини ущільнюють важкі зв'язні й незв'язні ґрунти шарами 1,0–1,5 м, а також ґрунти в природному заляганні вільнопадаючими чавунними або залізобетонними вантажами з опорною поверхнею до 1 м<sup>2</sup>.

Необхідна щільність насипного ґрунту досягається за 3–6 ударів по одному сліду.

Ущільнення здійснюється за допомогою екскаватора-драглайна (рисунок 11.1, а), на підйимальному канаті якого підвішують вантаж.

При значних об'ємах робіт слід використовувати самохідні трамбувальні машини безперервної дії на базі гусеничних тракторів тягового класу 100 кН.

Трактор обладнують ходозменшувачем, що забезпечує його повільний безперервний рух у процесі трамбування. Ґрунт ущільнюють двома чавунними плитами (рисунок 11.1, б), які по чергово піднімають і опускають, ковзаючи по встановлених позаду трактора напрямних штангах.



а – на базі екскаватора драглайна, 1 – канат для запобігання закручуванню вантажу; 2 – підймальний канат; 3 – вантаж; б – на базі трактора (зовнішній вигляд); 3 – редуктор відбору потужності; 5 – напрямна штанга; 4 – ущільнююча муфта; 6, 7 – нерухомі та рухомі блоки; 8 – канат

Рисунок 11.1 – Ущільнювальні машини

### 11.3 Визначення продуктивності

Технічна продуктивність, м<sup>3</sup>/год, ущільнювальних машин безперервної дії становить

$$P_T = \frac{B - b}{1000 \cdot V \cdot h \cdot n}, \quad (11.1)$$

де  $B$  – ширина смуги ущільнення, м;

$b$  – ширина перекриття суміжних смуг ущільнення при  $b = 0,1$  м;

$V$  – середня швидкість руху машини, км/год;  
 $h$  – товщина шару ущільнення, м;  
 $n$  – необхідна кількість проходів по одному сліду.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Для чого необхідне ущільнення ґрунту?
- 2 Для яких ґрунтів виконують ущільнення?
- 3 Як розрізняють котки?
- 4 Для чого необхідні трамбувальні машини?
- 5 Для яких ґрунтів виконують трамбування?
- 6 Визначення технічної продуктивності ущільнювальних машин.

## Лекція 12. Спорудження конструктивних елементів залізничної колії

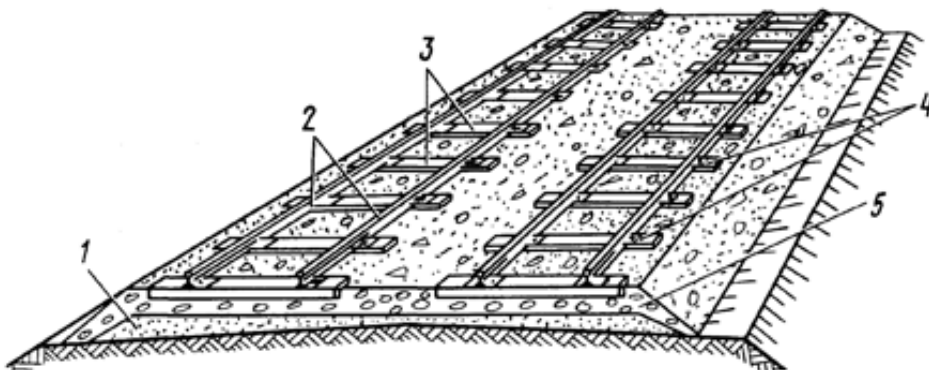
### 12.1 Планування будівельного виробництва

Будівництво залізниці – складний багатоступеневий процес, який містить практично всі види будівельних та монтажно-будівельних робіт. Тому весь процес будівництва виконують у три періоди: підготовчий, основний та заключний. При виконанні кожного виду робіт, так само, як і при спорудженні кожного об'єкта (у будь-якому з періодів), у свою чергу ведуть підготовчі, основні, заключні (опоряджувальні) та допоміжні роботи.

### 12.2 Організація робіт зі спорудження верхньої будови колії

Верхня будова колії призначена для напрямку руху рухомого складу, сприйняття навантаження від коліс рухомих поїздів і передачі її нижньому шару будови колії (земляному полотну і штучним спорудам), розміщеній на досить великій поверхні.

Верхня будова колії (рисунок 12.1) являє собою комплексну конструкцію, елементи якої залежно від заданих функцій і необхідної несучої здатності виконані з різнорідних матеріалів.



- 1 – піщана подушка; 2 – сталеві високоміцні рейки; 3 – шпали;  
4 – металеві рейкові скріплення; 5 – баластовий шар

Рисунок 12.1 – Елементи верхньої будови колії

Рейки, з'єднані зі шпалами, утворюють рейко-шпальную решітку.

Верхня будова колії повинна відповідати таким основним вимогам:

– мати досить високі для заданих умов експлуатації міцність і надійність, що гарантують безперебійність і безпеку руху поїздів;

– мати якомога більшу стійкість в експлуатації, незмінність у часі своїх форм і взаємного розташування елементів;

– мати якомога більш тривалі терміни служби всіх елементів і мінімальну потребу у виправленні, ремонті та експлуатаційних витратах на утримання в справності всіх складових елементів;

– допускати масове виготовлення всіх елементів, а також застосування при складанні, заміні і ремонті високопродуктивних засобів механізації.

### **12.3 Розрахунок необхідної продуктивності ланко-збиральної бази**

Ланко-збиральна база за продуктивністю повинна забезпечувати безперервність процесу зі спорудження верхньої будови колії – укладання колії.

Графіком організації будівництва залізничної лінії були встановлені строки початку й закінчення укладання верхньої будови колії. Необхідну продуктивність ланко-збиральної бази з урахуванням цих обставин можна визначити за формулою:

$$P_{\text{б}}^{\text{необ}} = (L_p \times K_c \times 1000) / ((t_y - 1) + t_1), \quad (12.1)$$

де  $L_p$  – розгорнута довжина ділянок укладання колії;

$K_c$  – коефіцієнт нерівномірності попиту продукції бази,  $K_c = 1,05$ ;

$t_{\text{укл}}$  – час укладання рейко-шпальної решітки, дні (приймається із графіка організації будівництва);

$t_1$  – час від початку збирання рейко-шпальної решітки на ланко-збиральній базі до початку укладання колії.

## 12.4 Технологія укладання рейко-шпальної решітки

Ланки на рухомий склад завантажують відповідно до укладальної відомості так, щоб при укладанні колії було забезпечено необхідну черговість ланок з укороченими й нормальними ланками. Накладки й болти з гайками й шайбами завантажують на перші головні платформи укладального поїзда. Завантажені на платформи ланки повинні бути закріплені від поздовжніх і поперечних зсувів.

Дозволяється перевезення пакетів ланок на платформах по колії, що будується в межах одного перегону.

Ланки колії із залізобетонними шпалами укладають на підготовлене земляне полотно. Для запобігання пошкодженню шпал при пропуску рухомого навантаження й забезпечення цілісності основної площадки земляного полотна ланки кладуть на дві попередньо відсипані піщані смуги. Піщані смуги влаштовують із баласту, передбаченого проектом для відсипання першого шару баластової призми, в об'ємі 150 м<sup>3</sup> на 1 км колії. Вивантажений з автомобілів-самоскидів або скреперів пісок планують автогрейдером, ніж якого в середній частині обладнують прямокутним виступом, що утворює заглиблення між смугами розміром 0,05 × 0,7 м.

Улаштування піщаних смуг можна також організувати із застосуванням бункера, що має днище із двома випускними отворами шириною 1 м, розташованими на відстані 0,7 одне від другого. У цьому випадку пісок з автомобілів-самоскидів вивантажують у бункер.

Піщані смуги дають змогу правильно обперти залізобетонні шпали під рейками. Якщо залізобетонні шпали обпиралися б на піщану подушку й середню частину постелі, то могли б утворитися тріщини в них. Поверхню піщаної баластової призми, відсипаної на земляне полотно, планують автогрейдером; ножем автогрейдера утворюють канавку між піщаними смугами. Основна площадка земляного полотна до відсипання піщаних смуг повинна бути ущільнена до нормованих меж, ретельно спланована й нівельована.

Рейкову колію укладають механізованим способом із застосуванням укладальних кранів. Ланки колії із



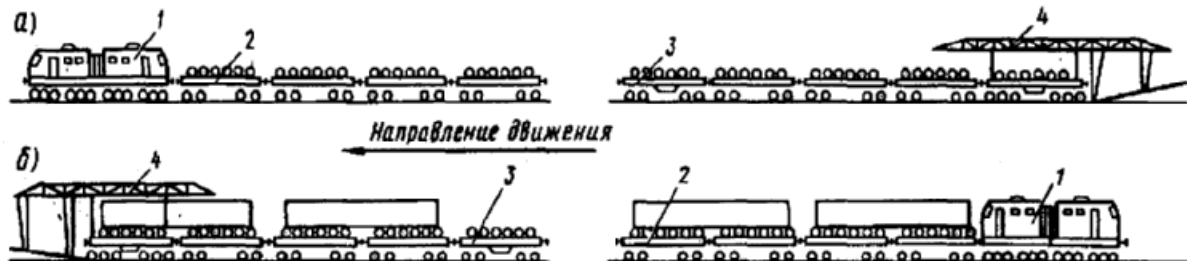
залізобетонними шпалами укладають колієукладальними кранами так, щоб кінці шпал лежали на піщаних смугах.

Колієукладач УК-25 у процесі укладання колії виконує такі операції: ланка, що перебуває в пакеті, перетягнутому із ближньої платформи на кран, піднімається вантажопідіймальним пристроєм; крановими візками виноситься в кінець консольної ферми й укладається на земляне полотно по осі колії. Кінці рейок опущеної ланки монтери колії тимчасово скріплюють із попередньою ланкою, покладеною в колію, інвентарними розпірками або автоматичними скобами, які після пересування вперед колієукладального поїзда замінюють постійними накладками. Пакети ланок перетягають укладальним краном, не перериваючи його роботу: кран з піднятою останньою ланкою пакета переміщається по покладеній на земляне полотно ланці й одночасно перетягує на першу половину своєї платформи наступний пакет. Уклавши підняту ланку на полотно, кран, при переміщенні вперед по колії, перетягає наступний пакет на всю довжину своєї платформи. Цю операцію називають «ближнім перетяганням». Після звільнення від пакетів усіх платформ, які містяться в крані, виконують «далеке перетягання» пакетів: платформи, що звільнилися, відводять моторною платформою до состава з ланками й моторною платформою або локомотивом перетягають на них пакети ланок.

## **12.5 Машини для укладання рейко-шпальної решітки**

Укладання рейко-шпальної решітки при ланковому способі ведуть ланковими колієукладачами. Колієукладач складається з укладального крана, 2–5 моторних платформ і состава із чотиривісних платформ, обладнаних роликівими конвеєрами, порталними арками й пристроями для закріплення пакетів ланок. При великому фронті одна із платформ може бути обладнана електролебідкою для перетягування пакетів ланок уздовж состава на відстань до 200 м. Ланки зібрані на базі, укладають у пакети на платформи состава. Вони обпираються на ролики рейками переверненої нижньої ланки. У такому випадку ланки обладнуються наконечниками. Пакети з 25-метровими ланками розміщують на двох чотиривісних платформах, а

12,5-метрові – на одній. При капітальному ремонті колії стару колійну решітку заміняють новою. У такому випадку необхідно мати не один поїзд, а два. Першим знімають старопридатну колійну решітку, тому поїзд називають колієрозбірним, другим укладають нову колійну решітку, його називають колієукладальним.



а – колієрозбірного; б – колієукладального: 1 – локомотив;  
 2 – чотиривісні платформи з роликівими конвеєрами;  
 3 – моторні платформи; 4 – кран

Рисунок 12.2 – Схеми поїздів

### Питання для самоконтролю

- 1 З яких елементів складається верхня будова колії?
- 2 Яким основним вимогам повинна відповідати верхня будова колії?
- 3 Організація робіт зі спорудження верхньої будови колії.
- 4 Що входить до складу колієукладальних робіт?
- 5 Як визначається необхідна продуктивність ланкозбиральної бази?
- 6 Технологія робіт зі спорудження верхньої будови колії.
- 7 Які машини використовують при укладанні верхньої будови колії?

## **Лекція 13. Технологія робіт з електрифікації залізниці**

### **13.1 Електрифікація залізниць**

До основних робіт при електрифікації залізниць належать роботи з будівництва й монтажу пристроїв електропостачання – контактної мережі, тягових підстанцій, постів секціонування, що живлять лінії зовнішнього енергопостачання напругою до 35 кВ, а також будівництво службово-технічних будівель (майстерень, складів, контор ділянок енергопостачання); будівництво споруд локомотивного господарства (електровозних і моторвагонних депо, екіпірувальних пристроїв і ін.); будівництво житлових будинків для працівників служби електрифікації.

Із загальної кошторисної вартості на витрати, пов'язані з електрифікацією, припадає близько 75 %. Вартість пристроїв енергопостачання становить при постійному струмі близько 65 %, а приблизно 50 % всієї кошторисної вартості.

При будівництві нової залізниці під електричну тягу роботи починають зі спорудження пристроїв електропостачання тягових підстанцій – високовольтних мереж до них і монтажу знижувальних трансформаторів і трансформаторів для власних потреб. Електропостачання будівництва здійснюється від знижувальних трансформаторів тягових підстанцій зі спорудженням ліній електропередачі до відповідних об'єктів провадження робіт.

Відстань між тяговими підстанціями постійного струму – 20–25 км, а змінного струму при системі 27,5 кВ – 45–50 км.

Тягові підстанції постійного і змінного струму складаються із двох основних частин: закритої, тобто будівлі, і відкритої. У закритій частині тягової підстанції змінного струму розміщують щит керування, вентиляційну, кислотну, акумуляторну, а також гараж, службові приміщення й майстерню чергового пункту контактної мережі, а на відкритій – знижувальні трансформатори, високовольтні вимикачі, розрядники, тягові трансформатори, опори й опорні конструкції для повітряних електричних ліній, роз'єднувачів та іншого устаткування, прожекторні щогли, блискавковідводи, кабельні канали, пристрої водопостачання, каналізації, бак для трансформаторної оливи, під'їзні колії й

дороги, розвантажувальну платформу, контур заземлення й огородження. Процес будівництва тягової підстанції складається з підготовчих робіт, спорудження будівлі закритої частини й конструкцій відкритої частини, електромонтажних і пусконаладжувальних робіт. Монтаж тягових підстанцій виконує монтажний поїзд. Електромонтажні роботи на тягових підстанціях здійснює комплексна бригада.

### **13.2 Організація робіт зі спорудження зв'язку та СЦБ**

Основним призначенням зв'язку, СЦБ, а також пристроїв автоматики, телемеханіки (АТЗ) і енергопостачання є гарантування безпечного безперебійного руху поїздів при постійній експлуатації залізниці.

У комплексі будівництва залізниці на спорудження ліній і пристроїв АТЗ припадає 3–4 % загальної вартості й 5–7 % трудомісткості. У середньому на 1 км будівельної довжини головних колій на спорудження ліній зв'язку витрачають близько 350 люд.дн, а пристроїв АТЗ – 900 люд.дн, на спорудження енергетичного господарства в середньому припадає 2–3 % загальної трудомісткості й вартості (на 1 км витрачають до 210 люд.дн).

Усі роботи з улаштування АТЗ і енергопостачання поділяються на будівельні і спеціалізовані. Будівельні роботи, до яких належать підготовчі, спорудження будівель зв'язку, постів електричної централізації, трансформаторних підстанцій виконують генпідрядні загальнобудівельні організації. Спеціалізовані ж роботи з прокладання ліній зв'язку, монтажу пристроїв автоблокування тощо, ведуть субпідрядні організації – механізовані колони, спеціалізовані будівельно-монтажні поїзди зв'язку.

Спорудження будівлі зв'язку, автоматики, телемеханіки, а також енергопостачання розрізняють перегінні й станційні. До перегінних відносяться магістральні лінії телефонно-телеграфного зв'язку, високовольтно-сигнальні лінії (ВСЛ) і повітряні лінії поздовжнього електропостачання (ВЛ), а до станційних – пристрої електричної централізації стрілок, будівлі

зв'язку, підсилювальні пункти, трансформаторні підстанції, спеціальні технічні й службові будівлі.

Магістральна лінія зв'язку частково повинна бути готова до моменту введення залізниці або її ділянок у тимчасову експлуатацію. До цього моменту слід закінчити підготовку ліній диспетчерського, поїздного і постанційного, а на роздільних пунктах – стрілочного зв'язку. Пристрої автоматики й телемеханіки на станціях і роз'їздах споруджують після укладання колії й стрілочних переводів, баластування їх до проектних відміток, заповнення баластом міжколій, планування місць улаштування напольних пристроїв. Відповідно до цього узгоджують роботу колієукладально-баластувального комплексу й підрозділів, що здійснюють будівництво споруд зв'язку, автоматики й телемеханіки.

Прокладання магістральних кабельних ліній у тілі земляного полотна, будівництво ліній і споруд автоблокування, силових ланцюжків та інших пристроїв здійснюють у післяукладальний період. Спорудження високовольтно-сигнальних ліній повинно випереджати монтаж перегінних і станційних пристроїв автоблокування не менш ніж на 1–2 місяці.

### **13.3 Побудова контактної мережі та визначення обсягу робіт**

На одноколійній залізниці опори встановлюють з боку, протилежного заданому розташуванню другої колії. Якщо укладання другої колії не передбачається, то в місцях кривих ділянок колії опори, як правило, встановлюють тільки із зовшнього боку.

Залежно від місця встановлення і відповідно до навантажень, що діють на опори, вони діляться на анкерні, перехідні, проміжні і фіксуючі. Анкерні опори розташовані на кінцях анкерної ділянки, перехідні – між двома анкерними в місцях сполучення двох анкерних ділянок. Найбільш поширеними є проміжні опори.

Спочатку на плані ділянки всі опори помічаються як проміжні і місця встановлення анкерних перехідних опор не вказуються.

При розташуванні опор на прямих ділянках насипів, а також із зовнішнього боку всіх кривих і внутрішнього боку кривих радіусом більше 1200 м, приймається нормальний габарит розташування опор від осі колії рівним 3100 мм. З внутрішнього боку кривих радіусом від 1200 до 350 м відстань від осі колії до внутрішнього боку опори приймається 3200 мм, а на кривих радіусом менше 350 м цю відстань збільшують до 3300 мм. У виїмках, як правило, опори встановлюють за кюветами на відстані 4900 мм, а в снігозаносних виїмках опори встановлюються на відстані 5700 мм.

Для проміжних опор на прямих і кривих ділянках радіусом  $R > 1200$  мм використовуються опори СКЦ 4,5–13,6 або СКЦ 4,5—10,8 (С – струнобетонна, К – конічна, Ц – центрифугована, 4, 5 – нормативний згинальний момент у т.см, 13,6 або 10,8 довжина опор у м).

Для анкерних опор приймаються опори СКЦ 8–13,6 або СКЦ 8–10,8, до яких уздовж колії прикріпляються металеві відтяжки і які з'єднують опору із залізобетонними анкерами, а під анкерні опори поміщають опорну плиту.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Що відносять до основних робіт при електрифікації залізниць?
- 2 З яких етапів складається електрифікація залізниці?
- 3 Основне призначення електрифікації залізниці.
- 4 Етапи будови електрифікації залізниці.
- 5 Визначення об'ємів робіт при електрифікації.
- 6 Які опори використовуються при електрифікації?
- 7 Які фундаменти використовуються при електрифікації?

## **Лекція 14. Технологія монолітного бетону, залізобетону та кам'яної кладки**

### **14.1 Структура і зміст технологічних процесів зведення монолітних залізобетонних конструкцій**

Технологічний комплексний процес зведення монолітних бетонних будівель охоплює заготівельні, транспортні й монтажні процеси.

Заготівельні процеси виконують, як правило, у заводських умовах. Це виготовлення елементів опалубки, риштувань, арматури, приготування бетонної суміші, виготовлення елементів до розігрівання бетону, відновлення елементів опалубки багаторазового використання. Транспортні процеси полягають у доставленні з місць виготовлення до будівельного майданчика опалубки, риштувань, арматури, бетонної суміші. Монтажні процеси – це встановлення опалубки, монтаж арматури, укладання бетонної суміші, догляд за бетоном, розбирання опалубки. Ефективність бетонних і залізобетонних робіт залежить як від технологічного рівня кожного окремого процесу, так і від ступеня узгодженості їх виконання. Зведення монолітних конструкцій є досить трудомістким процесом. Добовий виробіток одного працівника становить 0,5–2 м<sup>3</sup>.

Залежність технології від кліматичних умов спричинена насамперед впливом температури й вологості повітря на швидкість твердіння бетону. За середньодобових температур +5...+25° С і відносній вологості понад 50 % бетонні роботи виконують за звичайною технологією. Для запобігання пересиханню і забезпечення нормальних умов вологості в літніх умовах (понад +28°С) потрібні спеціальні заходи для захисту бетонної суміші.

### **14.2 Улаштування опалубки**

Опалубка – це тимчасова допоміжна конструкція для забезпечення форми, розмірів і положення у просторі монолітної конструкції, що зводиться.

Опалубка має задовольняти такі вимоги: внутрішні контури повинні відповідати проектним розмірам конструкції, якість

внутрішньої площини опалубних форм – забезпечувати потрібну якість зовнішньої поверхні монолітної конструкції, міцність опалубки має бути достатньою для забезпечення незмінності розмірів і форми конструкції, конструкція опалубки повинна забезпечувати мінімальні витрати на її улаштування, бути багатооборотною. За конструктивними особливостями буває опалубка неінвентарна індивідуальна та інвентарна, розбірно-переставна, підйимально-переставна, об’ємно-переставна, блокова, пневматична. Індивідуальна опалубка для спорудження складних конструкцій, неповторювальних форм.

Незнімна опалубка – із формоутворювальних елементів (плит, шкаралуп, блоків) після бетонування утворює з конструкцією одне ціле.

Розбірно-переставна опалубка складається з окремих щитів, підтримувальних елементів та кріплень. Існує два види розбірно-переставної опалубки – дрібнощитова та великощитова.

Дрібнощитова має елементи до 50 кг, може бути встановлена вручну.

Основним елементом великощитової опалубки є великорозмірна панель площею  $S = 40 \text{ м}^2$ , яку встановлюють за допомогою крана.

Ковзна опалубка – під час переміщення по висоті не відділяється від конструкції, яку бетонують, а ковзає по її поверхні за допомогою підйимальних пристроїв. Застосовують для бетонування висотних споруд.

Опалубні роботи виконують спеціалізованими ланками. Кількісний склад визначається обсягом робіт і термінами їх виконання.

Установлюють опалубку в таке проектне положення, щоб осі, нанесені на основі й опалубці, збіглися. Перед бетонуванням опалубка приймається майстром з перевіркою відповідності геометричних розмірів, правильності розташування відносно осей, цільності стиків.

### **14.3 Армування**

Арматура – це сталеві стрижні, прокатні профілі, які розміщують у бетоні для сприйняття розтягувальних зусиль.



Робоча арматура сприймає зусилля, що виникають у залізобетоні від дії навантажень. Розподільна арматура забезпечує рівномірний розподіл навантажень між робочими елементами. Монтажна арматура використовується для з'єднання окремих стрижнів у каркас.

Арматурні роботи – заготовка, складання сіток і каркасів, зварювання, установлення у проектне положення. Піднімають і встановлюють арматурні сітки й каркаси масою більше 50 кг за допомогою крана.

Захисний шар арматури отримують за допомогою бетонних або універсальних фіксаторів, які закріплюють на арматурі (діаметр 15, 20, 30 мм завтовшки стрижнів).

## **14.4 Бетонування**

Бетонну суміш готують на автоматизованих бетонних заводах, в автобетонозмішувачах, які завантажені сухими компонентами на бетонних заводах, а також в окремих бетонозмішувачах.

Заводи товарного бетону обслуговують будівництво в радіусі 20–30 км.

Транспортують бетонну суміш із заводів звичайно в автобетонозмішувачах. Їх використовують для транспортування сухої суміші до 70 км, приготування з неї в дорозі готової бетонної суміші, а також для перевезення готової суміші на менші відстані (30 км).

У межах будівельного майданчика бетонну суміш транспортують бетононасосами, кранами у баддях, пневмонагнітачами.

Бетононасоси подають суміш в усі види конструкцій, у місця, недоступні іншим засобам механізації. Це високопродуктивна машина (10–95 м<sup>3</sup>/год.) безперервної дії, призначена для подачі бетонної суміші на відстань 250–400 м і на висоту до 50–100 м по трубопроводах.

Існують три види установок – стаціонарні, причіпні й самохідні.

Стаціонарні установки продуктивністю понад 20–40 м<sup>3</sup>/год використовують при значних об'ємах конструкцій (5000–

10000 м<sup>3</sup>). У конструкції об'ємам 500–1000 м<sup>3</sup> застосовують як стаціонарні, так і причіпні бетононасоси продуктивністю 10 м<sup>3</sup>/год. Бетонування розосереджених конструкцій об'ємом не менше 50 м<sup>3</sup>, а також подачу бетонної суміші у важкодоступні місця раціонально виконувати із застосуванням причіпних і самохідних бетононасосів, які оснащені інвентарними шарнірно-зчленованими розподільними стрілами.

Автобетононасоси – це установки з бетононасосом і розподільною шарнірно-зчленованою, гідравлічною повноповоротною стрілою, що змонтовані на шасі автомобіля. Мобільність і можливість подавання бетонної суміші на відстань до 27 м і висоту до 23 м забезпечують високу ефективність використання їх для бетонування різноманітних конструкцій.

#### **14.5 Бетонування в зимових умовах**

За мінусових температур замерзання води в бетоні, який твердне, призводить до виникнення внутрішніх сил, що порушують кристалічні новоутворення. Під час відтавання і подальшого твердіння при нормальних умовах ці новоутворення повністю не відновлюються. Крім того, порушується зчеплення із зернами заповнювача та арматурою, що знижує міцність бетону, його щільність, стійкість і довговічність.

Якщо бетон до замерзання набирає потрібної початкової міцності, то зазначені вище процеси не впливають на нього негативно. Мінімальна міцність, за якої замерзання бетону не є небезпечним, називається критичною. Критична міцність залежить від класу бетону, виду конструкції та умов її експлуатації і становить 30–100 %: для бетонних і залізобетонних конструкцій і бетону класів С25/30 і С32/40 – 30 %, а для конструкцій, до яких ставляться спеціальні вимоги з морозостійкості, газо- та водонепроникності, – 100 %.

Для забезпечення умов, за яких бетон набуває критичної міцності, застосовують спеціальні методи приготування, подавання, укладання і витримування бетону. Готуючи бетонну суміш у зимових умовах, температуру підвищують до 35–40 °С підігріванням води до 90 °С і заповнювачів – до 60 °С.

Бетонну суміш транспортують за можливості без перевантажень. Місця навантаження і розвантаження суміші захищають від вітру, а засоби подавання в конструкції утеплюють.

Бетонування слід виконувати безперервно і високими темпами, при цьому раніше укладений шар бетону слід перекрити до того, як у ньому температура стане нижчою за передбачену.

Витримування бетону виконують за допомогою різних методів. Метод термоса застосовують для бетонування масивних бетонних і залізобетонних конструкцій, модуль поверхні яких у разі укладання суміші на портландцементі не перевищує 6, а на швидкотверднучому портландцементі – 10. Модуль поверхні конструкції визначають за відношенням відкритої поверхні конструкції до її об'єму. При цьому методі бетонну суміш з температурою 25–45 °С укладають в утеплену опалубку. Завдяки теплоті, яка внесена бетоном і виділяється цементом (явище екзотермії), бетон набуває критичної міцності раніше, ніж у будь-якій частині конструкції, температура бетону знижується до 0 °С.

#### **14.6 Безпека праці під час виконання бетонних робіт**

Виконуючи опалубні, арматурні, бетонні роботи й роботи з розпалублення, потрібно контролювати кріплення риштувань, їх сталість, правильне улаштування настилу, драбин, огороження з дотриманням безпеки праці згідно з діючою нормативною документацією.

#### **14.7 Різновиди кам'яних матеріалів, галузь застосування**

Кам'яні роботи – це складний будівельний процес, у якому основа є кладка з природних чи штучних каменів. Кладку виконують на будівельному розчині вручну, та за допомогою кранів з дотриманням правил розрізування.

Використовують природні штучні вироби (керамічні, силікатні та бетонні). Цегляну кладку зі звичайної чи силікатної цегли застосовують для зведення стін, простінків, стовпів.

Дрібноблокову кладку виконують із штучних і природних каменів правильної форми (керамічних та бетонних, бетонних шлакобетонних, гіпсових, силікатних і каменів з вапняків, туфу), маса яких до 16 кг дає змогу укласти їх вручну.

Тесову кладку виконують з природних каменів, яким надано правильної форми для зведення та облицювання монументальних споруд.

Бутобетонну кладку з каменю і бетону застосовують для зведення фундаментів і стін підвалів з урахуванням ґрунтових умов у розпір зі стиками траншей або опалубки.

Великоблокову кладку виконують з блоків, виготовлених з бетону, керамзитобетону і шлакобетону, цегли і керамічних каменів або з природного каменю. Фундаменти і стіни зводять, як правило, стріловими кранами.

## **14.8 Розчини для кам'яної кладки**

За видом в'язучого розчини поділяють на прості (цементні, вапняні, гіпсові) й складні або змішані (цементно-вапняні, цементно-глиняні).

Цементні розчини використовують для зведення підземних і надземних конструкцій, які зазнають їх вантаженб, а також конструкцій, що працюють у насичених водою ґрунтах.

Вапняні розчини застосовують для кладки конструкцій, які працюють у сухих умовах.

Цементно-вапняні розчини використовують у сухих і вологих умовах. Як заповнювач використовують кварцовий, шлаковий або пемзовий пісок. Щільність – до 1500 кг/м<sup>3</sup>.

Марка розчину визначається межею міцності на стиск куба з ребром 70 мм на 28-му добу твердіння. За нормальних умов використовують розчини марок М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200; в осінньо-зимовий період – розчини марок від М100 до М300.

Розчини мають бути пластичними й водоутримувальними. Пластичність залежить від водов'язучого відношення (В/В) і визначається величиною занурення в нього стандартного конуса. Для бутової кладки застосовують розчини з рухливістю 4–6 см,

для кладки з цегли, бетонних каменів – 9–13 см. В умовах сухого й жаркого клімату рухливість розчину – 12–14 см.

Інструменти – лопатка для перемішування розчину, комбінована кельма для розрівнювання розчину, кувалда і трамбівка, молоток-кирка, розшивка.

Для контрольовано-вимірювальних операцій застосовують: рулетки – для розмітки прорізів примикань стін, шнури – для фіксації горизонтальності й прямолінійності рядів, гнучкий водяний рівень, будівельний рівень для контролю горизонтальності й вертикальності площин кладки, правило – дерев'яна рейка 1,5–2 м, – для контролю лицевої площини кладки.

### **14.9 Помости і риштування**

Для зміни рівня робочого місця муляра застосовують спеціальні інвентарні помости й риштування. За допомогою цих пристроїв здійснюють кладку стін заввишки 6 м. Риштування встановлюють ззовні будівлі.

Трубчасті безболтові риштування мають вигляд просторової конструкції заввишки до 40 м, яка складається з двох рядів стояків, що встановлені в башмаки і нарощені трубами-стояками завдовжки 2 м, діаметром 60 мм, і ригелів завдовжки 2 м такого самого діаметра, дерев'яного щитового настилу завтовшки 50 мм, секцій огорож.

Підвісні струнні риштування складаються з верхніх підтримувальних конструкцій і підвісок (струн) зі сталі, прогонів, щитів настилу, огорож.

Під час зведення цегляних стін і перегородок багатопверхових будівель широко застосовують блокові й шарнірно-панельні помости з відкидними опорами, які дають можливість змінити їхню висоту від 1 до 2 м, а також переносні площадки для кладки зовнішніх стін сходово-ліфтової клітки.

### **14.10 Однорядна й багаторядна система перев'язування швів**

Зовнішнім транспортом доставляють матеріали на будівельний майданчик у зону роботи кранів. Цеглу й дрібне

каміння, викладені на дерев'яних піддонах пакетами з перехресним або «ялинковим» перев'язуванням, перевозять бортовими автомобілями. Розвантаження, піднімання, а також установлення виконують монтажним краном.

Суцільну неармовану кладку використовують для зведення стін, простінків. Товщину стін обирають кратною половині довжини цеглини ( $\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ ).

Монолітність кладки забезпечують перев'язуванням поперечних і поздовжніх вертикальних швів за одно- чи багаторядною системою перев'язування швів.

Якщо кладку виконують з одинарної повнотілої та полегшеної цегли 65 мм завтовшки, то поперечниковим рядом перекривають п'ять ложкових (таке перев'язування називають п'ятирядним). Якщо товщина цегли понад 65 мм, ложкові ряди перев'язують поперечниковим через кожні 0,4 м (від верху нижнього до низу верхнього поперечникового ряду). У випадку багаторядної системи перев'язування поздовжні вертикальні шви залишають наскрізними на всю висоту ложкових рядів, а поперечні шви перев'язують у кожному ряду.

Під час укладання прямих кутів забезпечується перев'язування вертикальних поперечних і поздовжніх швів, а саму кладку слід починати з першого ряду зовнішньої поперечникової верстки поздовжньої стіни взаємно перпендикулярним розміщенням тричверток.

#### **14.11 Кладка з природного каменю неправильної форми**

Бутову кладку виконують з каменю неправильної форми масою не більше 30 кг: рваний камінь, зокрема постелистий з двома приблизно паралельними гранями і бруковий округлої форми. Кладку ведуть горизонтальними рядами за можливості однакової товщини, з перев'язуванням швів і чергуванням у кожному ряду поперечникових і ложкових каменів. Перед кладкою камені очищують, а в суху, жарку і вітряну погоду змочують водою.

У процесі зведення фундаменту перший ряд з великих постелястих каменів викладають насухо, ретельно заповнюють порожнечу щебенем, утрамбовують і заливають рідким розчином,

кладку наступних рядів виконують двома способами – під заливку або під лопатку.

Під час кладки під заливку кожний ряд каменів заввишки 15–20 см кладуть насухо у розпір зі стінками траншей (у щільних ґрунтах) або в опалубці. У цьому випадку верстки не викладають. Пустоти між каменями заповнюють щебенем і заливають цементним розчином рухливістю 13–15 см.

Ураховуючи те, що розчин не завжди потрапляє у місця, де камені торкаються один одного, і нерівномірно розподіляється по поверхні, у кладці утворюються пустоти, що впливає на її міцність. Тому під заливку роблять кладку фундаментів тільки під будівлі, не вищі ніж у два поверхи.

#### **14.12 Зведення фундаментів і стін з великих блоків**

У процесі зведення фундаментів і стін підземної частини будівлі після розбивання осей будівлі і улаштування піщаної або бетонної підготовки укладають фундаментні блоки – подушки, передусім в кутах будівлі. Після цього через кожні 15–20 м встановлюють аналогічні проміжні маякові блоки і за натягнутим уздовж лінії фундаментів дротом – усі інші блоки першого ряду.

Над ним улаштовують армований пояс з цементного розчину М100 завтовшки 30 мм. Діаметр арматурних стрижнів становить 8–10 мм. Блоки укладають за допомогою самохідного стрілового або баштового крана з укороченою або нормальною баштою. По верхньому обрізу останнього ряду стін підвалу влаштовують пояс із бетону завтовшки 15–20 см, армований сталевим стрижнем діаметром 12–14 мм. По поверхні поясу влаштовують гідроізоляцію з двох шарів руберойду на бітумній мастиці.

Під час зведення стін наземної частини будівлі великі блоки зовнішніх стін установлюють рядами під розшивку швів або під облицювання, а блоки внутрішніх стін – під розшивку.

Залежно від кількості рядів блоків, потрібних для одного поверху, великоблокові будівлі зводять з дво-, три- або чотирирядним розрізанням стін.

Процес зведення стін великоблокових будівель складається з розкладання розчину, піднімання і встановлення блоків на

місце, заповнення вертикальних швів і міжблокових пустот розчином і вкладишами, а також розшивки швів.

Під час улаштування постелі розчин розподіляють рівномірно. Якість шва забезпечується спеціальною рамкою, яку заповнюють розчином. Його подають ковшем-лопатою і розрівнюють скребками або рейками і лише після цього знімають рамку.

#### **14.13 Контроль якості кам'яної кладки. Безпека при виконанні робіт**

Кладку необхідно контролювати постійно, перевіряючи якість, відповідність робочим кресленням, вимогам будівельних норм.

Якість цегли і розчину встановлюють за паспортом заводів-виготовників, а також за результатами лабораторних випробувань.

У процесі виконання кладки перевіряють правильність перев'язування і якість швів, вертикальність і прямолінійність поверхонь. Товщину швів перевіряють через 5–6 рядів кладки. Середня товщина горизонтальних швів повинна становити 12 мм, а вертикальних – 10 мм. Після закінчення кладки поверху, використовуючи нівелір, перевіряють її горизонтальність по верху.

Відхилення рядів кладки з цегли по горизонталі не повинне перевищувати 15 мм на 10 м довжини.

Безпека при виконанні кам'яних робіт. При зведенні кам'яних конструкцій треба строго дотримуватися правил охорони праці. У процесі кладки муляр зобов'язаний виконувати такі вимоги: працювати у спецодязі, застосовувати запобіжні пристрої, при розмивці зовнішніх швів не перебувати на стіні, обгороджувати викладені прорізи або встановлювати дверні чи віконні блоки, стежити за справністю інструменту, спускатися з риштування тільки по драбинах. Помости повинні бути міцними й стійкими. Настили, риштування і драбини огорожують висотою не менше 1 м. Рівень верхньої частини кладки на кожному ярусі має бути вище не менше ніж на два ряди цегли щодо поверхні робочого настилу риштування.



При виконанні кладки висотою до 7 м слід установлювати огорожі по всьому периметру будинку на відстані не менше 1,5 м від стіни. Якщо стіни мають висоту більше 7 м, необхідно влаштовувати захисні козирки у вигляді настилу на кронштейнах, шириною 1,5 м з нахилом 20° до горизонту. Перший ряд поверхів розташовують на висоті 6–7 м над першим з наступною перестановкою через 7 м.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Наведіть схему комплексного процесу бетонування.
- 2 Яке функціональне призначення опалубки? Які вимоги ставляться до неї?
- 3 Перелічіть види опалубки й особливості застосування кожного з них.
- 4 Призначення арматури у бетонних конструкціях.
- 5 Які види транспорту використовують для доставки бетонної суміші на майданчик?
- 6 Назвіть засоби механізації для подачі бетонної суміші в опалубку конструкцій.
- 7 З якою метою ущільнюють бетонну суміш?
- 8 Яка технологія улаштування робочих швів при бетонуванні?
- 9 Які заходи догляду за бетоном?
- 10 Як проводять контроль якості при виробництві бетонних і залізобетонних робіт?
- 11 Які заходи слід виконувати при бетонуванні в зимових умовах?
- 12 Які основні види кладок і розчини застосовують при зведенні будинків?
- 13 Назвіть основні характеристики кам'яної кладки.
- 14 Правила розрізання кам'яної кладки.
- 15 Які види помостів і риштування використовують для кладки?
- 16 Назвіть способи укладення цеглин.
- 17 Які системи перев'язування цегляної кладки застосовують при зведенні будинків?
- 18 Охорона праці при цегляній кладці.

## **Лекція 15. Технологія монтажу будівельних конструкцій та улаштування захисних покриттів**

### **15.1 Загальні відомості**

Технологічність – пристосованість її до виготовлення, транспортування, монтажу з найменшими витратами праці. Ознаки монтажної технологічності – висока заводська готовність, раціональне збільшення, відносна рівновагомість.

Розмір майданчика визначають за розмірами конструкцій, які мають зберігатися на ньому. Більшість залізобетонних виробів складають штабелями на дерев'яних підкладках у положенні, близькому до проектного.

Перевірка якості. Після поставлення конструкцій такелажник відповідно до сертифікатів візуально визначає усі їх параметри. Облаштування елементів драбинами, риштуваннями та іншими пристроями здійснюють з метою гарантування безпечної роботи монтажників на висоті. Кріплення навісних пристроїв виконують на місці їх установа.

### **15.2 Класифікація методів монтажу будівельних конструкцій**

Залежно від ступеня збільшення конструкцій розрізняють поелементні монтаж, монтаж збільшеними блоками і монтаж споруд цілком.

Поелементний монтаж – монтаж конструктивними елементами (колони, плити, ферми). Цей метод має найбільше розповсюдження тому, що потребує мінімальних витрат на підготовчі роботи і більш зручний для транспортних засобів, а кількість монтажних піднімань при цьому є максимальним.

Монтаж блоками – монтаж з геометрично незмінних блоків, попередньо зібраних з окремих елементів. Такі блоки можуть бути плоскими, просторовими. При цьому методі знижується кількість монтажних піднімань, виключається виконання на висоті більшості монтажних операцій, але необхідні для монтажу крани великої вантажопідйомності.

Метод нарощування полягає в тому, що окремі поверхи чи яруси зводять послідовно знизу вгору. При будівництві багатоповерхових будинків розташовані вище конструкції послідовно установлюють на раніше змонтованих.

Метод підрощування полягає в тому, що зведення будинку чи споруди починають з монтажу верхнього ярусу, який збирають на землі й піднімають у проектне положення. Потім піднімають монтажне оснащення.

Метод насуву. Складання конструкцій виконують осторонь від постійних опор. У проектне положення блок насувають по накатаних шляхах.

Метод повороту полягає в тому, що споруду чи конструкцію складають у горизонтальному положенні. Нижній елемент споруди з'єднують з фундаментом за допомогою поворотного шарніра. Повертають конструкцію краном чи за допомогою спеціального обладнання.

Залежно від послідовності установлення окремих монтажних елементів розрізняють роздільний, комплексний і комбінований методи монтажу.

Роздільний монтаж. Установлюють, вивіряють і остаточно закріплюють послідовно однойменні конструктивні елементи.

Комплексний монтаж. Установлюють, вивіряють і закріплюють усі конструкції одного осередку будівлі.

Комбінований метод – це поєднання роздільного й комплексного методів монтажу.

### **15.3 Монтаж елементів залізобетонних конструкцій**

Стрічкові фундаменти звичайно виконують із залізобетонних блоків – подушок і покладених одного чи декількох рядів стінових блоків. Монтаж фундаментних блоків і блоків стін підвалу починають відразу після закінчення земляних робіт у котловані. Дно котловану певним чином готують до монтажу.

Перед монтажем переносять проектні осі на натуру, для чого навколо котловану встановлюють огорожі на відстані близько 1м від верхньої кромки котловану. Між протилежними огорожами натягують і закріплюють над котлованом дротяні осі.

На перетині цих осей спускають висок і за його положенням фіксують осі на дні котловану. Монтаж починають із установлення маякових кутових і проміжних блоків-подушок на відстані 20 м один від одного. Блок, поданий краном, опускають на підготовлену поверхню, орієнтуючи його шнуром-причалкою. Горизонтальність установлення контролюють нівеліром, а рядових – шнуром-причалкою. Поверхню під стінові блоки ретельно вирівнюють. Перед їх монтажем на фундаментах позначають основні й міжсекційні осі.

### **Питання для самоконтролю**

- 1 Наведіть структуру процесу монтажу.
- 2 Що таке монтажна технологічність?
- 3 Які методи монтажу конструкцій ви знаєте?
- 4 Які види стропувальних пристроїв ви знаєте?

## Список літератури

1 Осташевська, Г. Г. Технологія будівництва. Тексти лекцій для студентів рівня підготовки «бакалавр» за напрямом 1201 (6.060102) – «Архітектура» [Текст] / Г. Г. Осташевська; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2009. – 84 с.

2 Качура, А. О. Конспект лекцій з дисципліни «Будівельна техніка» (для студентів 2, 4 курсів денної, 3, 4 курсів заочної форми навчання напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво» та слухачів другої вищої освіти спеціальностей 7.06010101 – «Промислове та цивільне будівництво», 7.06010103 – «Міське будівництво та господарство») [Текст] / А. О. Качура, А. О. Атинян; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2012. – 108 с.

3 Бобриков, Б. В. Строительство мостов [Текст] / Б. В. Бобриков. – М. : Транспорт, 2007. – 296 с.

4 Железнодорожное строительство, технология и механизация [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / под ред. проф. С. П. Першина. – М. : Транспорт, 1991. – 398 с.

5 Кабанов, А. В. Выбор монтажных кранов и подбор технологической оснастки для ведения строительно-монтажных работ [Текст]: учебн. пособие для вузов ж.-д. тр-та / А. В. Кабанов. – М. : Маршрут, 2006. – 71 с.

6 Мироненко, А. В. Технологічні процеси виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій [Текст] / А. В. Мироненко; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. – Рівне, 2009. – 184 с.

7 Шихненко, І. В. Технологія бетонних робіт [Текст]: навч. посіб. для учнів проф.-техн. закл. освіти / І. В. Шихненко. – К. : Техніка, 2001. – 192 с.

8 Будівельна техніка [Текст]: навч. посібник / В. Л. Баладінський, О. М. Лівінський, Л. А. Хмара та ін. – К. : Либідь, 2001. – 368 с.

9 Сорокина, Л. В. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения [Текст]: учеб. пособие / Л. В. Сорокина. – М. : Маршрут, 2005. – 38 с.

10 Панченко, В. О. Технологія і механізація будівельних процесів [Текст]: навч. посібник / В. О. Панченко, М. Г. Костюк,

А. О. Качура; Харьк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2005. – 242 с.

11 Ємельянова, І. А. Баштові крани для сучасного будівництва [Текст] : навч. посібник / І. А. Ємельянова, О. С. Сорокотяга, Д. В. Супряга. – Харків : Бурун книга, 2010. – 125 с.

12 Жинкин, Г. Н. Строительство железных дорог [Текст] : учеб. для вузов / Г. Н. Жинкин, С. Я. Луцкий, Э. С. Спиридонов. – М. : Транспорт, 1995. – 208 с.

13 Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Сборник 1. Земляные работы [Текст] : ДБН Д.2.2-1-99 : утв. Приказом Госстроя Украины от 5.11.99 № 270 и введ. в действие с 1 января 2000 года: взамен СНУ – 93 Сборник 1. – К. : Госстрой Украины, 2000. – 203 с.