

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Будівельні машини і обладнання

Конспект лекцій

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр
освітньо-професійної програми **Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн**
спеціальності 192 **Будівництво та цивільна інженерія**
галузь знань 19 **Архітектура і будівництво**
денної форми навчання

Любешів 2023

УДК 624(07)
Ш 71

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу Бібліотекар

_____ М.М. Демих

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

протокол № _____ від «_____» _____ 2023 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів будівельних дисциплін

протокол № _____ від «_____» _____ 2023 р.

Голова циклової методичної комісії _____ Данилік С.М.

Укладач: _____ О.Ф. Шмаль, викладач

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Кузьмич Т.П., методист коледжу

Будівельні машини і обладнання [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія освітньо-професійної програми Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського технічного фахового коледжу Луцького НТУ», 2023. – 115 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Будівельні машини і обладнання» з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить розгорнуті питання до тем та перелік рекомендованої літератури.

©Шмаль О.Ф., 2023

Зміст

	Вступ	6
Лекція 1.	Будівельна техніка. Загальні положення.	
	Основні вимоги до сучасної будівельної техніки.	
	Класифікація та індексація.....	7
	• Мета і завдання дисципліни	7
	• Основні терміни та визначення	7
	• Вимоги до сучасної будівельної техніки.....	8
	• Форми впровадження техніки у будівництво	8
	• Основи класифікації та індексація будівельної техніки	9
	• Техніко-економічні показники використання будівельної техніки	10
Лекція 2.	Загальна будова будівельної техніки.	
	Основні механізми, використання... ..	11
	• Приводи машини.....	12
	• Силові обладнання будівельної техніки	13
	• Ходове обладнання будівельної техніки.....	14
	• Система керування будівельної техніки	16
	• Основні напрями розвитку і використання будівельної техніки	16
Лекція 3.	Транспортні, транспортуючі та навантажувально-розвантажувальні машини	18
	• Машини безрейкового транспорту.....	18
	• Машини та обладнання безперервного транспортування	19
	• Навантажувально-розвантажувальні машини, продуктивність... ..	20
Лекція 4.	Вантажопідіймальне обладнання та машини	22
	• Просте вантажопідіймальне обладнання.	
	Домкрати, лебідки.....	22
	• Будівельні підіймачі	26
Лекція 5.	Крани будівельні. Класифікація... ..	28
	• Класифікація. Козлові, мостові та кабельні крани.....	28
	• Козлові крани, конструктивна схема.	
	Основні механізми, використання... ..	28
	• Мостові та кабельні крани.	
	Основні механізми, використання... ..	30

Лекція 6.	Крани баштові. Класифікація.	
	Основні механізми, використання...	31
•	Класифікація.....	31
•	Конструктивні схеми кранів.....	31
•	Самопідіймальні крани	34
•	Монтаж та демонтаж кранів... ..	34
Лекція 7.	Стрілові самохідні крани.....	35
•	Крани на спеціальному шасі.....	36
•	Крани пневмоколісні.....	37
•	Крани на базі трактора	37
•	Визначення продуктивності кранів... ..	38
Лекція 8.	Машини для земляних робіт. Класифікація.....	39
•	Машини для підготовки робіт, призначення... ..	40
•	Визначення продуктивності	41
Лекція 9.	Землеройно-транспортні машини	42
•	Бульдозери, конструктивні схеми. Основні механізми... ..	43
•	Визначення продуктивності бульдозера	45
•	Бульдозери універсальні, використання.....	46
Лекція 10.	Скрепери, автогрейдери. Призначення.....	47
•	Скрепери гідравлічні. Основні механізми, призначення	47
•	Продуктивність скрепера.....	48
•	Грейдери, автогрейдери, призначення... ..	49
Лекція 11.	Землерийні машини.....	50
•	Екскаватори одноковшеві.....	50
•	Екскаватори з механічним приводом, конструктивні схеми, призначення.....	52
Лекція 12.	Екскаватори з гідравлічним приводом.	
	Основні механізми. Екскаватори безперервної дії.....	56
•	Конструктивні схеми екскаваторів.....	56
•	Продуктивність екскаваторів	58
•	Екскаватори неперервної дії	58
•	Траншейні екскаватори.....	58
•	Ланцюгові багатоковшеві екскаватори	59
•	Роторні екскаватори.....	60
•	Визначення продуктивності	61

Лекція 13.	Машини для бурових робіт	61
•	Способи буріння ґрунтів.....	62
•	Робоче обладнання. Бурильно-кранові машини	62
Лекція 14.	Машини для ущільнення ґрунтів.....	63
•	Катки статичної і вібраційної дії	64
•	Трамбувальні машини	66
•	Визначення продуктивності	67
Лекція 15.	Машини для пальових робіт.....	67
•	Копрове обладнання... ..	68
•	Пальові заглибники.....	69
•	Гідравлічні молоти	70
•	Дизельні молоти	74
•	Віброзаглибники	75
Лекція 16.	Машини і обладнання бетонних та залізобетонних виробів... ..	77
•	Машини для приготування, транспортування, укладання та ущільнення бетонних сумішей і розчинів.....	77
•	Машини для транспортування бетонних сумішей і розчинів.....	81
•	Машини для вібраційного ущільнення бетонних сумішей.....	89
Лекція 17.	Будівельний ручний інструмент. Експлуатація будівельних машин	92
•	Ручні машини.....	92
•	Електричні ручні машини.....	92
•	Пневматичні ручні машини.....	93
•	Експлуатація, технічне обслуговування і ремонт будівельних машин.....	96
	Список літератури	100

Вступ

Мета вивчення дисципліни «Будівельні машини і обладнання» - формування у студентів знань про сучасні будівельні машини, обладнання та механізований інструмент; ознайомлення з основними видами і конструктивними рішеннями будівельних машин та обладнання, їх використання в галузі, розвинення навиків самостійного вибору комплектів машин та обладнання з урахуванням виду робіт та умов їх експлуатації.

Предмет вивчення дисципліни - деталі, основні механізми машин, будівельні машини, будівельне обладнання та ручний інструмент, конструкції сучасних машин, класифікація, використання і вибір будівельних машин, автоматизація і експлуатація будівельних машин.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати основні деталі машин, механізми, транспортні, транспортуючі та навантажувально-розвантажувальні машини, вантажопідйомні машини, машини для земляних робіт, машини для бетонних та залізобетонних виробів, будівельний інструмент, автоматизацію та експлуатацію будівельних машин.

Вміти вибирати машини і механізми, пристрої з урахуванням виду і умов будівельних робіт, оцінювати основні техніко-економічні показники.

Лекція 1

БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО СУЧАСНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ІНДЕКСАЦІЯ

Мета і завдання дисципліни

Мета курсу “Будівельні машини і обладнання” - знайомити студентів з призначенням, різновидами і будовою сучасних будівельних машин, механізмів та ручних машин.

У курсі вивчаються основи сучасної класифікації та індексації будівельної техніки, основні техніко-економічні показники використання машин, методи визначення продуктивності і шляхи її підвищення.

Студенти знайомляться з загальними положеннями технічної експлуатації сучасної будівельної техніки.

Основні терміни й визначення

Машина – механізм, що виконує механічні рухи для перетворення енергії, матеріалів та інформації з метою заміни або полегшення фізичної і розумової праці людини або одержання нових продуктів. Так, за допомогою будівельної техніки і обладнання відбувається переміщення вантажів, матеріалів, розробка ґрунтів, польові роботи, приготування суміші, опоряджувальні роботи. Машини можуть складатися з одного або кількох механізмів, двигуна та робочого органу.

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

(**Ланка** – деталь чи кілька міцно з’єднаних між собою деталей, що входять до складу механізму).

Призначення механізму – передача і перетворення руху.

Деталь – виріб чи його частина, виготовлена 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.

Вимоги до сучасної будівельної техніки

Будівельні машини повинні відповідати таким вимогам :

- відповідати їх технологічному призначенню у сучасному технологічному процесі;
- мати простоту конструкції з урахуванням умов праці;
- зручні 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.

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

Форми впровадження техніки у будівництво

Розрізняють такі форми впровадження машин у будівельне виробництво: **часткова** та **комплексна** механізація, автоматизація і роботизація.

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

Комплексна механізація - всі основні й допоміжні операції та процеси виконуються машинами, взаємозв'язаними за продуктивністю, робочими процесами.

При підбиранні комплекту машин, які забезпечують комплексну механізацію, для досягнення ведучою машиною найвищої продуктивності, необхідно щоб будь-яка машина з комплекту порівняно з ведучою на кожному допоміжному процесі мала продуктивність на 10 - 15% вищу.

Ступінь впровадження механізації робіт у будівництві оцінюється кількома показниками: **рівнями механізації P_m** та **комплексної механізації $P_{к.м}$** ; **механооснащеністю M_6** ; **енергооснащеністю E** .

Рівень механізації характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельно – монтажних робіт у натуральному вимірі V_m , виконаних механізованим способом, до загального обсягу будівельно – монтажних робіт V :

$$P_m = (V_{к.б} / V) * 100\%.$$

Рівень комплексної механізації характеризується відсотковим відношенням обсягу будівельних робіт у натуральному вимірі $V_{к.м}$, виконаних ком-

плексно-механізованим способом, до загального обсягу будівельно-монтажних робіт V :

$$P_{\text{к.м}} = (V_{\text{к.м}} / V) * 100\% .$$

Механооснащеність будівництва – визначене у відсотках відношення вартості машинного парку $B_{\text{м}}$ будівельної організації до вартості будівельно – монтажних робіт $B_{\text{р}}$, виконаних протягом року :

$$M_{\text{б}} = (B_{\text{м}} / B_{\text{р}}) * 100\% .$$

Енергооснащеність будівництва – відношення потужності двигунів N машинного парку до середньоспискової кількості робітників $n_{\text{р}}$, які зайняті на даному будівельному об'єкті :

$$E = N / n_{\text{р}}$$

Автоматизація робіт – найвищий ступінь розвитку механізації будівництва. При автоматичному процесі ручна праця повністю замінюється автоматичними приладами. Розрізняють часткову і комплексну автоматизацію. При першій автоматизовані лише операції контролю, регулювання та керування, при другій – всі основні процеси та операції керування виконуються автоматичними приладами, а людина тільки спостерігає за їх роботою.

Основи класифікації та індексації будівельної техніки

У будівництві використовуються понад 1000 типорозмірів будівельних машин, які можна класифікувати за такими ознаками: призначенням (технологічна ознака); принципом дії; видом використання енергії; ступенем рухомості; універсальністю.

За призначенням будівельні машини поділяються на такі класи: транспортні, транспортуючі й вантажно-розвантажувальні, вантажопідіймальні, для земляних та пальових робіт, для переробки й сортування кам'яних матеріалів, для виготовлення, транспортування та укладання бетонних і розчинних сумішей, для опоряджувальних робіт, ручні машини (механізований інструмент). Кожен клас має окремі групи, типи, типорозміри відповідно до технологічних, конструктивних і технічних параметрів машини.

За принципом дії розрізняють машини періодичної (циклічної) і безперервної дії. Переваги перших (стрілові крани, одноковшові екскаватори, бульдозери, скрепери та ін.) – їх універсальність і можливість використання в різних умовах, других (конвеєри, багатоковшові екскаватори та навантажувачі, насоси та ін.) – висока продуктивність і кращі техніко-економічні показники.

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

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

За ступенем універсальності розрізняють машини універсальні, оснащені різними видами змінного робочого обладнання для виконання певних технологічних операцій, й спеціалізовані, які мають один вид робочого обладнання.

На більшість будівельних машин, які випускають у нашій країні, поширюється єдина система індексації, відповідно до якої кожній машині надається індекс (марка), що містить цифрове і буквене позначення. Букви індексу, розміщені перед цифрами, вказують вид машини (ЕО – одноковшові будівельні екскаватори; ЕТР – екскаватори траншейні роторні; ДЗ – землерийно-транспортні машини; КС – стрілові самохідні крани; КБ – будівельні баштові крани; ТО – одноковшові навантажувачі та ін.), а цифрова частина індексу – це характеристика машини (розмірна група, тип ходового обладнання, виконання робочого обладнання тощо). Після цифрової частини в індексі можуть бути букви, які свідчать про модернізацію машини (А, Б, В і т.д.), умови її спеціального використання (на півночі, в сухих або вологих тропіках і т.п.).

Техніко-економічні показники використання будівельної техніки

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

Теоретична продуктивність Π_p – це розрахункова кількість продукції, що виробляється за одну годину чистої (безперервної) роботи при умовному матеріалі й розрахункових швидкостях. Вона застосовується для порівняння машин різних типорозмірів.

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

$$\Pi_t = \Pi_p K_y,$$

де K_y – коефіцієнт технічного використання, який враховує конкретні умови роботи, для екскаваторів – це група ґрунту, висота забою, коефіцієнт наповнення ковша, кут повороту.

За цією продуктивністю оцінюють ступінь наближення до максимального виробітку в конкретних умовах роботи машини.

Для машини циклічної дії технічна продуктивність становить:

$$\Pi_T = 3600q / t_{\text{ц}} K_y ,$$

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

Для машини безперервної дії, яка переміщує сипучі вантажі :

$$\Pi_T = 3600 \cdot S_v K_y , \text{ м}^3/\text{год.},$$

або

$$\Pi_T = 3600 \cdot S_{\text{вр}} K_y , \text{ т/год.},$$

штучні вантажі відповідно:

$$\Pi_T = 3600 \cdot q'v / a K_y , \text{ м}^3/\text{год або т/год} ,$$

де S – розрахункова площа перерізу матеріалу, що переміщується, м^2 ; v – швидкість руху цього матеріалу, м/с ; ρ – щільність матеріалу, т/м^3 ; q' – кількість однієї порції матеріалу, м^3 або т; a – відстань між окремими порціями матеріалу, м.

Експлуатаційна продуктивність Π_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 норм виробітку; враховує перерви лише за конструктивно – технічними і технологічними причинами в межах робочої зони, при цьому не враховуються простої через метеорологічні та організаційні причини:

$$\Pi_e = \Pi_T K_{\text{в}} K_{\text{п}} ,$$

де $K_{\text{в}}$, $K_{\text{п}}$ – коефіцієнти використання робочого часу та продуктивності (останній враховує стан машини, кваліфікацію машиніста та ін.).

Продуктивність – основний робочий параметр, за яким підбирають комплекти машин для комплексної механізації. При цьому продуктивність головної машини повинна дорівнювати або бути нижчою (на 10-15%) продуктивності допоміжних машин.

Лекція 2

ЗАГАЛЬНА БУДОВА БУДІВЕЛЬНОЇ МАШИНИ. ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ. ВИКОРИСТАННЯ

Будівельна техніка має принципово однакову структурну схему (рис.2.1) влаштування, а саме: силове обладнання (одного чи кількох двигунів) для оде-

рвання механічної енергії; система керування для зміни режиму роботи силового, ходового і робочого обладнання; передавальні механізми (трансмісію) для переміщення машини та передачі її ваги і робочих навантажень на опорну поверхню; робоче обладнання для виконання операцій технологічного циклу та раму для розміщення й закріплення на ній всіх вузлів і механізмів машини.



Рис. 2.1. – Структурна схема будівельної машини

Складальні одиниці (крім робочого обладнання) багатьох будівельних машин уніфіковані.

Приводи машин

Розглядаємо приводи будівельних машин, їх призначення. Силове обладнання, трансмісію і систему керування, які забезпечують дію механізмів машини та робочих органів, називають приводом.

При однодвигуновому приводі (рис. 2.2, а) та кількох виконавчих механізмах енергія від двигуна 1 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, дозволяє автоматизувати керування машиною.

При електричному приводі (рис.2.2, б) на кожний виконавчий механізм встановлено індивідуальний електродвигун 7, він живиться від зовнішньої мережі через пружну муфту 8, гальмо 9, редуктор 10 приводить в дію колесо 6.

При комбінованому (автономному) приводі основний двигун 1(рис. 2.2, г), що нагнітають робочу рідину в гідродвигун 16 (дизель – гідравлічний привод), компресор, який подає стиснуте повітря пневматичним двигуном (дизель – пневматичний привод) і т.д.

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. У такому приводі гідронасос 11, що приводиться в дію первинним двигуном 1 (найчастіше дизельним), забирає мастило з бака 17 і через розподільний пристрій 13 спрямовує в гідроциліндр 14 чи гідродвигун 16 реверсивної дії, який через редуктор 10 обертає шестерню 15. При виникненні непередбачених опорів потік мастила повертається в бак через запобіжний клапан 12.

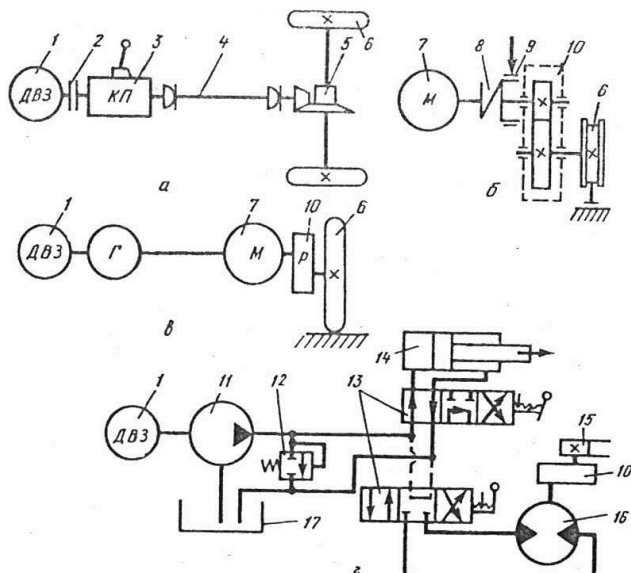


Рис. 2.2. – Схеми приводів:

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

Силове обладнання будівельної техніки

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

Двигуни внутрішнього згорання використовують в основному на самохідних машинах. Їх переваги: незалежність від зовнішніх джерел енергії і незначна маса, яка припадає на одиницю потужності. Серед недоліків: неможливість реверсування (зміна напрямку обертання вала двигуна); невелика здатність до перевантажень, складність запуску взимку, порівняно короткий термін експлуатації, складність автоматизації, висока вартість експлуатації.

У двигунах внутрішнього згорання теплова енергія спалюваного в суміші з повітрям палива перетворюється в механічну енергію колінчастого вала, який обертається. За видом споживаного палива і способом його запалювання розрізняють **карбюраторні й дизельні** двигуни. Перші працюють на бензині чи газі із запалюванням паливоповітряної суміші, яка приготовлена в карбюраторі, електричною іскрою, другі – на дизельному пальному. На будівельних машинах найчастіше застосовують дизельні двигуни як екологічніші, вони мають відносно високий ККД (30-37%) та довговічність (6000 – 8000 год), працюють на дешевшому паливі. Їх недоліки: значна маса, труднощі із запуском узимку та висока чутливість до перевантажень.

Електродвигуни змінного і постійного струму застосовуються на переносних (ручних), стаціонарних, а також на багатьох пересувних машинах. Вони

перетворюють електричну енергію у механічну. Основні переваги: висока економічність, можливість встановлення індивідуальних електродвигунів безпосередньо біля виконавчого робочого органу, що виключає застосування складних трансмісій, можливість дистанційного керування та автоматизації, постійна готовність до роботи, простота пуску та зручність керування. Недоліком є залежність від зовнішнього джерела енергії, тобто відсутність автономності.

Ходове обладнання будівельної техніки

Ходове обладнання призначене для передачі на опорну поверхню (грунт, дорожнє покриття, рейки) навантаження від машини і зовнішніх навантажень, які діють при роботі, а також для її пересування у межах робочої зони з об'єкта на об'єкт.

Це 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 таке ходове обладнання: колісне, гусеничне та крокуюче. 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 (рейкові) мають баштові, мостові, козлові й залізничні крани, ланцюгові й роторно-стрілові екскаватори та ін. Вони відзначаються простою конструкцією, незначними опорами переміщенню, можливістю сприйняття значних навантажень, але мають невелику маневреність і швидкість пересування, складне перебезування, додаткові витрати на влаштування та експлуатацію рейкових колій. Основні елементи рейкового ходового обладнання – переміщення по рейках, сталі колеса з гладким ободом із однією або двома ребрами.

Пневмоколісне ходове обладнання має невелику масу порівняно з гусеничним (10 – 12 % маси машини, а гусеничні – до 35%), менш енергоємне, економічніше, надійніше в експлуатації, дозволяє розвинути більшу швидкість. Як рушій використовується пневмоколеса. Основний елемент кожного пневмоколеса – накачана повітрям пружна гумава шина, змонтована на ободі.

Пневмоколісний рушій складається з ведучих коліс, обертовий рух яких перетворюється в поступальний рух машини. У більшості будівельних машин всі колеса ведучі. Кількість їх залежить від допустимого на кожне колесо навантаження, умов і режимів роботи машини, необхідних швидкостей її руху. Ходове обладнання будівельних машин найчастіше має від чотирьох до восьми однакових взаємозамінних коліс. Важлива характеристика колісних машин – колісна формула, що складається з двох цифр, які означають відповідно кількість усіх коліс і кількість ведучих (тягових). Наприклад, за колісною формулою 4*2 машина має чотири колеса, з них два – тягові.

Гусеничне ходове обладнання застосовують у будівельних машинах різного призначення, потужності й маси, оскільки має велику площу контакту з

опорною поверхнею і незначний тиск на неї (0,04 – 0,1 МПа). Гусеничні машини характеризуються доброю прохідністю по розпушеному і дуже зволоженому ґрунту й маневреністю, розвивають значні тягові зусилля. Проте швидкість гусеничних машин невелика, а їхній рух по дорогах з удосконаленим покриттям неможливий. Крім того гусеничний хід має значну масу, менші порівняно з пневмоколесними довговічність і надійність, низький ККД внаслідок значних витрат на тертя, високу вартість при ремонті й експлуатації. Такі машини пересуваються самостійно, як правило, лише в межах будівельних майданчиків.

Гусеничне ходове обладнання (рис.2.3, а) складається з рами 7, гусеничного полотна 2, ведучої зірочки 1, напрямного колеса 9, опорних котків 6, підтримуючих роликів 3 та підвіски, яка з'єднує раму машини 5 із ходовою частиною та поворотним кругом 4. Гусеничне полотно натягується завдяки переміщенню напрямного колеса за допомогою натяжного механізму 8. Навантаження від машини передається на нижню ланку гусеничної стрічки через опорні котки, що рухаються по них. Неробочу ланку гусениці підтримують і вберігають від провисання підтримуючі ролики. Гусеничне полотно складається з шарнірно з'єднаних між собою елементів. Опорна поверхня останніх виготовляється гладкою або з ґрунтозачепами, які збільшують зчеплення гусениць із ґрунтом та зменшують буксування. Для роботи на заболочених землях із слабкою несучою здатністю використовують гумометалеві гусениці зі спеціальною гумовою стрічкою, армованою дуже міцним дротом. Вони мають меншу масу, дозволяють краще пристосовуватися до ґрунтових умов і підвищувати прохідність машини. Крім того, для роботи в таких умовах застосовуються розширено-подовжені рушії зі збільшеною опорною поверхнею гусениць і тиском на ґрунт 0,02 – 0,03 Мпа.

Крокуюче ходове обладнання використовують на машинах дуже великої маси (потужні екскаватори, драглайни), щоб зменшити тиск на ґрунт. Воно буває з механічним та гідравлічним приводом у дію. Основним недоліком є невелика швидкість переміщення (до 0,5 км/год).

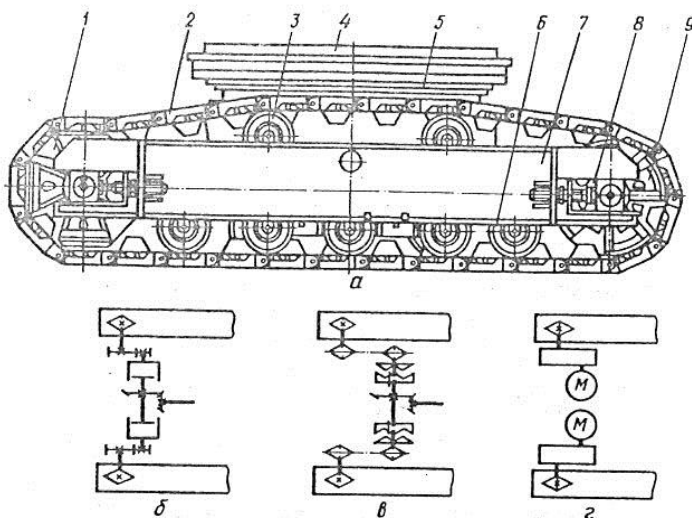


Рис. 2.3. – Гусеничне ходове обладнання:

а – гусеничний рушій, б – схема привода з бортовими фрикціонами, в – схема привода з кулачковими муфтами і ланцюговими передачами, г – схема з індивідуальним приводом, 1 - ведуча зірочка, 2-гусеничне полотно (ланцюг), 3 - підтримуючі ролики, 4 – поворотний круг, 5, 7 – рами машини і рушія, 6 – опорний коток, 8 – натяжний механізм, 9 – напрямне колесо.

Системи керування будіве-

льною технікою

Система керування – це комплекс пристроїв будівельної машини, призначений для передачі і перетворення команд машиніста. Найчастіше 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 запроваджуються лише в порівняно малих машинах або механізмах з незначною кількістю увімкнень. Вони можуть бути важільними або із застосуванням механічних чи гідравлічних передач.

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

Важільно–гідравлічна система керування дозволяє плавно регулювати роботу виконавчого механізму, дає змогу при малому зусиллі й незначному ході педалі чи важеля одержувати велике зусилля штока виконавчого циліндра при значному його ході й відповідно спрощує важільну систему.

Застосування гідравлічних і пневматичних систем керування не дає змоги здійснити дистанційне керування та автоматизацію.

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

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

Основні напрями розвитку і використання будівельної техніки

Сучасна будівельна технологія нерозривно зв'язана з машинною технікою: вимоги технології мають вирішальний вплив на формування парків машин та

на заходи щодо модернізації існуючих й створення нових машин. **Механізація** – один з провідних факторів у вирішенні завдань підвищення продуктивності праці та загальної ефективності будівельного виробництва.

До основних напрямків, 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 окремих, часто повторюваних технологічних процесів.

Один з основних напрямів розвитку сучасного будівельного машинобудування – широке застосування методів агрегування з уніфікованих і стандартизованих складальних одиниць та деталей.

Стандартизація – система забезпечення випуску однорідної продукції шляхом введення обов'язкових норм – стандартів. Вона дозволяє зменшити трудомісткість конструювання складальних одиниць і деталей, їх вартість, полегшити і спростити ремонт та експлуатацію машин.

Стандарти з машинобудування охоплюють основні параметри машин і механізмів, матеріали, параметри передач, конструктивно-технологічні елементи деталей, типові деталі та частини машин загального машинобудування, норми забезпечення точності й взаємозамінності, умовні позначення та системи оформлення креслень.

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

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

До основних заходів поліпшення використання будівельних машин належать: зміцнення матеріально – експлуатаційної бази, застосування централізованого ремонту і технічного обслуговування, оснащення будівельних організацій експлуатаційною та ремонтною документацією, приведення у відповідність структури парку будівельної техніки і технології будівельно-монтажних робіт, підвищення рівня механізації та автоматизації управлінських робіт (оперативне керування виробництвом, планування, диспетчеризація, облік тощо).

Лекція 3

ТАНСПОРТНІ, ТРАНСПОРТУЮЧІ ТА НАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ

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

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

Машини безрейкового транспорту

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

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

Вантажні автомобілі бувають загального призначення і спеціалізовані. Перші мають єдину конструктивну схему, складаються із трьох основних частин: двигуна, кузова і шасі. Кузови являють собою дерев'яну або металеву платформу з відкидними бортами і призначаються для перевезення переважно штучних вантажів. Другі експлуатуються без кузова, з так званими напівпричепами.

За вантажопідйомністю розрізняють такі вантажні автомобілі: малої вантажопідйомності (до 2,5 т); середньої (2,5 - 3,4 т); підвищеної (3,5 – 5,0 т); великої (5,1 - 10 т); особливо великої (10,1 - 25 т і більше). У цих автомобілів найчастіше двигуни внутрішнього згорання – дизельні, карбюраторні й газотурбінні. Потужність двигунів автомобілів загального призначення 60-220 кВт, автомобілів-тягачів – до 500 кВт.

Вантажні автомобілі бувають нормальної, підвищеної і високої прохідності.

Машини та обладнання безперервного транспортування будівельних машин

Машини безперервного транспортування займають провідне місце серед підйомно-транспортних засобів різного призначення в будівельній індустрії. Вони дозволяють підвищити рівень комплексної механізації підйомно-транспортних, вантажно-розвантажувальних і складських робіт, створити єдину комплексну технологію виробництва, оскільки ці машини – основні засоби механізації та автоматизації виробничих процесів.

Головна особливість машин безперервного транспортування полягає у можливості безперервно переміщувати вантаж у заданому напрямку. До машин безперервного транспортування належать конвеєри й засоби транспорту в несучому середовищі – обладнання пневмо- та гідротранспорту.

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

Стрічкові конвеєри призначені для переміщення в горизонтальному і нахиленому (до 18-25°) напрямках сипких (пісок, ґрунт), дрібнокускових (щебінь, гравій) та штучних (цегла, блоки, плитка) вантажів на складах і будівельних майданчиках. Крім того, їх використовують як транспортуючі органи в траншейних ланцюгових та роторних екскаваторах, а також у бетоноукладальних та інших будівельних машинах. Проста конструкція, невелика металомісткість, зручність автоматизації, висока продуктивність. Крім стрічкових застосовуються пластинчасті, скребкові та вібраційні конвеєри.

Пластинчасті конвеєри (рис. 3.1, а) використовують для транспортування гарячих, гостроребристих, кускових і штучних матеріалів. Робочий орган таких конвеєрів – безконечний багаторядний пластинчатий ланцюг 3, який охоплює приводні 4 й натяжні 2 зірочки. До ланок ланцюга прикріплюються металеві пластини 1 завтовшки 4-10 мм. Швидкість переміщення матеріалу до 0,5 м/с. Завантаження та розвантаження його виконують відповідно через завантажувальний бункер та розвантажувальний лотік.

Недоліки цих конвеєрів: значна маса і висока вартість рухомих частин; менша швидкість руху полотна порівняно зі швидкістю стрічкових конвеєрів; підвищене спрацювання шарнірних з'єднань і більший опір руху.

Скребкові конвеєри (рис. 3.1, б) застосовують для переміщення слабоабразивних і подрібнених матеріалів (цемент, вугілля, сніг у снігонавантажувачах) на невеликі відстані та під великим кутом нахилу. Вони відрізняються від пластинчатих тим, що на тягових ланцюгах 3 закріплені скребки 5, а нижня робоча вітка розміщена у відкритому нерухомому жолобі і, рухаючись, переміщує матеріал.

Переваги скребкових конвеєрів: проста конструкція, універсальність застосування.

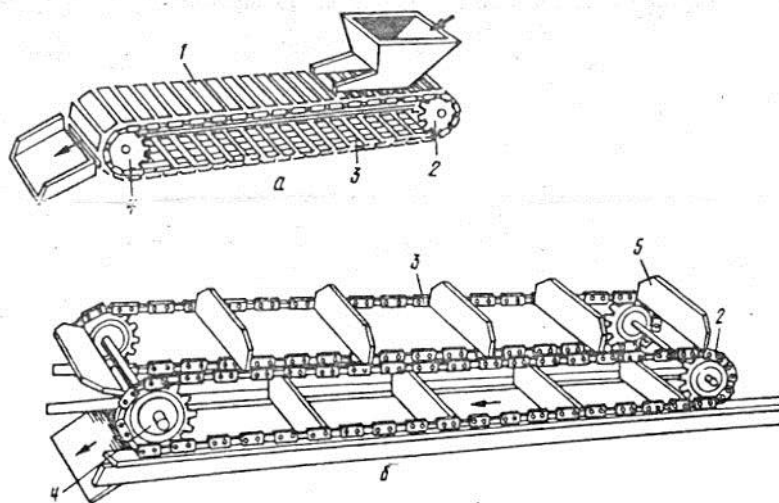


Рис. 3.1. – Конвеєри з ланцюговим тяговим органом :
1 – пластина; 2, 4 – натяжна і приводна зірочки; 3 – ланцюг; 5 – скребок

Навантажувально–розвантажувальні машини, продуктивність

Навантажувально-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 витрат виробництва. Для механізації цих робіт у будівництві, крім кранів, екскаваторів та різних підйомників, використовують спеціальні машини. Розрізняють **спеціалізовані** машини, які використовуються на складах підприємств будівельної індустрії та пристанційних складах (скребковий розвантажувач для розвантаження піску, щебеню, гравію і т.п. із залізничних платформ; розвантажувально-штабелювальна машина для розвантаження піввагонів), і **універсальні самохідні навантажувачі**. Це переважно колісна або гусенично-підйнятно-транспортна машина, оснащена одним або (найчастіше) кількома змінними робочими органами.

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

За призначенням навантажувально-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 розробки й навантаження в автотранспорт (або відсипання у відвал) незалежного ґрунту першої і другої категорій та природного ґрунту третьої категорії.

Одноковшові фронтальні навантажувачі на пневмоколісному ході використовуються також при виконанні земляних робіт замість екскаваторів, особливо при відкритих гірничих виробках.

Колісні навантажувачі мають масу 0,3 – 85т, місткість ковша 0,05 – 35м³ та більше, потужність 6 - 500 кВт і вище. Їхня продуктивність у 2,5 - 3,0 рази вища, ніж у одноковшових екскаваторів такої ж маси. У навантажувачів у 2 - 3

рази менша висота копання, ніж в одноковшових екскаваторів, і дуже малий радіус дії, що вимагає під'їзду майже впритул до забою.

Типи одноковшових навантажувачів відзначаються різноманітністю конструктивного виконання, спільним у них є ківш у передній частині. Останній повертається на кут 50° і піднімається на висоту до 4м. 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 надлегкі (0,6 – 2,0 т), середні (2,0 – 4,0т), важкі (4,0 – 10,0 т) та великовантажні.

За типом ходового обладнання вони можуть бути пневмоколісними й гусеничними. У перших великі транспортні швидкості, вони не пошкоджують поверхню доріг і майданчиків складів, у других – зусилля при заглибленні в ґрунт силою тяги у 1,2 – 1,5 раза більше, ніж у колісних, а також велика маневреність завдяки можливості розвороту на місці, що скорочує тривалість циклу на 8-25%

І підвищує продуктивність на 20 - 30%. Як базові машини для навантажувачів придатні спеціальні пневмоколісні шасі, промислові трактори навантажувальних модифікацій або трактори загального призначення.

Технічна продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$, одноковшових навантажувачів при роботі із сипкими матеріалами становить:

$$\Pi_t = 3600 \cdot qK_n / t_{\text{ц}}K_p,$$

де q – вміст ковша, м^3 ; K_n – коефіцієнт наповнення ковша; K_p – коефіцієнт розпушення матеріалу; $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с.

При роботі зі штучним вантажем технічна продуктивність $\text{т}/\text{год}$, дорівнює:

$$\Pi_t = 3600 \cdot GK_b / t_{\text{ц}},$$

де G – вантажопідйомність навантажувача, т; K_b – коефіцієнт використання за вантажопідйомністю.

Тривалість циклу складається з часу наповнення ковша, від'їзду від забою, під'їзду до транспорту чи відвалу, розвантаження і часу зворотного ходу.

Багатоковшеві навантажувачі належать до машин безперервної дії й застосовуються для завантаження сипких та дрібнокускових матеріалів (пісок, гравій, щебінь, шлак і т.д.) до транспортних засобів. Крім того, їх використовують для засипання траншей та фундаментних пазух свіжонасипаним ґрунтом, для обвалування майданчиків тощо. Продуктивність багатоковшевих навантажувачів при тій самій встановленій потужності на 40 - 60% вища, ніж в одноковшевих, і становить 40; 80; 160; 250 $\text{м}^3/\text{год}$. Висота розвантаження 2,4 - 4,2 м.

Багатоковшеві навантажувачі розрізняють за типом ходового обладнання, живильника й транспортуючих органів. Як ходове обладнання використовують

самохідні гусеничні або пневмоколісні шасі. Для розробки матеріалу та порційної його подачі до конвеєра застосовують шнеки, ротори, диски, загібні лапи. В першому випадку матеріал розробляють і подають за допомогою одного чи кількох шнеків, встановлених перед машиною. Роторні навантажувачі мають кулькові або ковшові фрези, дискові подають матеріал двома дисками, які обертаються в зустрічному напрямку. Загібні лапи діють завдяки спеціальній кінематиці їх руху.

Як транспортуючий орган найчастіше використовують ковшові, скребкові й стрічкові конвеєри. Найпоширенішим у будівництві є пневмоколісний навантажувач із живильником шнекового типу і ківшовим конвеєром

Лекція 4

ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ

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

Просте вантажопідіймальне обладнання. Домкрати

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

Гвинтовий домкрат (рис. 4.1, а) має корпус 2, в якому нерухомо закріплена гайка 5. В гайку вгвинчується гвинт 6, у його верхній частині встановлена чашка 8. Остання впирається у вантаж, що піднімається, і при його підніманні не обертається. Гвинт обертається за допомогою рукоятки 7, яка приводиться у зворотно-обертальний рух. При цьому рух від рукоятки до гвинта передається заціпкою 3, що перебуває в зачепленні з храповим колесом 4, нерухомо прикріпленим до гвинта. Заціпка може фіксуватися за допомогою підпружиненого стопора 7 у двох положеннях — відповідно підніманню та опусканню вантажу. Гвинтова пара домкратів найчастіше має самогальмуючу трапецієподібну чи підпорну різьбу. Самогальмування забезпечується за рахунок того, що кут підйому різьби β менший, ніж приведений кут тертя в різьбі φ . Завдяки цьому ван-

таж утримується в піднятому положенні без застосування додаткових пристроїв для фіксації гвинта.

Для піднімання вантажу вагою Q рукоятки гвинта необхідно докласти зусилля, H :

$$F = Qd_{cp} \operatorname{tg}(\beta + \varphi) / 2L ,$$

де d_{cp} - середній діаметр різьби гвинта, мм; L - довжина рукоятки, мм.

Гвинтові домкрати найчастіше мають вантажопідйомність до 50 т і висоту підйому до 0,5 м.

Рейковий домкрат (рис. 41, б) має корпус 1, у напрямних якого переміщується повзун 7, на якому нарізані зубці 2. У нижній частині повзуна є чашка 8, що дає змогу піднімати вантажі, низькорозміщені над опорною поверхнею. Повзун переміщується за допомогою рукоятки 3, яка передає зусилля через зубчасту передачу 6. Вантаж у піднятому положенні утримується за допомогою храпового колеса 4, закріпленого на валу приводної рукоятки, і заціпки 5, шарнірно встановленої на корпусі.

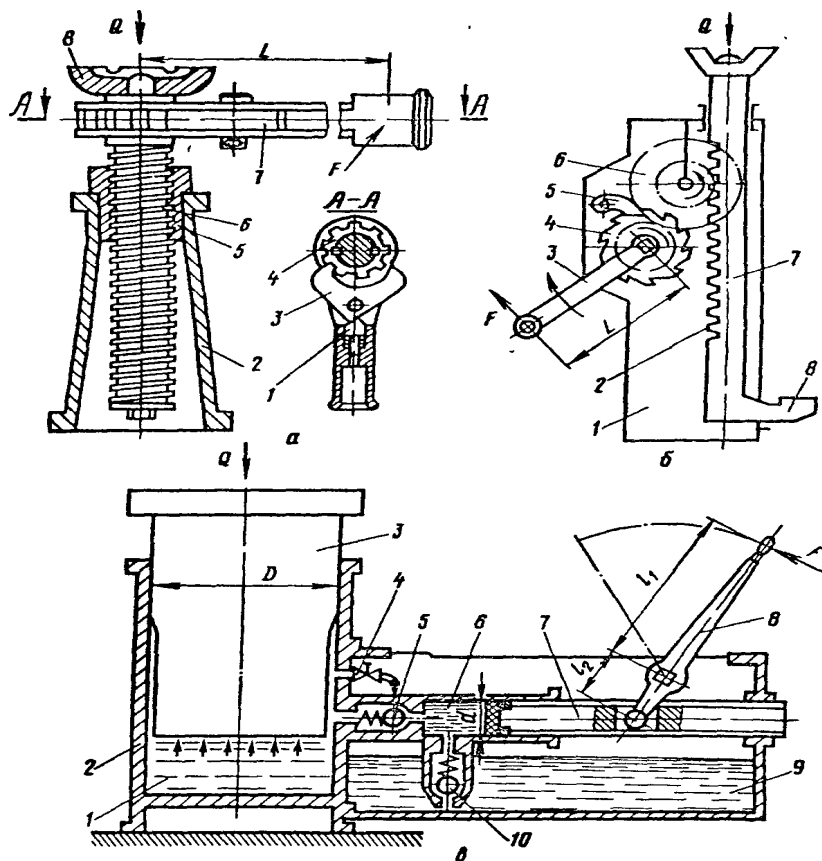


Рис. 4.1. – Домкрати:

а - гвинтовий, 1 - стопор, 2 - корпус, 3 - заціпка, 4 - храпове колесо, 5 - гайка, 6 - гвинт, 7 - рукоятка, 8 - чашка, б - рейковий 1 - корпус, 2 - зубці, 3 - рукоятка, 4 - храпове колесо, 5 - заціпка, 6 - зубчаста передача. 7 - повзун, 8 - чашка, в - гідравлічний 1 - робочий циліндр, 2 - корпус, 3 - підіймальний плунжер 4 - зливний кран, 5, 10 - нагнітальний і всмоктувальний клапани, 6 - насосний циліндр, 7 - насосний плунжер, 8 - двоплечний важіль. 9 - місткість для робочої рідини

Зусилля на рукоятці завдовжки L , мм, яке повинен прикласти робітник, піднімаючи вантаж вагою Q , H , обчислюють за рівнянням

$$F = Q \cdot d_1 / 2L \cdot i \cdot \eta ,$$

де d_1 , — діаметр початкового кола шестерні, яка перебуває в зачепленні із зубчастою рейкою, виготовленою на повзуні, мм;

i — передаточне число зубчастої передачі ($i = 5 \dots 30$); $\eta = 0,65 \dots 0,85$ — ККД передачі.

Вантажопідйомність рейкових домкратів досягає 10 т, а висота піднімання — 0,4 м.

Гідравлічні домкрати з ручним приводом (рис. 4.1, в) конструктивно суміщають гідроциліндр і насосну станцію. Такий домкрат має литий корпус 2, на якому розміщена розточка для встановлення підіймального плунжера 3, місткість 9 для робочої рідини (мінерального мастила) і ручний плунжерний насос. Останній складається з насосного плунжера 7, який приводиться у зворотно-поступальний рух за допомогою двоплечого важеля 8, всмоктувального 10 й нагнітального 5 клапанів. При русі плунжера вправо нагнітальний клапан закривається, всмоктувальний відкривається і насосний циліндр заповнюється. При зворотному русі плунжера всмоктувальний клапан закривається, нагнітальний відкривається, а робоча рідина під тиском надходить у робочий циліндр 1, виштовхуючи підіймальний плунжер та піднімаючи вантаж. Операції повторюються до підйому вантажу на потрібну висоту. Щоб опустити його, необхідно відкрити зливний кран 4, при цьому робоча рідина витискується вагою вантажу з робочого циліндра назад у місткість 9.

Щоб підняти вантаж вагою Q , (Н), слід прикласти до рукоятки відповідне зусилля, F :

$$F = Q \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{L_1}{L_2} \eta,$$

де d — діаметр насосного плунжера, мм; D - діаметр підіймального плунжера, мм; L_1 , L_2 - плечі важеля, мм; $\eta = 0,8 \dots 0,9$ - ККД домкрата.

Вантажопідйомність гідравлічних домкратів з ручним приводом досягає 700 т, а висота піднімання - 0,2 м.

Для створення більших зусиль (до $7 \cdot 10^7$ Н) гідродомкрати з'єднують у батарею й оснащують спільною насосною станцією з електроприводом, для цього придатні також телескопічні та реверсивні домкрати.

Лебідки — вантажопідіймальні машини, призначені для переміщення вантажів за допомогою каната, який намотується на барабан. Їх застосовують як окремі машини при виконанні монтажних, такелажних і ремонтних робіт та як агрегати значно складніших машин (вантажопідіймальних, землерийних тощо).

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

Ручні лебідки виготовляють однобарабанными і важільними (без барабана).

Ручні однобарабанні лебідки мають тягове зусилля на першій передачі 4,9—78,5 кН, канатомісткість барабана 50—200 м.

Частіше використовуються лебідки з машинним приводом. За характером кінематичного зв'язку між двигуном і барабаном розрізняють лебідки фрикційні й реверсивні.

У реверсивних лебідок кінематичний зв'язок від двигуна до барабана не розривається. Для опускання вантажу необхідно реверсувати (змінювати на протилежний) напрям обертання вала двигуна. Такі лебідки найчастіше однобарабанні, приводяться у дію електро- та гідродвигунами.

Кінематична схема електрореверсивної лебідки наведена на рис. 4.2. На зварній рамі змонтовано електродвигун 4, з'єднаний муфтою – 3 з валом редуктора 1.

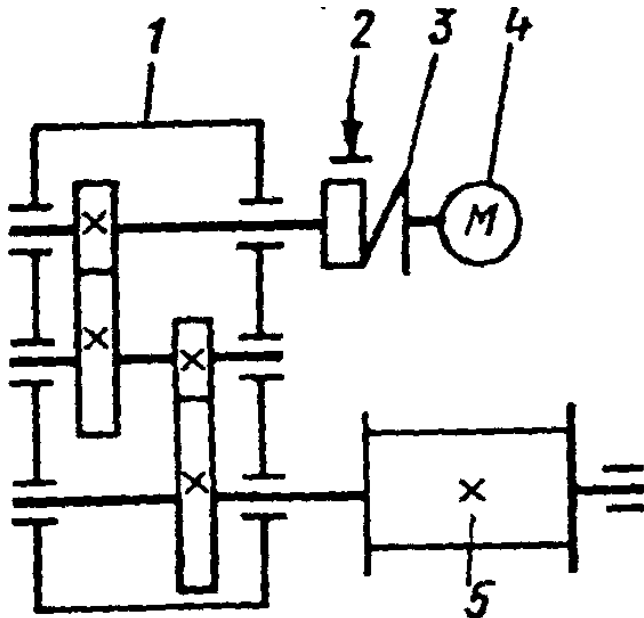


Рис. 4.2. – Кінематична схема електрореверсивної лебідки:

1 – редуктор; 2 – гальмо; 3 – муфта; 4 – електродвигун (М); 5 – барабан

Вихідний вал редуктора приводить у дію барабан 5. Електрореверсивні лебідки обладнують нормально-замкненими гальмами 2. Як гальмовий шків використовують одну півмуфту.

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

Реверсивні лебідки загального призначення мають тягові зусилля 3,0 - 122,5 кН, потужність електродвигуна 2,8 - 20,0 кВт, швидкість намотування першого шару каната (при багатшаровому намотуванні) 0,08 - 0,7 м/с та канатомісткість барабана 80 - 800 м.

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

Кінематична схема фрикційної лебідки наведена на рис. 4.3. Енергія від електродвигуна 1 через клинопасову 2 і зубчасту 11 передачі передається на ведучу півмуфту фрикційної муфти 10. Ведена півмуфта виготовлена в буртику барабана 4. Ведене колесо зубчастої передачі та барабан встановлені з можливістю обертання на нерухомо закріпленій у корпусі осі 5. Барабан оснащений

стрічковими гальмами 3, храповим колесом 7, заціпкою 6 і механізмом увімкнення фрикційної муфти, який складається з рукоятки 9 та гайки 8, накрученої на нерухомому вісь. Для піднімання вантажу рукояткою повертають гайку й зміщують барабан, вмикаючи фрикційну муфту. При цьому гальма повинні бути розгальмовані, а заціпка та храпове колесо розімкнені. При ввімкненні двигуна барабан обертається, намотуючи канат. Вантаж опускається під дією власної ваги, фрикційна муфта при цьому розімкнена, канат змотується, розкручуючи барабан. Пригальмовуючи його можна регулювати швидкість опускання вантажу.

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

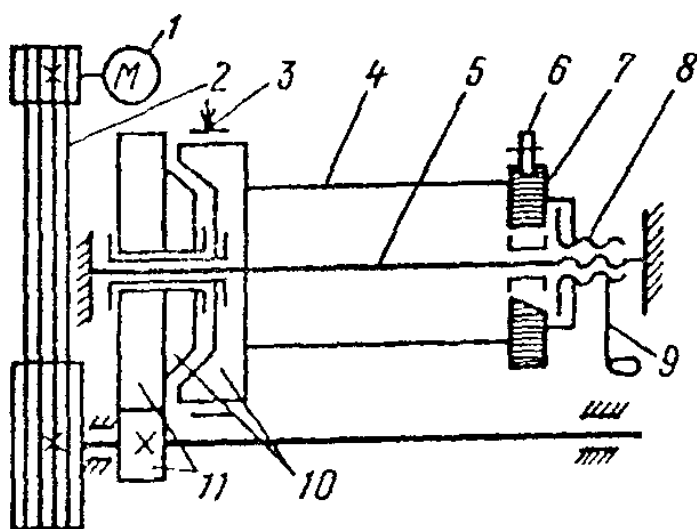


Рис. 4.3. – Кінематична схема фрикційної лебідки:

1 - електродвигун (М); 2 - клинопасова передача; 3 — стрічкове гальмо; 4 — барабан; 5 — вісь; 6 — заціпка; 7 — храпове колесо; 8 — гайка; 9 — рукоятка; 10 - фрикційна муфта; 11 - зубчаста передача

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

Потужність двигуна лебідки, кВт, становить:

$$N = Fv/10^3\eta_{\text{л}},$$

де F - зусилля в канаті, що намотується, Н; v — швидкість намотування каната, м/с; $\eta_{\text{л}}$ — ККД лебідки.

Будівельні підйомники

Будівельні підйомники — це вантажопідіймальні машини, в яких несучий орган (платформу, ківш, кабіну і т.д.) не підвішують вільно на канатах, як у кранів, а переміщують у напрямних або з'єднують пересувними елементами конструкцій. Вони поширені при виконанні опоряджувальних, покрівельних і ремонтних робіт, зведенні споруд баштового типу (елеваторів, труб) тощо.

Підйомники — єдині вантажопідіймальні машини, якими можна транспортувати по вертикалі людей, що суттєво скорочує затрати робочого часу, особливо при висотному будівництві;

За призначенням розрізняють вантажні та вантажопасажирські підйомники, а також стаціонарні й пересувні. Стаціонарні виготовляють вільностоячими (при висоті піднімання до 12 м) і приставними, тобто такими, що прикріплюються до споруди.

За конструкцією напрямних підйомники бувають з гнучкими (струнні) й жорсткими (щоглові, шахтні) напрямними. У шахтних підйомники вантажонесучий орган пересувається всередині металокопункцій. Пересувні підйомники на базі автомобілів, тракторів, причепів часто називають монтажними вишками.

Схеми підйомників наведені на рис. 4.4.

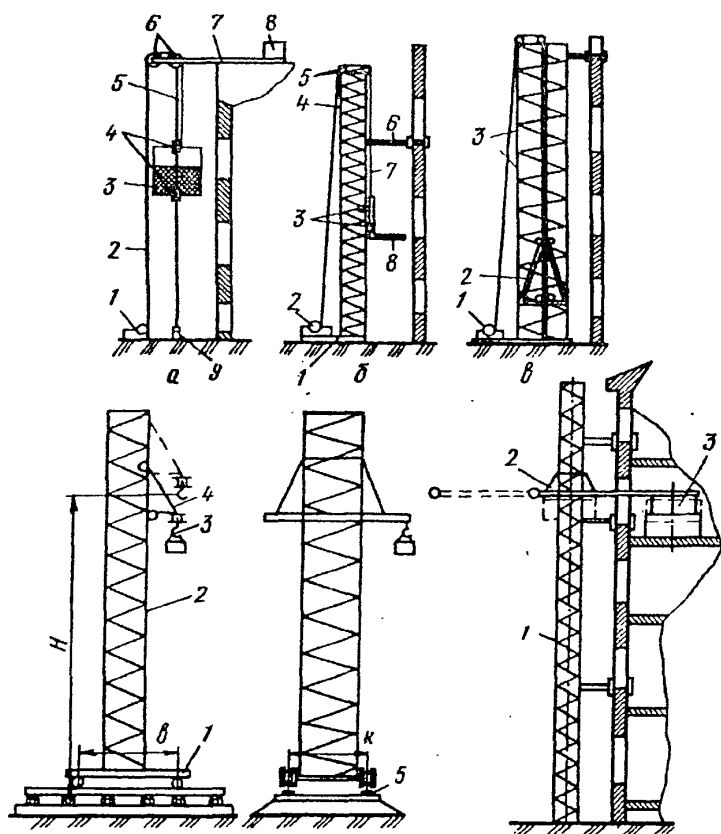


Рис. 4.4. — Схеми підйомників:

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

Лекція 5. КРАНИ БУДІВЕЛЬНІ. КЛАСИФІКАЦІЯ

Класифікація. Козлові, мостові та кабельні крани

Крани будівельні класифікують:

- за конструктивним рішенням,
- за вантажопідйомністю,
- за типом привода,
- за базою машиною.

Крани будівельні призначені для піднімання або переміщення, наведення та установа конструцій у проектне положення. Паралельно з монтажем конструцій можливе використання кранів для виконання вантажно-розвантажувальних робіт, а також при бетонуванні різноманітних наземних та підземних конструцій з інтенсивністю робіт до 20 м^3 на добу. При крановом способі подачі бетону суміш подають у баддях місткістю $0,5\text{--}3 \text{ м}^3$. Баддя – це металева конструція, яка має корпус, каркас, заслонку і важіль. Бадді конструтивно виконані поворотними й неповоротними, більш поширені поворотні бадді, які заповнюють бетонною сумішшю з транспортних засобів у горизонтальному положенні при підйомі краном така баддя займає вертикальне положення, в якому її переміщують до місця бетонування і вивантажують.

Залежно від технологічних особливостей вони можуть бути мобільними, обмежено мобільними, немобільними. Специфічну групу становлять літальні й плавучі монтажні крани.

Вибір типу крану для виконання будівельних робіт виконують з урахуванням конструктивної схеми і розмірів будівлі, споруд, маси елементів і їх розташувань на будинку, рельєфу будівельного майданчика.

До основних параметрів монтажних кранів відносяться: вантажопідйомність, швидкість підйому та опускання вантажу, пересування та обертання крану, продуктивність крану й висота підйому вантажу і глибина подавання.

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

Козлові крани, конструктивна схема. Основні механізми, використання

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

Несучий елемент безконсольного козлового крана (рис. 5.1, а) — міст 4, піднятий над рейками на опорах 2 і 6. Перша опора найчастіше кріпиться до моста міцно, а друга — шарнірно або виготовляється гнучкою (тобто із зниженою міцністю), що компенсує температурні деформації моста та дефекти монтажу кранових шляхів.

У нижній частині опор закріплені візки 1, кожний з яких переміщується у кранів загального призначення однорейковою, а в монтажних — дворейковою колією. По мосту може рухатися вантажний візок 5. Схеми запасовки канатів піднімання вантажу та переміщення такого візка наведені на рис. 5.1, б і в. Застосовують також крани із самохідним вантажним візком, на якому закріплений механізм піднімання вантажу. При вантажопідйомності до 5 т як вантажний візок може бути використаний тельфер. Візок може рухатися по верху моста і нижньому поясу двотаврової балки, прикріпленої до моста. У консольних козлових кранах, щоб пройти між опорами, візок повинен рухатися по нижньому поясу двотаврової балки.

Важкі монтажні козлові крани інколи мають два візки. Основний рухається верхнім, а допоміжний (меншої вантажопідйомності) — нижнім поясом моста, отже при монтажу новобудова буде в прогоні між опорами. Монтажні козлові крани використовуються лише для зведення довгих споруд із важкими елементами (корпуси теплових і атомних електростанцій), монтажу обладнання доменних і цементних випалювальних печей. Кабіна керування 3 закріплюється переважно на жорсткій опорі.

Більшість козлових кранів — самомонтовані. Для цього стріловим краном укладають на шпальні клітки міст крана, встановлюють на рейки ходові візки, з'єднують шарнірно стояки опор із візками і мостом, стягують за допомогою лебідок праві й ліві стояки і встановлюють кран у робоче положення. В нижній частині стояки опор з'єднуються міцними поперечинами 7. Козлові крани обладнують обмежувачами висоти піднімання вантажу, переміщення візка й самого крана.

Перекинутися козловий кран може лише у випадку, якщо його сильним вітром зірве з гальм і прокотить до тупикових упорів. Тому великі козлові крани оснащують автоматичним протиугонним пристроями. При великій швидкості вітру спрацьовує анемометр, який вмикає двигун протиугонних захватів.

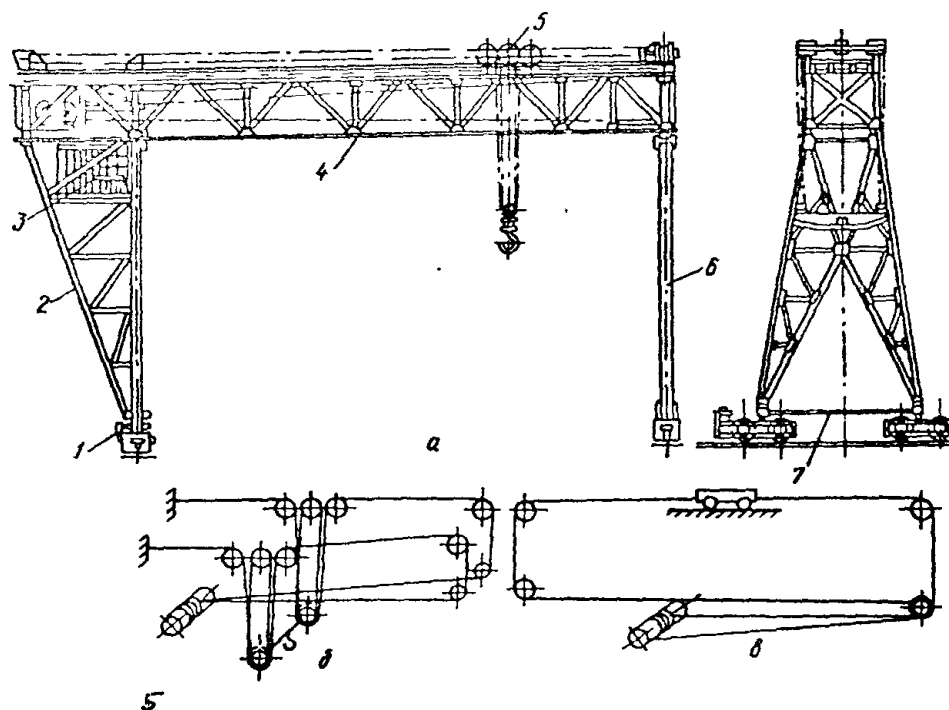


Рис. 5.1 – Безконсольний козловий кран (а), схеми запасовки канатів піднімання вантажу (б) та переміщення візка (в):

1 — ходові візки; 2, 6 — жорстка і гнучка опори, 3 — кабіна керування, 4 — міст; 5 — вантажний візок; 7 — поперечина, б — схема запасовки каната піднімання вантажу; в — схема запасовки каната переміщення візка

Мостові й кабельні крани. Основні механізми, використання

Мостові крани як технологічний транспорт поширені на заводах залізобетонних виробів, у цехах машинобудівних заводів тощо. Вони пересуваються по рейках, піднятих на будівельних конструкціях у верхню частину приміщення. Мостовий кран складається з моста, оснащеного на кінцях ходовими візками з механізмом переміщення, і самохідного візка, що пересувається по мосту, з механізмом піднімання вантажу. Для монтажу будівельних конструкцій мостові крани, як правило, не використовуються, але при повній або частковій зупинці підприємств технологічні струмно-мостові крани можуть бути ефективно використаними при механізації будівельних або монтажних робіт. За їх допомогою демонтують тунелі, фундаменти, а також конструкції внутрішньоцехових приміщень. Особливу цікавість мають сучасні легкі дахові крани.

Кабельні крани застосовують при будівництві мостів, шлюзів, гребель та інших споруд, транспортуванні матеріалів через водні перешкоди тощо.

Лекція 6

БАШТОВІ КРАНИ. КЛАСИФІКАЦІЯ. ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ, ВИКОРИСТАННЯ

Баштові крани переміщують вантажі по складних просторових траєкторіях. Завдяки стрілі, закріпленій у верхній частині башти, вони мають значний підстріловий простір, в якому розташовується новобудова.

Класифікація

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

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

Конструктивні схеми кранів

Найпоширеніші крани кількох конструктивних схем: з поворотною баштою і нижнім розміщенням опорно-поворотного пристрою; з неповотною баштою і верхнім розміщенням опорно-поворотного пристрою. Зміна вильоту стріли забезпечується її нахилом та переміщенням візка. Поєднання конструктивних ознак може бути різним. **Схему баштового крана з поворотною баштою та зміною вильоту стріли** шляхом її нахилу та основні його параметри наведено на рис.6.1;

Q, т, — вантажопідйомність, тобто максимальна маса вантажу, який може підняти кран, при цьому кран може підняти найбільший вантаж при мінімальному вильоті;

L, м — виліт стріли, тобто відстань від центра вантажу до осі обертання крана;

M, т-м, — вантажний момент $M = QL$.

Для баштових кранів вантажний момент — основний параметр, який зв'язаний з висотою піднімання, швидкістю всіх робочих переміщень, базою, колією, габаритними розмірами, встановленою потужністю механізмів, масою.

Баштові крани монтують на кранових коліях 15, які повинні відповідати "Інструкції з обладнання, експлуатації та перевезення рейкових колій для будівельних баштових кранів" СН 78—73 та "Правил обладнання і техніки безпеки вантажопідіймальних кранів". По рейках кранових шляхів пересуваються ходові візки 14,

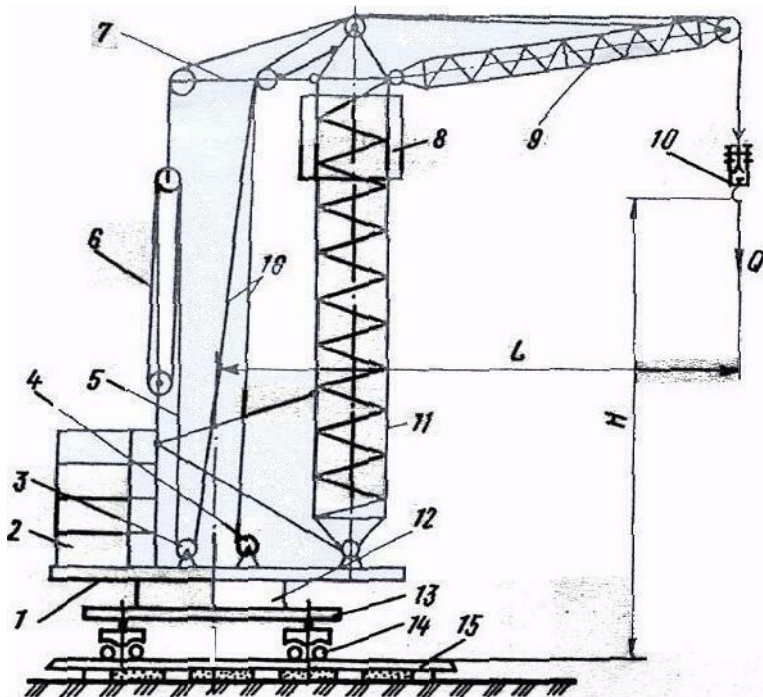


Рис. 6.1 – Схема баштового крана з поворотною баштою:

1 - поворотна платформа; 2 - противага; 3, 4 - стрілова і вантажна лебідки; 5, 6 - відповідно стріловий канат і поліспаст; 7 - консоль; 8 - кабіна керування; 9 - стріла; 10 - гакова підвіска; 11 - башта; 12 - опорно-поворотний пристрій та механізм повороту; 13 - рама ходового пристрою; 14 - ходовий візок; 15 - крановий шлях; 16 - вантажний канат

два з них приводні, а два — не приводні. Механізм переміщення приводних візків має електродвигун, нормально замкнені двоколодкові гальма з електромагнітним чи електрогідрравлічним керуванням, редуктор і відкриту зубчасту передачу. Ходові візки встановлюють на вертикальних осях із можливістю обертання для проходження закруглень рейкового шляху.

На рамі ходового обладнання встановлено опорно-поворотний пристрій з механізмом повороту 12. Опорно-поворотний пристрій кранів із поворотною баштою являє собою спеціально виготовлений кульковий чи роликовий підшипник кочення діаметром понад 2 м. Цей підшипник сприймає не лише осьові та радіальні навантаження, але й навантаження у вигляді перекидного моменту. На опорно-поворотному пристрої встановлена поворотна платформа 1, на якій змонтовано противагу 2, стрілову 3 і вантажну 4 лебідки та башту 11. У верхній частині башти встановлено кабіну керування 8 і шарнірно закріплено стрілу 9. З протилежного від стріли боку башти закріплена консоль з обвідними блоками. Стріловий канат 5, збігаючи з барабана лебідки, проходить через блоки стрілового поліспасти 6, другий кінець каната 5 закріплено нерухомо. При намотуванні каната на барабан рухомі блоки опускаються і за допомогою додаткових розчальних канатів, на яких вони підвішені, піднімають стрілу. Так відбувається зміна вильоту. Вантажний канат 16, намотуючись на барабан лебідки 4, охо-

плює обвідні блоки на кінці стріли та гаковій підвісці 10 й піднімає вантаж. Другий кінець вантажного каната охоплює обвідні блоки і закріплюється на стріловому барабані лебідки 3. В результаті при зміні вильоту (підніманні та опусканні стріли) висота підвішування вантажу не змінюється, хоча на практиці відбуваються незначні коливання висоти підвішування вантажу.

Схему баштового крана з неповоротною баштою та зміною вильоту стріли за допомогою вантажного візка наведено на рис. 6.2. Такі крани виготовляють переважно без ходового пристрою і встановлюють на фундаменті 1. Їх часто використовують у висотному будівництві. При цьому для підвищення стійкості башту 2 кріплять до споруди, що будується, у верхній її частині розміщена кабіна керування 3.

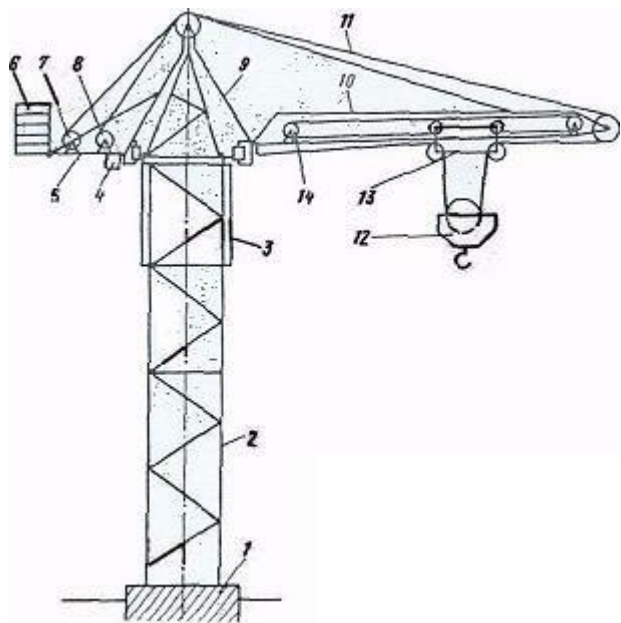


Рис. 6.2 – Схема баштового крана з неповоротною баштою:

1 – фундамент; 2 – башта; 3 – кабіна керування; 4 – механізм повороту; 5 – консоль; 6 – поротивовага; 7,8 – вантажно і стрілова лебідки; 9 – наголовник; 10 – стріла; 11 – вантажний канат; 12 – гакова підвіска; 13 – візок вантажний; 14 – лебідка переміщення візка.

На башті встановлено наголовник 9, який з'єднаний з баштою за допомогою центральної цапфи та розміщених по колу котків. Цапфа і котки утворюють опорно-поворотний пристрій. До наголовника шарнірно прикріплена стріла 10, а з протилежного боку — консоль 5. На останній змонтовано противагу 6, стрілову 8 і вантажну 7 лебідки та механізм повороту 4. По стрілі може рухатися вантажний візок 13. Стрілова лебідка 8 призначена для утримання стріли. Є конструкції, в яких стріла утримується за допомогою жорстких тяг або в яких стрілова лебідка може нахилити стрілу, що підвищує висоту піднімання вантажу. При цьому вантажний візок кріпиться на кінці стріли чи переміщується по нахиленій стрілі. Вантажний канат 11 змотується з барабана лебідки 7, охоплює обвідні блоки, встановлені на кінці стріли, вантажному візку та гаковій підвісці 12. Кінець каната закріплений нерухомо біля основи стріли. Блоки вантажного візка і гакової підвіски, охоплені канатами, утворюють вантажний поліспаст. При підніманні вантажу канат 11 намотується на барабан лебідки 7, виліт стріли при цьому не змінюється.

Механізм повороту 4 складається з електродвигуна, нормально замкнених гальм, редуктора та відкритої зубчастої передачі. При повороті шестерня цієї передачі котиться по нерухомому зубчастому колесу, закріпленому на башті, й

обертає наголовник із закріпленими на ньому елементами конструкції. Виліт стріли змінюється шляхом переміщення вантажного візка 13 за допомогою лебідки 14, із барабана якої звисають обидві вітки каната. Кінці каната кріпляться до вантажного візка. При зміні вильоту й горизонтальній стрілі висота підвищення вантажу залишається постійною.

Самопідймальні крани

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

Крани зі зміною вильоту шляхом нахилу стріли (з підйимальною стрілою) при тих же параметрах (вильоті, висоті піднімання, вантажопідйомності) на 15—20% легші, ніж крани зі зміною вильоту за допомогою вантажного візка (з балковою стрілою). Підйимальна стріла дає змогу збільшити висоту піднімання вантажу при зменшенні її вильоту, забезпечує добру маневреність в тісних умовах будівельного майданчика. Крани з такою стрілою технологічніші при виготовленні, зручніші при монтажі та перевезенні, проте мають й деякі недоліки порівняно з балковими стрілами:

- відсутність суворо горизонтального переміщення при зміні вильоту, що підвищує потужність двигуна силової лебідки;
- незначна і нерівномірна горизонтальна швидкість пересування при зміні вильоту; зменшення зони обслуговування з однієї зупинки, оскільки вантаж не можна підвести близько до башти крана.

Застосування кранів з поворотною баштою також сприяє зменшенню їх маси, адже маса механізмів не навантажує башту. Однак при значній висоті башти, щоб зменшити гнучкість, її доводиться прикріплювати до споруди. В такому випадку доцільніше використовувати крани з неповотною баштою.

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

Монтаж та демонтаж кранів

Кран з поворотною баштою і підйимальною стрілою демонтують у такій послідовності. Висоту башти зменшують до мінімуму. Стрілу опускають вертикально вниз. У разі потреби, 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 та знизу прикріплюють інвентарну пневмоколісну вісь. З об'єкта на

об'єкт кран перевозять як автопоїзд. Для монтажу крана на новому об'єкті слід заздалегідь встановити одну секцію кранових колій. Монтують кран у зворотній послідовності. Монтаж і демонтаж баштових кранів виконують за допомогою їх механізмів та одного-двох стрілових самохідних кранів.

З метою підвищення безпеки праці баштові крани оснащують автоматичними приладами безпеки. До них належать обмежувачі переміщень (переміщення крана, кут нахилу стріли, висота піднімання гакової підвіски, переміщення вантажного візка, повороту крана тощо) та вантажопідйомності. Перші вимикають механізми крана до досягнення граничного положення його елементів, другі — в разі перевищення номінальної його вантажопідйомності. Всі механізми оснащують нормально замкненими гальмами, нульовим і кінцевим електрозахистом.

На баштових кранах встановлюють анемометри, які подають звукові та світлові сигнали при небезпечній швидкості вітру. Крім того, крани обладнують рейковими захватами, покажчиками вильоту і вантажопідйомності.

Лекція 7

СТРІЛОВІ САМОХІДНІ КРАНИ

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

Стрілові самохідні крани використовують при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт та монтажу конструкції при малоповерховому будівництві, частому перебазуванні, малих обсягах монтажних робіт.

Як правило, стрілові самохідні крани забезпечуються двигунами внутрішнього згоряння, що значно підвищує їх мобільність.

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

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

Друга цифра — це тип ходового обладнання: 1 — гусеничне; 2 — гусеничне розширене, тобто таке, "що забезпечує менший питомий тиск на ґрунт; 3 — пневмоколісне (двигун при цьому розташований на поворотній платформі); 4 — на спеціальному шасі; 5 — на шасі автомобіля; 6 — на тракторі; 7 — на причепі.

Цифрою, що стоїть на третьому місці, кодується влаштування стрілового обладнання. Цифра 6 означає, що стріла з канатною підвіскою, тобто використовується канатно-блоковий привод керування стрілою; цифра 7 — підвіска

стріли жорстка, тобто застосовується гідравлічний привод для керування стрілою; цифра 8 — стріла телескопічна, тобто секції стріли висуваються одна з одної, найчастіше за допомогою гідроциліндрів. Це дозволяє зменшити транспортні габарити крана й одержати більшу довжину стріли в робочому положенні.

Цифра на четвертому місці свідчить про порядковий номер моделі крана. Оскільки конструкції кранів безперервно вдосконалюються, то після чергової модернізації до індексу крана додають буквене позначення модернізації (А, Б, В і т.д.). Якщо модернізації не було, позначка відсутня. Як і для баштових кранів, указують кліматичне виконання: ХЛ — для півночі; Т і ТВ- відповідно для сухих та вологих тропіків. Крани автомобільні й на спеціальному шасі мають приблизно однакове компонування.

Крани на спеціальному шасі

Схему крана на спеціальному шасі автомобільного типу наведено на рис. 7.1. Маневреність крана забезпечується кількістю керованих коліс (4; 6; 8 і т.д.). Щоб не збільшувати габаритні розміри за висотою, кабіну 2 для керування в транспортному режимі прикріплюють до рами ходового обладнання консольне. Двигун внутрішнього згоряння 15 розміщують за кабіною. На рамі ходового обладнання є опорно-поворотний пристрій 14, на якому встановлена поворотна платформа 10, де закріплені механізм повороту, противага 11, вантажна лебідка 7 та інші елементи.

Механізм повороту і вантажну лебідку виготовляють з приводом від гідродвигуна й постачають нормально замкненим гальмом і гідравлічним розмикачем. На поворотній платформі шарнірно закріплена стріла 5, частіше телескопічна. Секції стріли можуть висуватися під навантаженням за допомогою гідроциліндрів усередині стріли. Піднімання і опускання стріли здійснюють гідроциліндром 6. Вантажний канат змотується з барабана лебідки 7, охоплює обвідні блоки, встановлені на двоногому

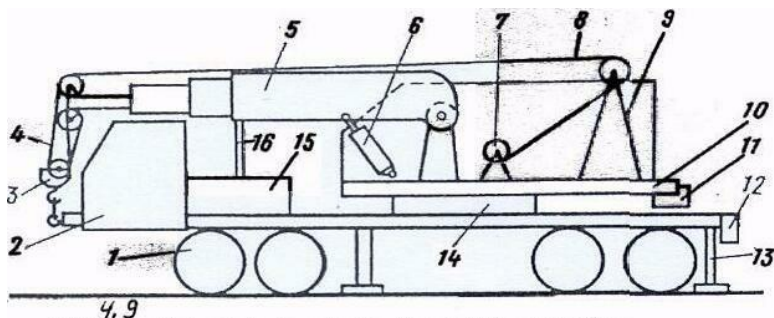


Рис. 7.1. — Схема крана на спеціальному шасі автомобільного типу:

1 — спеціальне шасі автомобільного типу; 2 — кабіна; 3 — пікова підвіска; 4, 7, 8 — відповідно вантажні поліспасти, лебідка і канат; 5 — стріла; 6 — гідроциліндр піднімання та опускання стріли; 9 — двоногий стояк; 10 — поворотна платформа; 11 — противага; 12 — виносний пульт керування; 13 — виносна опора; 14 — опорно-поворотний пристрій; 15 — двигун внутрішнього згоряння; 16 — стояк

стояку 9, блоки на кінці стріли і гаковій підвісці 3, утворюючи вантажний поліспаст 4. У транспортному режимі стрілу вкладають на стояк 16. Щоб попередити розгойдування гакової підвіски, її за допомогою строп кріплять до буксирних гаків автомобіля. На поворотній платформі розташовують кабінку для керування краном при переміщенні вантажів. Крани обладнують найчастіше гідрофікованими виносними опорами 13, якими керують з виносного пульта 12.

Крани пневмоколісні

Схема пневмоколісного крана наведена на рис. 7.2. На рамі ходового пристрою 1 розташований опорно-поворотний пристрій 2, на якому встановлена поворотна платформа 11. На останній закріплені противага 4, двигун внутрішнього згоряння 5, двоногий стояк 6, де встановлені обвідні блоки, стрілова 7 та вантажна 8 лебідки.

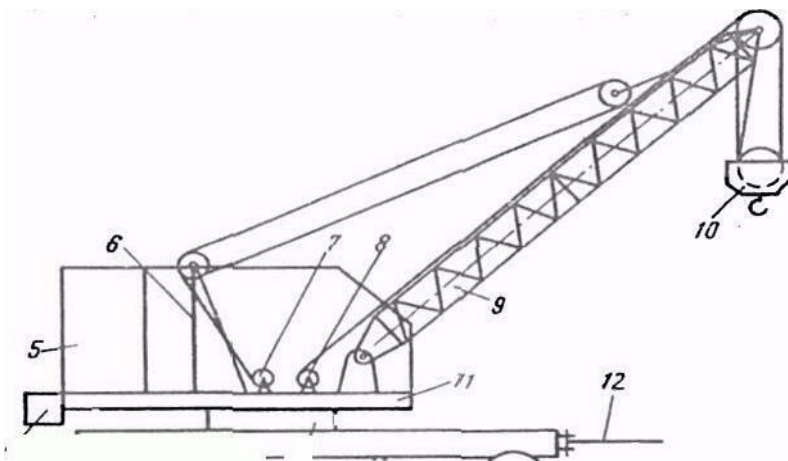


Рис. 7.2. – Схема пневмоколісного стрілового крана:

1 - ходовий пристрій; 2 - опорно-поворотний пристрій; 3- виносні опори; 4 - противага; 5 - двигун внутрішнього згоряння; 6 - двоногий стояк; 7, 8 - стрілова і вантажна лебідки; 9 - стріла; 10 - гакова підвіска; 11 - поворотна платформа; 12 - дишло

На поворотній платформі шарнірно закріплена стріла 9 з підвішеною за допомогою вантажного каната гаковою підвіскою 10. Пневмоколісні крани обладнані виносними опорами 3 і дишлом 12, яке призначене для переміщення крана в причепі до тягача.

Схема гусеничних кранів подібна до пневмоколісних. Гусеничні крани мають не пневмоколеса, а гусеничний, без пружних елементів рушій. Це дає змогу обходитися без виносних опор. На значні відстані їх перевозять на великовантажних причепах чи напівпричепах, тому дишла в них немає.

Крани на базі трактора

Тракторні крани можуть мати різне компонування. Найчастіше використовуються крани-трубоукладачі, які є основними вантажопідіймальними машинами при Промисловість виготовляє крани-трубоукладачі з гідравлічним і механічним будівництві трубопроводів. приводами.

Основні переваги стрілових самохідних кранів порівняно з баштовими — їх значно вища мобільність, автономність, менші затрати коштів і часу при перевезенні кранів з об'єкта на об'єкт. Якщо баштові крани випускають інколи з постійною вантажопідйомністю, то вантажопідйомність стрілових самохідних

кранів завжди залежить від вильоту стріли.

Загальний недолік стрілових самохідних кранів (крім кранів-трубоукладачів) полягає у тому, що переміщення цих кранів з вантажем дозволяється тільки по заздалегідь спланованому майданчику, при значному зниженні вантажопідйомності, крайньому задньому положенні стріли, мінімальному вильоті та розміщенні вантажу над землею не вище 20—30 см.

Стрілові самохідні крани обладнують такими приладами безпеки: обмежувачами переміщень гакової підвіски та стріли, обмежувачами вантажопідйомності, показниками вильоту та вантажопідйомності, креномірами, сигналізаторами наближення до ЛЕП.

Визначення продуктивності кранів

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

$$P_T = 3600 \cdot QK_B / t_{\text{ц}},$$

де Q — вантажопідйомність крана, т; K_B — коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю; $t_{\text{ц}}$ — тривалість одного циклу, с.

Крани та їх механізми розраховані на певний режим роботи: легкий (Л); середній (С); важкий (В); дуже важкий (ДВ).

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

$$K_B = Q_{\text{ср}} / Q_{\text{н}},$$

де $Q_{\text{ср}}$ — середня маса, т, вантажу, що піднімається; $Q_{\text{н}}$ — номінальна вантажопідйомність, т.

Найбільші значення цих коефіцієнтів обумовлені для кожного крана залежно від прийнятого режиму роботи.

Тривалість циклу роботи крана становить:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{м}} + t_{\text{р}},$$

де $t_{\text{м}}$ — машинний час, тобто частина тривалості циклу, коли працюють механізми крана; $t_{\text{р}}$ — ручний час, тобто 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 цієї суми за рахунок поєднання операцій:

$$t_m = (t_1 + t_2 + t_3)K_{n.o.},$$

де t_1 - час піднімання й опускання вантажу, с, при цьому $t_1 = 2H/V_{n.o.}$, де H - висота піднімання та опускання, м; $V_{n.o.}$ — середня швидкість піднімання і опускання, м/с; t — час переміщення крана або гака (вантажного візка) при зміні вильоту, с, при цьому $t_2 = 2S/V_n$, де S - довжина шляху переміщення, м; V_n — середня швидкість переміщення, м/с;

t_3 - час повороту крана, с, при цьому $t_3 = 2\alpha / 360/n$, де α — кут повороту крана, град; n — частота обертання поворотної частини крана, с⁻¹;

$K_{n.o.}$ - коефіцієнт поєднання операцій ($K_{n.o.} = 0,6...0,8$). Коефіцієнт поєднання операцій визначається конструкцією крана, конкретними умовами роботи та кваліфікацією оператора. Щоб підвищити технічну продуктивність крана, необхідно збільшити значення K_v шляхом правильного підбору тари при переміщенні сипких і тістоподібних матеріалів та використання багатомісних вантажозахватних пристроїв при переміщенні вантажів малої маси.

Ручний час можна зменшити за рахунок застосування вантажозахватних пристроїв, які забезпечують автоматичне стропування і розстропування вантажу. Значно впливають на тривалість машинного часу виробничі умови, в яких працює кран, тобто організація його робочої зони.

Матеріали і деталі, які підлягають підніманню, слід розмістити так, щоб переміщення крана в процесі монтажу було мінімальним.

Лекція 8

МАШИНИ ДЛЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ КЛАСИФІКАЦІЯ

Земляні роботи належать до найбільш масових процесів будівництва, зокрема для спорудження 1 м³ промислового або цивільного приміщення їх доводиться виконувати відповідно понад 1,5-2,0 та 0,5 м³.

Вартість земляних робіт становить 10 - 15% повної вартості робіт. У процесі будівництва виконують різні земляні роботи: розробку виїмок — котлованів, траншей; зведення насипів — підсилення території, шляхового полотна та ін.; планування поверхні, засипання траншей і котлованів; ущільнення ґрунту.

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

для підготовчих робіт (кущорізи, викорчовувачі, розпушувачі та ін.);
землерийно-транспортні (бульдозери, скрепери, грейдери, автогрейдери і грейдер-елеватори); екскаватори (циклічної та безперервної дії); для гідравлічної розробки ґрунту (гідромонітори і землесоси); буріння скважин; розробки мерзлих ґрунтів та їх ущільнення.

Машини для підготовчих робіт

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

Кущорізи призначені для зрізання чагарників і дерев з діаметром стовбурів 20 - 40 см. Кущорізи бувають ножові й фрезерні. Найчастіше застосовують ножові. Кущоріз (рис. 8.1.) являє собою гусеничний трактор 1, на якому навішено робоче обладнання. Ходові візки трактора шарнірно з'єднані з П- подібною рамою 2, її можна піднімати й опускати гідроциліндрами 7. До неї за допомогою сферичного шарніра 3 прикріплено робочий орган кущоріза - клиновидний відвал 6. На його нижній частині є ножі 4 частіше з пилкоподібним різальним краєм. За відвалом

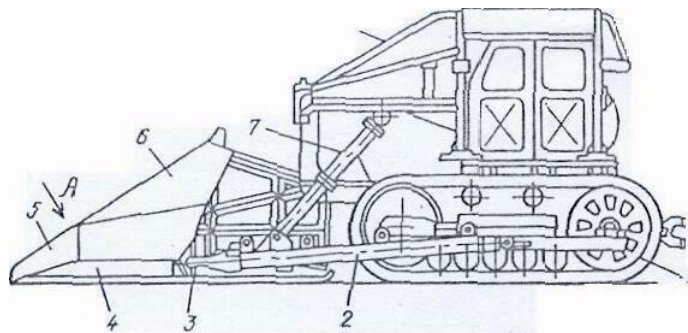


Рис. 8.1. – Схема кущоріза:

1 - трактор; 2 - П-подібна рама; 3 - сферичний шарнір; 4 - ножі; 5 - кріплення; 6 - клиновидний відвал; 7 - гідроциліндри піднімання та опускання відвалу; 8 - загорожа

встановлені лижі, які обмежують заглиблення відвалу. Центральна частина відвалу має додаткове кріплення 5. Для захисту машини від дерев, що падають, передбачено загорожу 8. При роботі відвал кущоріза опускається на ґрунт, машина пересувається вперед, зрізаючи чагарник та дрібнолісся й відсуваючи їх убік. Залежно від умов роботи проводять один або кілька проходів одним слідом. При коротких захватах роботу здійснюють човниковим способом без розворотів. При значній довжині майданчика, що очищається, машина працює з розворотами. Продуктивність ножових кущорізів $\bar{I}$ 1000 - 14000 м/год при середній швидкості руху 3 - 4 км/год та ширині захвату понад 3,6 м.

Викорчовувачі (викорчовувачі-збирачі) використовують для викорчовування пеньків діаметром понад 0,45 м, каміння масою понад 3000 кг, корневих систем, чагарників, дрібнолісся та транспортування їх у межах підготовленого майданчика, їх виготовляють на базі трактора. Робочий орган — ґратчастий або суцільний відвал, нижня частина якого має зубці, їх занурюють у ґрунт і при переміщенні заводять під камінь чи пеньок, а згодом, піднімаючи робоче обладнання, викорчовують. Викорчовувачі навішують на гусеничні трактори тягового класу 30 - 350, потужністю 50 - 390 кВт. За 1 год викорчовують 45 - 55 пеньків, прибирають 15 - 20 м³ каміння, згрібають зрізані дерева, чагарники, викорчовані пеньки та каміння на площі 2500 - 4000 м².

Розпушувачі призначені для шарового розпушування твердих і мерзлих ґрунтів із наступною їх розробкою іншими видами машин. Найчастіше виготовляють як навісне обладнання, розташоване в задній частині гусеничного трактора. Їх класифікують 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 (рис. 8.2). У будь-якому випадку до корпусу заднього моста трактора міцно прикріплена рама, шарнірно з'єднана з поворотним елементом 2. У триланкових розпушувачів до цього елемента приварено поперечну балку 6, у паралелограмних вона має шарнірне з'єднання, у нерегульованих — додатково кріпиться тягою 8, а в регульованих - гідроциліндрами 9. Гідроциліндри 7 призначені для піднімання та опускання поперечної балки. На ній змонтовано корпуси 5, в яких встановлено розпушувальні стояки 4. На одному розпушувачі може бути від одного до п'яти таких стояків (залежно від конструкції). Корпуси часто кріплять до поперечної балки за допомогою вертикальної осі. При роботі розпушувача, коли стояк защемлений у ґрунті, а одна з гусениць пробуксовує, це зменшує поперечні і скручувальні навантаження на стояк. На стояках є змінні наконечники 3, виготовлені з матеріалу, стійкого до абразивного зношування. Найпростіша — триланкова схема, найскладніша — паралелограмна регульована. Однак при заглибленні стояків кут різання в триланковій схемі змінюється, а в паралелограмній залишається постійним. У паралелограмній регульованій його можна змінювати з кабіни оператора гідроциліндрами 9. Це підвищує продуктивність розпушувачів. Руйнування порід та ґрунтів відбувається при поступальному русі машини й одночасному примусовому заглибленні стояків до заданої позначки. У процесі розпушування кожний стояк розробляє канавку, яка розширюється у верхній частині, при цьому масив розділяється на окремі брили, які згодом розробляють, транспортують і вантажать іншими машинами.

Визначення продуктивності

Технічну продуктивність, м³/год, розпушувача обчислюють за формулою:

$$\Pi_r = 3600 \cdot V / t_{\text{ц}},$$

де V — об'єм ґрунту, розпушуваного протягом циклу, м³;

$$V = B h_{\text{cp}} l \quad \ddot{\text{I}}$$

де B — середня ширина смуги розпушування, яка залежить від кількості, кроку і товщини розпушувальних стояків, кута розвалювання ґрунту (тобто кута розширення канавки), коефіцієнта

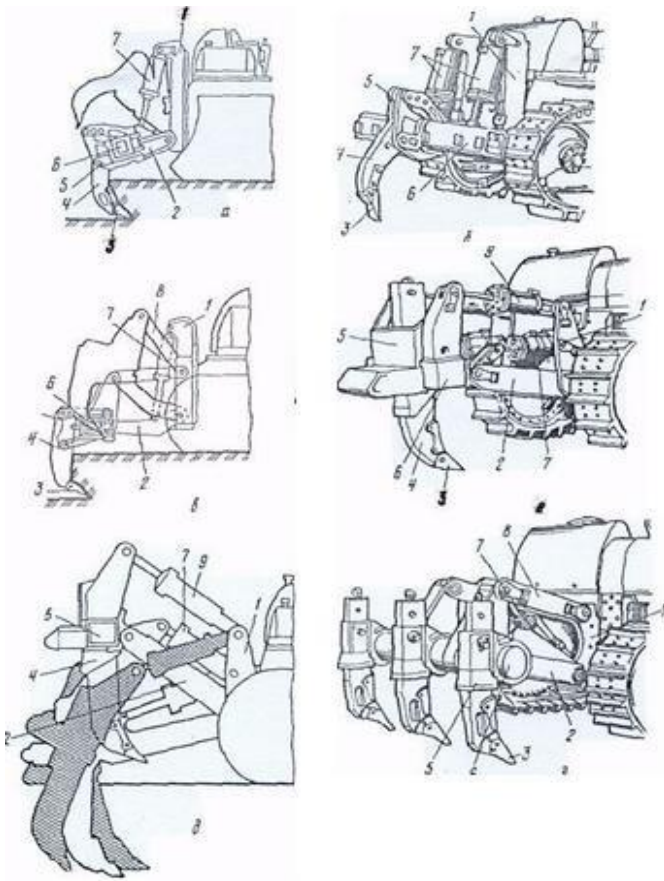


Рис. 8.2. – Схеми і загальний вид розпушувачів:

а, б - триланкові; в, г - паралелограмні нерегульовані; д, е - паралелограмні регульовані;

1 - рама; 2 - поворотний елемент, 3 - змінний наконечник; 4 - розпушувальний стояк; 5 - корпуси, 6 - поперечна балка; 7 - гідроциліндри піднімання та опускання поперечної балки, 8 - тяга; 9 - гідроциліндри регулювання кута різання

перекриття розрізів, м; h_{cp} , l – відповідно середня глибина та довжина шляху розпушування, м; $t_{ц}$ — тривалість циклу, с.

При човниковій схемі руху розпушувача (без розворотів) одержують рівняння

$$t_{ц} = l/V_p + l/V_x + t_n + t_o,$$

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.

Лекція 9

ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ

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

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

Бульдозери. Конструктивні схеми. Основні механізми

Серед ЗМТ найпоширеніші **бульдозери**, робочий орган яких — відвал.

За видом ходового обладнання бульдозери бувають гусеничні та пневмоколісні. Найбільше поширення мають гусеничні бульдозери, оскільки при однаковій масі вони мають більше тягове зусилля. Крім того, у них менший тиск на ґрунт. Проте у цих бульдозерів малі транспортні швидкості, більші затрати часу та коштів на переміщення з об'єкта на об'єкт.

За системою керування робочим обладнанням розрізняють бульдозери канатно-блокові й гідравлічні. Випускають в основному гідравлічні бульдозери, які забезпечують примусове заглиблення відвалу, мають меншу металомісткість і вищу продуктивність. Бульдозери відзначаються простою конструкцією, надійністю, економічністю в експлуатації, універсальністю. Їх застосовують для розробки і переміщення ґрунтів I—IV категорій, а також попередньо розпушених скельних і мерзлих ґрунтів, для планування будівельних майданчиків, зведення насипів, розробки виїмок і котлованів, засипання траншей і котлованів, розчистки територій від снігу, каміння, чагарників, пеньків, дрібнолісся та будівельного сміття. За основним параметром — тяговим зусиллям — розрізняють бульдозери понад 300; 200 - 300; 135-200; 25-135 і до 25 кН. Є два різновиди бульдозерів — неповоротні й універсальні, найпоширеніші — неповоротні гусеничні гідравлічні (ГОСТ 7410 - 79). У цих машин відвал завжди встановлено під прямим кутом до їх поздовжньої осі (у плані). До базового трактора 1 (рис. 9.1.) шарнірно прикріплено штовхаючі бруси 2, а до останніх — робочий орган бульдозера — відвал 3. Відвал — це зварна конструкція, яка містить лобовий лист циліндричного профілю, підсилений із зворотного боку коробами й ребрами міцності. На верхній частині відвалу є козирок, який запобігає пересипанню ґрунту через відвал і захищає штоки гідроциліндрів від пошкодження.

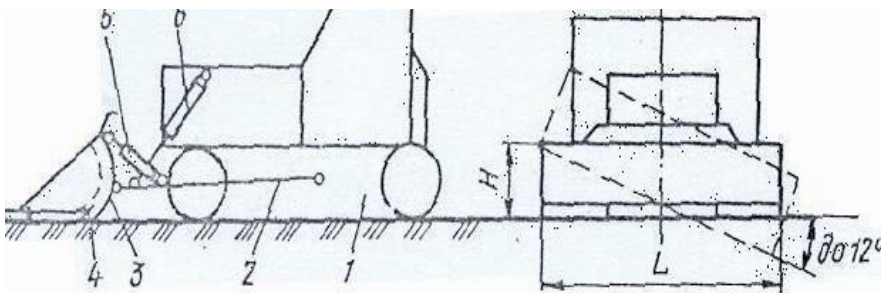


Рис. 9.1. — Схема неповоротного бульдозера:
1 - базовий трактор; 2 - штовхаючий брус; 3 - відвал; 4 - змінні ножі; 5 - гідроциліндри регулювання кутів різання і перекосу відвалу; 6 - гідроциліндри піднімання та опускання відвалу; L, H — відповідно довжина і висота відвалу

На нижній частині відвалу, змонтовано змінні ножі 4. Піднімання і опускання відвалу здійснюється гідроциліндрами 6. У сучасних бульдозерів передбачають поперечний перекіс відвалу на кут до 12° і регулювання кута різання за допомогою гідроциліндрів 5. Середнє значення кута різання становить 55° .

При роботі бульдозер зрізує і переміщує ґрунт. На початку копання доцільно швидко заглибити відвал, це зручніше зробити при більшому куті різання,

а копання і переміщення ґрунту — при меншому. При горизонтальному розміщенні відвалу тягове зусилля розподіляється по всій його довжині, при поперечному перекошені — вирізається трикутна стружка. Це дозволяє сконцентрувати тягове зусилля бульдозера на меншій площині й розробляти значно міцніші ґрунти. Крім того, перекіс відвалу необхідний на початку копання на косогорах. Якщо всі шарніри бульдозера виготовлені універсальними, перекіс відвалу можна здійснити зміною довжини одного з гідроциліндрів 6 при постійній довжині іншого циліндра (частіше на бульдозери встановлюють по два гідроциліндри — 6 і 5, по одному з кожного боку).

Бульдозер працює так. При русі трактора на першій передачі при повній подачі палива вмикають опускання відвалу. Відвал торкається ґрунту, передня частина трактора піднімається, до 50% його маси передається на відвал і останній інтенсивно заглиблюється. При копанні зв'язних ґрунтів стружка, що зрізається, ковзає по відвалу і в верхній частині обвалюється вперед, утворюючи призму волочіння. Частина призми волочіння здійснює обертальний рух разом із стружкою. При цьому на поверхні призми відбувається осипання ґрунту, частина висипається за межі відвалу. Поверхня ґрунту, який переміщується відвалом, наближається до конічної. При копанні незв'язних ґрунтів (пісків, супісків) стружка не утворюється, а ґрунт перед відвалом переміщується за рахунок послідовних зсувів.

Після набирання призми волочіння, коли її висота досягає висоти відвалу, копання припиняють, і відбувається переміщення ґрунту.

При копанні й переміщенні частина ґрунту з призми волочіння залишається в торцевих частинах відвалу, утворюючи бічні валики. Це обмежує економічно ефективну відстань транспортування ґрунту до 100 м. Робочий цикл бульдозера складається з копання ґрунту, його транспортування, розвантаження і повернення машини в забій. Підвищення швидкості бульдозера при ручному керуванні не впливає на продуктивність, оскільки оператор не встигає регулювати висоту положення відвалу.

Транспортувати ґрунт доцільніше на можливо більшій швидкості, вживаючи при цьому заходи щодо зменшення втрат ґрунту.

Розвантажувати ґрунт бульдозерами можна двома способами. Розвантаження з шаровим розрівнюванням проводиться так. Наприкінці транспортування відвал піднімають на 15 - 20 см і, продовжуючи рух, відсипають ґрунт рівним шаром або ж, швидко піднявши відвал, проїжджають 1,0 - 1,5 м. Далі, опустивши відвал і, рухаючись заднім ходом, виконують розрівнювання. Місцеве відсипання без розрівнювання відбувається завдяки швидкому підняттю відвалу й застосовується при укладанні вантажу шаром значної товщини.

До забою бульдозер повертається на максимальній швидкості. При транспортуванні до 50 м здають назад, при значній відстані — переднім ходом із розворотом машини.

Бульдозерами можна виконувати всі види підготовчих робіт.

Для підвищення продуктивності бульдозерів є такі експлуатаційні прийоми:

різання і транспортування ґрунту під нахилом, при цьому зменшується опір пересування призми волочіння і самого бульдозера, частина маси бульдо-

зера додається до сили тяги, що дає змогу збільшити товщину стружки, що зрізається, а також обсяг призми волочіння; збільшення продуктивності бульдозера при роботі під нахилом становить, %: при нахилі 2% — 5-7; 3% — 10-12; 5% - 15-20; 10% - 25-30; 20% - 60-70;

зменшення кількості розворотів бульдозера; наприклад, переміщення ґрунту в траншеї завглибшки 40 - 60 см при бічних валиках заввишки 20 - 25 см дає змогу підвищити продуктивність на 10 - 15% завдяки збільшенню обсягу призми волочіння;

переміщення ґрунту з проміжним розвантаженням; при цьому ґрунт транспортується на частину довжини і розвантажується;

при подальших проходах він підбирається і транспортується далі;

ефект досягається за рахунок того, що весь час переміщується велика призма волочіння;

встановлення на відвалах відкрيلків та розширників при роботі на легких сухих ґрунтах. Неповоротні бульдозери можуть забезпечуватися змінними робочими органами; вилами для підняття і переміщення штучного вантажу; зубами на відвалі для розробки міцних матеріалів; гаковою підвіскою на відвалі та ін. Це розширює їхні технологічні можливості. Часто в задній частині бульдозера монтують розпушувальне обладнання.

Визначення продуктивності бульдозера

Технічна продуктивність бульдозера, м³/год, при копанні становить:

$$\Pi_T = 3600 \cdot V_n K_c K_y / t_u,$$

де V_n — обсяг призми волочіння, м³, який обчислюють за формулою

$$V_n = LH^2 / 2K_p \tan \varphi,$$

де L , H — відповідно довжина і висота відвалу, м; K_p — коефіцієнт розпушування ґрунту, при цьому $K_p = 1,1 \dots 1,35$; φ — кут природного укосу ґрунту, град; K_c — коефіцієнт збереження ґрунту, при цьому $K_c = 1 - 0,005 L_n$; K_y — коефіцієнт урахування впливу схилу на продуктивність (при роботі на підйомах від 5 до 15% зменшується від 0,67 до 0,4, при роботі на схилах від 5 до 15% збільшується від 1,35 до 1,6); L_n — відстань переміщення, м;

t_u — тривалість циклу, с, визначають за рівнянням:

$$t_u = l_p / V_p + l_r / V_{rp} + l_x / V_x + 2t_n + t_o,$$

l_p , l_{rp} , l_x — довжина відповідно шляху різання, переміщення ґрунту і зворотного ходу, м; V_p , V_{rp} , V_x — швидкості руху бульдозера відповідно при різан-

ні ґрунту, переміщенні та зворотному русі, м/с; t_n , t_o — час на перемикання передач та опускання відвалу, с.

Бульдозери універсальні, використання

Універсальні бульдозери (рис. 5.5) розробляють і перемішують ґрунт уперед та вбік. Їх відвал можна встановлювати під кутом від 90° до 60° стосовно поздовжньої осі машини (у плані). Ці бульдозери складніші за конструкцією і значно металомісткіші.

Відвал 5 прикріплений сферичним шарніром до П-подібної рами 3 й утримується додатково підкосами. Останні можна переставляти, змінюючи кут установлення відвалу в плані. За допомогою гвинтових тяг 2 можна змінити кут різання. Відвал піднімається і опускається гідроциліндрами 4. Існують і такі універсальні бульдозери, в яких кут встановлення відвалу в плані можна змінити з кабіни оператора гідроциліндрами.

Універсальні бульдозери продуктивніші при зворотному засипанні, плануванні території, очищенні майданчиків від сміття, снігу і працюють у режимі машин безперервної дії.

Технічну продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$, універсального бульдозера при плануванні території визначають за формулою

$$P_t = 3600 \cdot l(L \cos \theta - 0.5) / n(l/V + t_n),$$

де l — довжина ділянки, м; L — ширина відвалу, м; θ — кут встановлення відвалу в плані, град; 0,5 — значення перекриття проходів, м; n — кількість проходів по одному місцю; V — швидкість руху бульдозера, м/с.

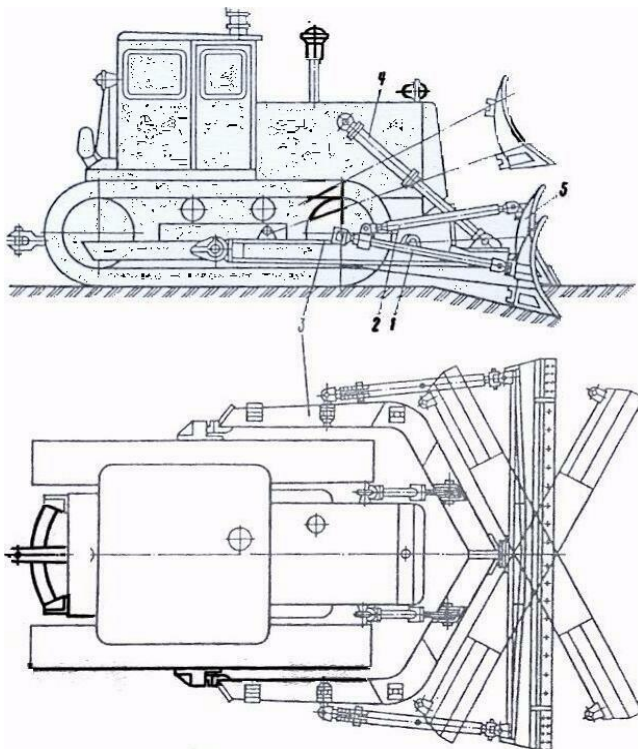


Рис. 9.2. — Схема універсального бульдозера:

I - підкі; 2 - гвинтова тяга; 3 - П-подібна рама; 4 - гідроциліндри піднімання та опускання відвалу; 1 - відвал

Лекція 10

СКРЕПЕРИ, АВТОГРЕЙДЕРИ. 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 ківш. Основний параметр скрепера — місткість ковша. Розрізняють скрепери малої (до 3 м³), середньої (3—10 м³) і великої (понад 10 м³) місткості, у найбільших місткість ковша 15; 25; 40 м³.

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 — на машини з вільним розвантаженням, коли ківш перекидається, висипаючи ґрунт; напівпримусовим — бічні стіни ковша нерухомі, а днище та задня стінка обертаються, виштовхуючи ґрунт; примусовим — задня стінка примусово пересувається вперед, виштовхуючи ґрунт із ковша.

За способом завантаження ковша розрізняють скрепери із завантаженням за рахунок тягового зусилля та примусовим — за допомогою скребкового елеватора.

Скрепери гідравлічні. Основні механізми, призначення

Схему гідравлічного самохідного скрепера з примусовим розвантаженням і завантаженням за рахунок тягового зусилля наведено на рис. 10.1.

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

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

Під час копання скрепер рухається вперед. Ківш 7 опущений гідроциліндрами 4, передня заслінка трохи піднята так, що між нею і ковшем утворилася щілина, ножі 12 врізаються

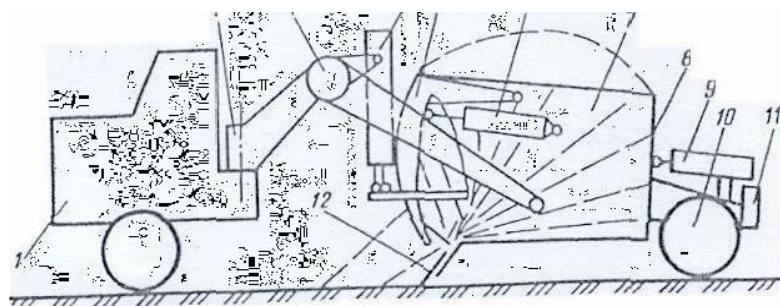


Рис 10.1. Гідравлічний самохідний скрепер:

1 - одновісний тягач; 2-тягово-зчипний пристрій; 3-рама; 4-гідроциліндри піднімання та опускання ковша; 5-передня заслінка; 6-гідроциліндри висування задньої стінки; 7-ковш; 8-задня стінка ковша; 9-гідроциліндр; 10-пневмоколісна вісь; 11-буфер; 12-змінні ножі.

При копанні зв'язних ґрунтів ножі зрізують ґрунт, стружка, що утворюється, потрапляє в ковш, заповнюючи спочатку його задню частину, а потім передню. Остання порція проштовхується через ґрунт, що заповнив ковш, тому стружка повинна бути досить міцною. У цей момент необхідні найбільші зусилля, проте частина тягового зусилля витрачається на переміщення завантаженого ковша. Час заповнювання ковша незначний порівняно з часом транспортування, розвантаження і повернення в забій, але саме процес заповнювання визначає продуктивність скрепера, тому ківш треба заповнювати із “шапкою”.

Для цього використовують бульдозери-штовхачі, які в процесі копання штовхають ківш, упираючись відвалом у буфер, або ж роботи виконують за спареною схемою, коли два тягачі заповнюють спочатку один, а потім другий ковші.

З тих же міркувань доцільно застосовувати скрепери з елеваторним завантаженням.

Скрепери використовують для розробки, транспортування і укладання ґрунту в штучні споруди або відвал із подальшим розрівнюванням, плануванням та частковим ущільненням (при переміщенні відсипаним ґрунтом).

Можливість виконання закінченого циклу робіт дозволяє застосовувати скрепери при будівництві доріг, вирівнюванні майданчиків, розробці кар'єрів, будівництві гідротехнічних та іригаційних споруд у промисловому, цивільному та сільському будівництві.

Продуктивність скрепера

Технічна продуктивність, м³/год, скрепера становить

$$\Pi_{\text{т}} = 3600 \cdot q K_{\text{н}} / K_{\text{р}} t_{\text{ц}},$$

де q — місткість ковша скрепера, м³; $K_{\text{н}}$ — коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом, при цьому $K_{\text{н}} = 0,6—1,1$; $K_{\text{р}}$ — коефіцієнт розпушування ґрунту, при цьому $K_{\text{р}} = 1,1—1,3$; $t_{\text{ц}}$ — тривалість робочого циклу, с, визначають за рівнянням:

$$t_{\text{ц}} = l_3 / V_3 + l_{\text{т}} / V_{\text{т}} + l_{\text{р}} / V_{\text{р}} + l_{\text{х.х}} / V_{\text{х.х}} + t_{\text{н}} + n t_{\text{пов}},$$

де l_3 , $l_{\text{т}}$, $l_{\text{р}}$, $l_{\text{х.х}}$ — довжина ділянок відповідно при заповненні ковша, транспортуванні ґрунту, розвантаженні ковша, холостому ході скрепера, м; V_3 , $V_{\text{т}}$, $V_{\text{р}}$, $V_{\text{х.х}}$ — швидкість скрепера відповідно при заповненні ковша, транспортуванні ґрунту, розвантаженні, холостому ході, м/с; $t_{\text{н}}$ — час на перемикання передач, с; n — кількість поворотів у циклі; $t_{\text{пов}}$ — час на один поворот, с, при цьому $t_{\text{пов}} = 15—20$ с.

Грейдери, автогрейдери, призначення

Грейдери — землерийно-транспортні машини з відвальним робочим органом, який призначений для виконання планувальних та профілювальних робіт. Грейдери застосовують для шарового розроблення і переміщення ґрунтів I—III категорій на будівельних майданчиках, переміщення дорожньо-будівельних матеріалів, улаштування та профілювання полотна доріг, спорудження невисоких насипів та виїмок постійного профілю, засипання траншей, рівчаків, канав та **ям**, очищення будівельних майданчиків і доріг від снігу.

Вони бувають причіпними, напівпричіпними й самохідними. Останні називаються автогрейдером і мають найбільше поширення. За конструктивною масою їх поділяють на легкі (до 3 т), середні (до 13 т) й важкі (до 19 т).

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

На рамі 6 автогрейдера (рис. 10.2.) змонтовано всі його вузли та агрегати.

Позаду встановлено ДВЗ (2), перед ним — кабіна оператора 3. На рамі також розташовані елементи передачі й гідрообладнання. На передній її частині закріплено на шарнірі з поздовжньою віссю (поперечно-балансирна підвіска) передній міст 9 з керованими пневматичними колесами. Задній міст 7 чотиріколісний, при цьому кожна пара коліс, розміщених з одного боку машини, встановлюється на поперечній осі (поздовжньо-балансирна підвіска). Така конструкція ходового обладнання забезпечує незалежно від нерівностей ґрунту практично постійні навантаження на колеса, що підвищує тягово-зчіпні якості машини. Крім того, зменшуються коливання рами машини при наїзді колеса на нерівність, що збільшує плануючу здатність автогрейдера.

До основної рами 6 за допомогою кульового шарніра прикріплена тягова рама 10, яка двома гідроциліндрами 5 може підніматися, опускатися й обертатися навколо поздовжньої осі машини. Поворот рами досягається втягуванням штока одного гідроциліндра 5 та висуванням штока іншого. Крім того, гідроциліндром тягова рама може зсуватися в бік від поздовжньої осі автогрейдера. На тяговій рамі встановлено поворотний круг 11, на якому закріплено кронштейни 14. Поворотний круг рухається за допомогою гідромотора, редуктора і відкритої зубчастої передачі (на схемі не наведені).

На кронштейнах закріплено основний робочий орган автогрейдера — відвал 12. Його встановлено в напрямних 13, нижні з яких шарнірно прикріплені до кронштейнів 14, а верхні з'єднуються з цими кронштейнами за допомогою зубчастих гребінок 15.

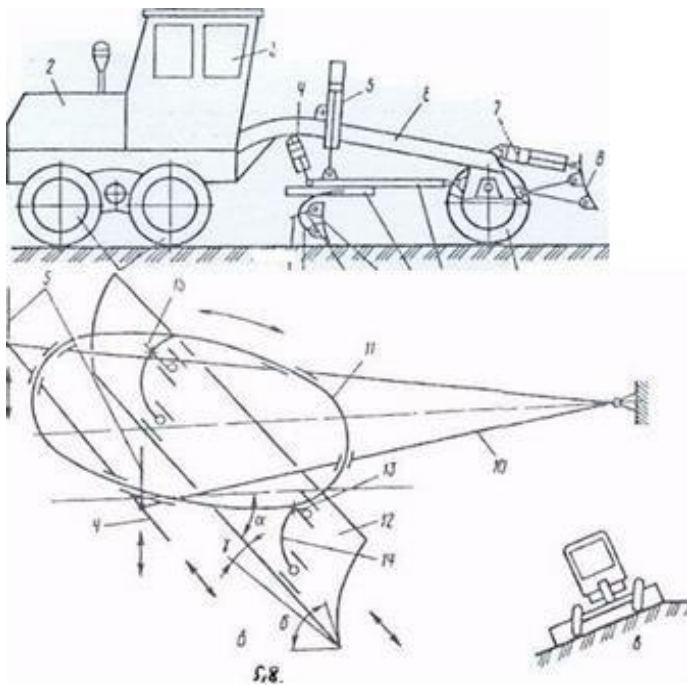


Рис. 10.2. – Автогрейдер:

а — конструктивна схема; б — кінематична схема підвіски відвалу; в — схема бічного нахилу коліс. 1, 9 — задній і передній мости; 2 — двигун внутрішнього згоряння; 3 — кабіна оператора; 4 — гідроциліндр для дміщення тягової рами у поперечному напрямі; 5 — гідроциліндри відповідно піднімання, опускання і повороту відносно поздовжньої осі тягової рами; 6, 10 — основна і тягова рами; 7 — гідроциліндр піднімання та опускання бульдозерного відвалу; 8 — бульдозерний відвал; 11 — поворотний круг, 12 — відвал; 13 — напрямна; 14 — кронштейн; 15 — зубчаста гребінка

Така конструкція дає змогу регулювати кут зрізання δ (вручну), зміщувати відвал уздовж осі автогрейдера за допомогою гідроциліндрів (на схемі не наведено), встановлювати відвал під будь-яким кутом у плані (кут захвату α), змінювати цей кут у поперечному напрямі до 18° в будь-який бік (кут різання γ), піднімати й опускати відвал, виносити вбік, зміщувати тягову раму. Стійкість автогрейдера при дії на нього поперечної сили від косо встановленого відвалу та переміщенні по крутосхилу можна забезпечити бічним нахилом передніх коліс (рис. 10.2, в).

Лекція 11 ЗЕМЛЕРИЙНІ МАШИНИ

Екскаватори одноковшові

Екскаватори — це землерийні машини для копання ґрунту і переміщення його у відвал або до транспортних засобів. За характером роботи розрізняють екскаватори циклічної (одноковшові) і безперервної дії (багатоковшові або безковшові, тобто не з ковшами, а іншими робочими органами: скребками, різцями і т.п.). Всі операції (копання, транспортування ґрунту, розвантаження, повернення ковша до забою) перші виконують послідовно, а другі — одночасно, тобто коли один чи кілька ковшів копають, другі — транспортують, треті — розвантажують, четверті — рухаються в забій.

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

Екскаватори циклічної дії (одноковшеві) 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. Одноковшеві екскаватори з одним чи кількома (три і більше) видами робочого обладнання називають відповідно спеціальними та універсальними (останніх виготовляють понад 90%). Розкривні й кар'єрні екскаватори мають однакову базу й відрізняються розмірами робочого обладнання. Розкривні розробляють переважно менш тверді ґрунти, тому для підвищення продуктивності їх оснащують ковшами більшої місткості і вони мають більші габаритні розміри. Шахтні й тунельні екскаватори, оскільки працюють в тісних умовах, характеризуються меншими габаритними розмірами і відповідно меншою зоною переміщення ковшів.

До будівельних належать екскаватори з ковшами місткістю від 0,25 до 4 м³, які розробляють ґрунти I—IV категорій. Такі екскаватори — універсальні машини і мають різні види змінного робочого обладнання — землерийного та іншого призначення (для навантажувально-розвантажувальних робіт, монтажних, палейних, планувальних тощо).

Діюча система індексації одноковшевих будівельних екскаваторів передбачає позначення марки екскаватора літерами ЕО, чотирма цифрами і двома буквами (останніх може не бути). Букви ЕО характеризують екскаватор як одноковшевий універсальний. Чотири основні цифри послідовно означають: розмірну групу машини, тип ходового обладнання, конструктивне виконання робочого обладнання (вид підвіски) та порядковий номер моделі. Вісім розмірних груп екскаваторів позначаються цифрами від 1 до 8. Розмір екскаватора характеризують маса машини, потужність основного двигуна і геометрична місткість основного ковша. Цифра 1 відповідає місткості основного ковша 0,15 м³; 2 - 0,25 м³; 3 - 0,4 м³; 4 - 0,65 м³; 5 - ЦО м³; 6 - 1,6 м³; 7 — 2,5 м³; 8 — 4,0 м³. Основним вважається ківш, яким екскаватор може розробляти ґрунт Г/ категорії на максимальних лінійних робочих параметрах (глибина та радіус копання, радіус і висота розвантаження тощо).

У стандартах на екскаватори для кожної розмірної групи часто наводять кілька розмірів ковша — основного і змінних підвищеної місткості, при цьому для останніх передбачено значно слабші ґрунти, ніж при роботі з основним ковшем. Тип ходового обладнання вказують цифрами від 1 до 9. Цифра 1 означає гусеничне ходове обладнання; 2 — гусеничне розширене; 3 — пневмоколісне; 4 — спеціальне шасі вантажного автомобіля; 6 — шасі серійного трактора; 7 — причіпне ходове обладнання; 8 — плавуче обладнання; 9 — резерв. Конструктивне виготовлення робочого обладнання позначене цифрами 1 (з гнучкою підвіскою); 2 (із жорсткою); 3 (телескопічне). Остання цифра індексу означає порядковий номер моделі екскаватора. Перша з додаткових букв після цифрового індексу (А, Б, В і т.д.) — порядкова модернізація даної машини, наступні — вид спеціального кліматичного виготовлення (ХЛ — для півночі; Т — для тропіків;

ТВ — для робіт у вологих тропіках). Наприклад, індекс ЕО-5122 АХЛ розшифровується так: екскаватор одноковшевий універсальний, п'ятої розмірної групи, на гусеничному ходовому обладнанні, з жорсткою підвіскою робочого обладнання, друга модель, пройшла першу модернізацію, північне виконання. Екскаватор обладнують основним ковшем місткістю $1,25 \text{ м}^3$, який відповідає п'ятій розмірній групі, та змінними — місткістю $1,6$ та $2,0 \text{ м}^3$.

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

Екскаватори з телескопічним робочим обладнанням, як правило, виготовляють з гідравлічним приводом. Вони універсальні, але малопродуктивні й мають високу вартість. Частіше їх виготовляють повноповоротними — кут повороту поворотної частини в плані не обмежений, проте навісні на автомобілі та трактори роблять неповноповоротними — кут повороту в плані $180\text{—}270^\circ$.

Екскаватори з механічним приводом, конструктивні схеми, призначення

Екскаватори з механічним приводом переважно виготовляють за одномо-торною схемою.

Конструктивна схема одноковшового екскаватора наведена на рис.11.1, а. Ходовий пристрій 1 — гусеничний, є також механізм переміщення, який забезпечує його реверсивне пересування.

На рамі ходового розміщено опорно-поворотний пристрій 2 і механізм повороту. На першому змонтована поворотна платформа 14.

На поворотній платформі закріплено двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) 4, противага 3, багатобарабанна лебідка, механізми привода і керування. Зверху все це закрито кузовом, у передній частині поворотної платформи встановлено робоче обладнання. Основними його видами у механічних (канатно-блокових) екскаваторів є: "пряма" та "зворотна" лопати, драглайн, грейфер, кранове обладнання.

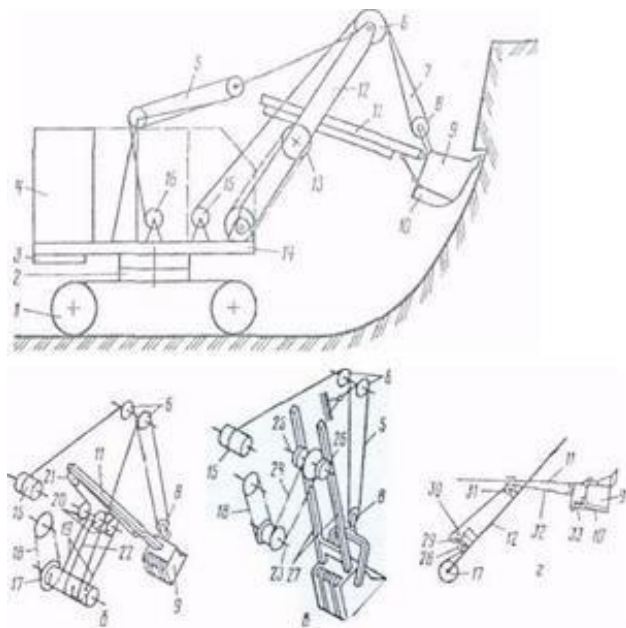
Крім того, екскаватор можна оснащувати обладнанням для планування насипів і майданчиків, розпушування мерзлих і скельних ґрунтів, занурення паль тощо.

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

До рукоятки нерухомо приєднаний ківш 9 із днищем 10, що відкривається. Кут нахилу стріли можна змінити за допомогою стрілового поліспада 5, канат якого намотується на стріловий барабан 6. Піднімання і опускання ковша (по-

ворот рукоятки) здійснюється за допомогою підйимального поліспада 7, канат з якого намотується на барабан 15.

Рис.11.1 – Одноковшовий екскаватор з робочим обладнанням "пряма лопата":



а — конструктивна схема; б, в — схеми напірних механізмів; г — схема відкривання днища ковша; 1 — ходовий пристрій; 2 — опорно-поворотний пристрій; 3 — противага; 4 — двигун внутрішнього згоряння; 5, 7 — стріловий та підйимальний поліспасти; 6 — обвідні блоки стріли; 8, 21 — зрівноважувальний блок відповідно підйимального механізму і рукоятки; 9 — ківш; 10 — днище ковша; 11 — рукоятка; 12 — стріла; 13 — напірний механізм; 14 — поворотна платформа; 15, 16 — підйимальний і стріловий барабани; 17 — барабан напірної лебідки; 18, 24 — ланцюгові передачі; 19, 22 — канати відповідно висування і повернення рукоятки; 20 — обвідні блоки напірного механізму; 23, 25 — вали; 26 — шестерня; 27 — балка рукоятки; 28, 31 — блоки; 29 — важіль; 30 — пневмоциліндр; 32 — допоміжний канат відкривання днища ковша; 33 — засувка

Напірні механізми виготовляють з канатним або зубчато-рейковим приводом переміщення. Схему напірного механізму з канатним приводом та однобалковою рукояткою наведено на рис 11.1, б, стріла при цьому двобалкова. Канат, що звисає з підйимального барабана 15, охоплює блок 6, встановлений на верхній частині стріли, зрівноважувальний блок 8, який розташований на ківші 9, та блок б. Другий кінець цього каната закріплено на барабані 17 напірної лебідки. Барабан встановлено на осі стріли й приводиться в рух ланцюговою передачею 18. На барабані 17 закріплено кінці каната 19, який охоплює обидва блоки 20, розташовані на осі сидельного підшипника, та зрівноважувальний блок 21 на рукоятці.

При обертанні барабана 17 за стрілкою годинника канатом 19 і проти неї — канатом 22 рукоятка відповідно висувається і прибирається, отже відбувається незалежне від роботи механізму піднімання ковша переміщення рукоятки (незалежний напір).

При вимкненій ланцюговій передачі й обертанні барабана 15 піднімається ківш (тобто поворот рукоятки). За рахунок зусиль, які виникають при копанні, другий кінець підйимального каната повертає барабан 17 і забезпечує автоматичне висування рукоятки (залежний напір). При цьому реалізується певне співвідношення на зубцях ковша між підйимальним і напірним зусиллями. Таким чином, досягається плавна робота підйимального та напірного механізмів й легкість керування переміщеннями ковша.

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

Екскаватор із обладнанням "пряма лопата" призначений для розробки ґрунту вище рівня стоянки. Часто, щоб підготувати забій, такий екскаватор може копати ґрунт і дещо нижче рівня.

Екскаватор з обладнанням "зворотна лопата" (рис. 11.2) розробляє ґрунти нижче рівня стоянки. Розвантаження можна також здійснювати у відвал або транспорт, однак останній процес відбувається дещо складніше.

Робоче обладнання має шарнірне закріплення на поворотній платформі стріли 7. Остання шарнірно з'єднана з рукояткою 5 з нерухомим ковшем 6. Лебідка має барабани 1 і 3, на які намотується підймальний 2 та тяговий 4 канати. Коли один із барабанів загальмовано, а на другому відбувається намотування або змотування каната, стріла і рукоятка повертаються одночасно. Копання відбувається в основному за рахунок повороту рукоятки. У кінці копання ківш підтягується до стріли, піднімається вгору й відбувається поворот на розвантаження, яке здійснюється шляхом повертання рукоятки. Потім робоче обладнання повертається і цикл відновлюється.

Екскаватор-драглайн (рис. 11.3.) розробляє ґрунти нижче рівня стоянки й навіть під водою. Його використовують також для влаштування глибоких виїмок, оскільки глибина копання обмежена не розмірами робочого обладнання, а канатомісткістю барабана. Драглайн обладнують стрілою 3, шарнірно закріпленою на поворотній платформі. Стріла утримується і повертається за допомогою барабана 1 і каната 2 (поліспасти на схемі не наведені). Ківш 5 драглайна оснащений аркою і підвішений на підйимальному 4 та тяговому 7 канатах, які намотуються на барабани 10 і 8. Канати закріплюються на ковші ланцюгами. Тяговий проходить через механізм наведення 9, тобто систему напрямних блоків і (або) роликів. На підйимальному канаті закріплено блок, який охоплюється розвантажувальним канатом 6, один кінець якого закріплено на арці ковша, а другий — на тяговому канаті.

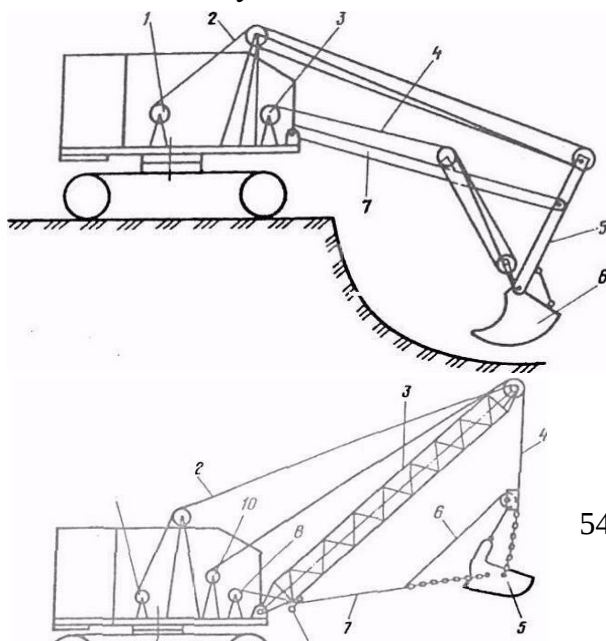


Рис 11.2 – Одноковшовий екскаватор з обладнанням "зворотна лопата":

1, 2 — підйимальний барабан і канат; 3, 4 — тягові барабан та канат; 5 — рукоятка; 6 - ківш; 7 — стріла

Рис. 11.3. – Одноковшовий екскаватор з обладнанням драглайн:

в — конструктивна схема; б — схема підвіски ковша; 1, 2 — стрілові барабан і канат; 3 — стріла; 4, 6 — підіймальний і розвантажувальний канати; 5 — ківш; 7, 8 — тягові канат і барабан; 9 — механізм наведення; 10 — підіймальний барабан

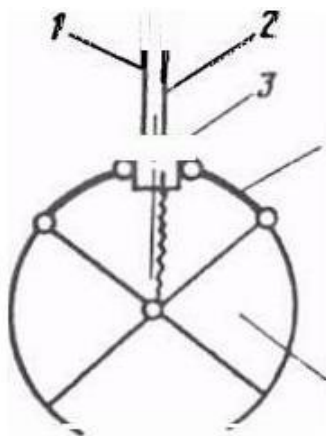
Роботу з обладнанням драглайн виконують таким чином. Намотуючи на барабан підіймальний канат, піднімають ківш угору. Якщо при цьому гальмується барабан тягового каната, ківш пересувається вздовж стріли. У верхньому положенні при розгальмуванні барабана ківш подібно до маятника відхиляється від стріли. Розгальмувавши підіймальний і тяговий барабани, можна закинути ківш, тобто збільшити радіус копання. При опусканні він ударяється аркою і перекидається на днище. При намотуванні тягового каната на барабан ківш драглайна ковзає по ґрунту, у результаті відбувається копання, подібне до ковша скрепера. Цю операцію виконують згори вниз, проте можна й у горизонтальній площині.

Наприкінці копання, коли ківш наповнюється, його піднімають, намотуючи підіймальний канат на барабан і пригальмовуючи тяговий барабан.

При цьому натягуються як тяговий, так і розвантажувальний канати, що попереджає перекидання ковша та його розвантаження. Потім здійснюють поворот на розвантаження, яке відбувається шляхом повороту ковша при розгальмуванні тягового барабана.

Грейферне екскаваторне обладнання — єдиний вид обладнання для копання колодязів з вертикальними стінками. На механічному екскаваторі встановлюють канатний грейфер, зокрема для розробки глибоких виїмок, однак заглиблення ковша в ґрунт відбувається під дією маси ковша, що не дає змоги копати тверді ґрунти. Тому таке обладнання часто використовують при завантаженні сипких матеріалів. Його також монтують на короткій гратчастій стрілі. Грейферний (щелепний) ківш (рис. 11.4) частіше підвішують на двох канатах — підіймальному 1 і замикаючому 2. Ківш має дві стулки (щелепи) 5, з'єднані шарнірно, дві жорсткі тяги 4 та обійму 3 (поліспасти на рисунку не наведені). При підніманні (опусканні) за обидва канати ківш закритий або відкритий, лише за замикаючий канат — він закривається, за підіймальний — відкривається.

При встановленні гакової підвіски екскаватор можна використати як стріловий самохідний кран.



*Рис. 11.4. – Схема грейферного ковша:
1,2— підіймальний та замикаючий канати; 3 —
обойма; 4 — жорсткі тяги; 5 — стулки ковша*

Лекція 12

ЕКСКАВАТОРИ З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ОСНОВНІ МЕХАНІЗМИ. ЕКСКАВАТОРИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Екскаватори з гідравлічним приводом становлять більшу частину одноковшових будівельних екскаваторів, які виготовляють в СНД. Їх параметри регламентовані стандартом. Порівняно з механічними екскаваторами при однаковій потужності двигуна гідравлічні мають приблизно на 30% меншу металомісткість і на 30% — вищу продуктивність. Пояснюється це меншою металомісткістю гідрооб'ємного привода відносно механічного. Крім того, гідрооб'ємний привод забезпечує примусове переміщення робочого обладнання в будь-якому напрямі із заданими швидкостями, велику кількість основних і допоміжних рухів робочого обладнання, великі кути повороту елементів робочого обладнання, що дає змогу не тільки підвищити продуктивність, а й розширити технологічні можливості.

Схема гідравлічного екскаватора з обладнанням "пряма лопата" наведена на рис. 12.1, а. Робоче обладнання має шарнірно закріплену на поворотній платформі стрілу 2, до якої шарнірно приєднана рукоятка 4. До останньої так само прикріплений ківш 6. Гідроциліндри 1, 3 і 5 повертають ці елементи. Оскільки кут повороту ковша досить великий, випорожнення останнього відбувається при його повороті. Можна навішувати і широкий ківш для виконання завантажувальних робіт.

Майже 90% усіх гідравлічних екскаваторів виготовляють з робочим обладнанням "зворотна лопата" (рис. 12.1, б). Стріла 2 цих екскаваторів моноблочна або складова. До неї шарнірно прикріплюють рукоятку 4, а до останньої — ківш 6. Всі елементи повертають гідроциліндрами 1, 3 і 5.

На гідравлічний екскаватор можна встановити й грейферний ківш (рис. 12.1, в). У такому разі він занурюється в ґрунт примусово за допомогою гідроциліндрів робочого обладнання. Це дозволяє ефективно розробляти тверді ґрунти. Стулками ковша 6 керують за допомогою гідроциліндра 7. Коли необхідно забезпечити велике вертикальне переміщення грейферного ковша (на-

приклад, при будівництві підземних споруд методом "Стіна в ґрунт"), між рукояткою і ковшом додатково монтують теле-, скопічну штангу.

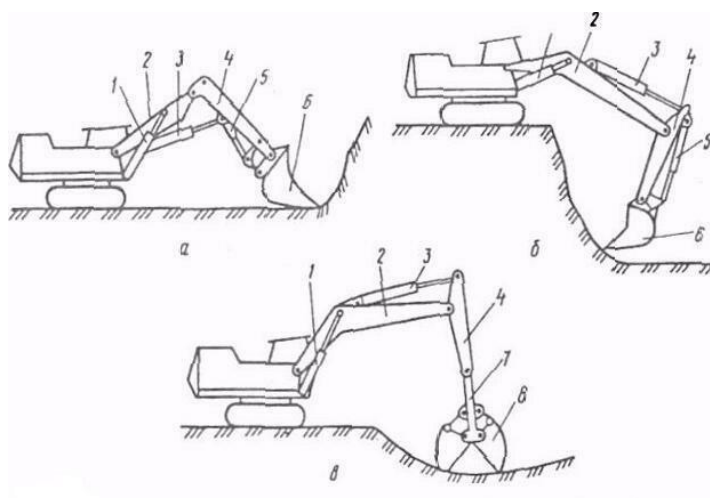


Рис.12.1. – Основні види робочого обладнання одноківшевих гідравлічних екскаваторів:

а, б — відповідно "пряма" і "зворотна" лопати; в — грейфер; 1 — гідроциліндри піднімання та опускання стріли; 2 — стріла; 3, 5 — гідроциліндри повороту відповідно рукоятки і ковша; 4 — рукоятка; 6 — ківи; 7 — гідроциліндр керування стулками ковша

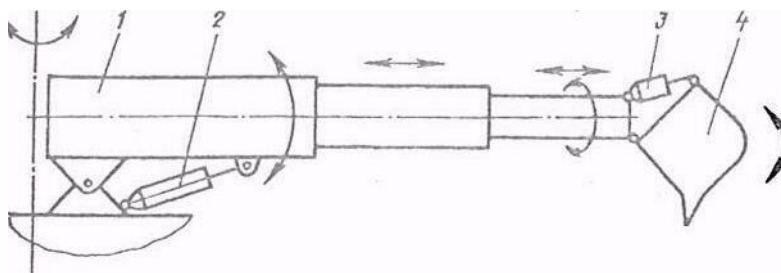


Рис. 12.2 – Схема телескопічного робочого обладнання екскаватора:

1- телескопічна стріла; 2,3— гідроциліндри відповідно нахилу стріли і повороту ковша; 4— ковш

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

Схема телескопічного робочого обладнання екскаватора наведена на рис. 12.2. На поворотній платформі шарнірно прикріплена телескопічна стріла 1, елементи якої можуть висовуватися гідроциліндрами (на схемі не наведено). Кут нахилу стріли у вертикальній площині змінюється гідроциліндром 2. Остання секція може обертатися відносно своєї поздовжньої осі (на схемі всі переміщення елементів робочого обладнання вказано стрілками). На стрілі шарнірно прикріплено ковш 4, він може повертатися гідроциліндром 3.

Гідравлічні екскаватори використовують як маніпулятори при обладнанні їх різними захватами. При навішуванні на робоче обладнання гідро- або пневмомолотів екскаватори застосовують для ущільнення дна котлованів та розробки мерзлих ґрунтів.

Продуктивність екскаватора

Технічна продуктивність, м³/год, одноковшових екскаваторів при копанні ґрунтів становить:

$$П_t = qK_n / K_p t_{\text{ц}} * 3600 ,$$

де q — місткість ковша, м³; K_n — коефіцієнт наповнення ковша, $K_n = 0,9 \dots 1,2$; K_p — коефіцієнт розпушування ґрунту, $K_p = 1,15 \dots 1,4$; $t_{\text{ц}}$ — тривалість робочого циклу, с.

Екскаватори безперервної дії

Екскаватори безперервної дії за призначенням поділяються на траншейні; дренажукладальні (для будівництва дренажних систем); меліоративні та каналні (для розробки, ремонту й очищення каналів); кар'єрні.

Траншейні екскаватори

Траншейні екскаватори використовують для риття траншей прямокутного і трапецієподібного профілю під газо-, нафто- та продуктопроводи, каналізаційні й теплофікаційні системи, кабельні лінії зв'язку та електропостачання, а також для риття траншей під стрічкові фундаменти. Їх виготовляють як екскаватори поздовжнього копання, тобто напрям руху машини паралельний площині руху ковшів або інших робочих органів. Система індексації екскаваторів безперервної дії поздовжнього копання має такі позначення. На першому місці розміщено буквене позначення **ЕТ**, тобто екскаватор траншейний. Далі буква, яка означає тип робочого органу: **Р** — роторний; **Л** — ланцюговий. Через тире записують три цифрових позначення. Перші дві цифри вказують на головний параметр траншейного екскаватора — найбільшу глибину копання у дециметрах. Третя цифра — це порядковий номер моделі.

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

Робоче обладнання може бути навісним, причіпним або напівпричіпним до базової машини. Елементи, які розробляють ґрунт, у ланцюгових траншейних екскаваторів закріплені на одній або двох тягових ланцюгах, у роторних — на жорсткому колесі-роторі. Найчастіше траншейні екскаватори обладнують ковшами. Траншейні екскаватори, як правило, переміщують ґрунт у відвал, відсипаючи його у валик, паралельний траншеї. Траншею певного профілю та розмірів виконують за один прохід. Продуктивність таких екскаваторів у 2,0

- 2,5/раза вища, ніж у одноківшевих, при значно вищій якості робіт та менших питомих енергозатратах. Траншейні екскаватори розробляють ґрунти І—ІІ категорій, а більшість із них — і мерзлий ґрунт.

Ланцюгові екскаватори

Схема ланцюгового навісного траншейного багатоківшевого екскаватора наведена на рис. 12.3. На базовому тягачі (рис. 12.3, а) за допомогою жорстких тяг 9 та рами 2 закріплена ківшова рама 7. У верхній і нижній частинах рами встановлені ведуча 4 та натяжна 8 зірочки, їх охоплюють два безконечні, вільно зависаючи тягові ланцюги 5 із закріпленими ковшами 6. У процесі роботи при одночасному русі базового тягача і ковшів кожний ківш зрізає стружку постійного перерізу (рис. 5.16, б), яка наповнює його. У верхньому положенні, обходячи ведучу зірочку 4, кожний ківш перекидається, висипаючи вміст на стрічковий відвальний конвеєр уліво чи вправо; можна також висипати ґрунт відповідно справа чи зліва від траншеї.

З робочого положення в транспортне машина переводиться гідроциліндром. При втягуванні штока гідроциліндра 1 верхня частина ківшової рами 7 переміщується вліво, а нижня піднімається. Цим же

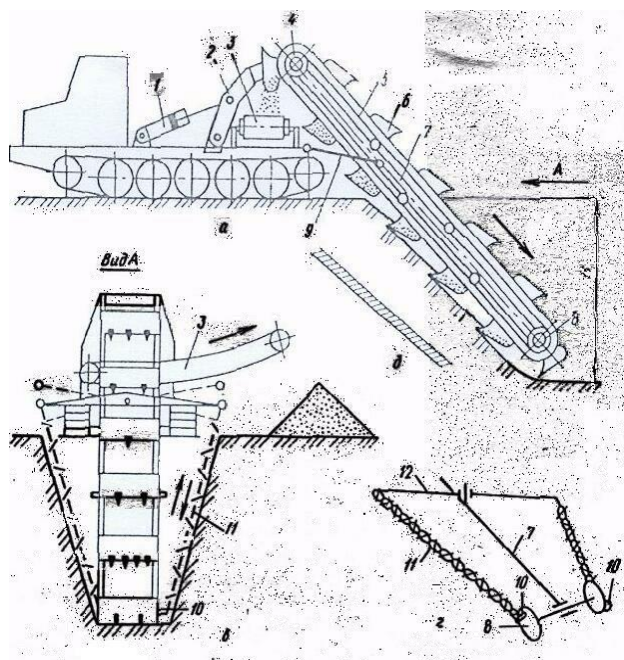


Рис.12.3. – Ланцюговий багатоківшовий траншейний екскаватор:

а — конструктивна схема; б — поперечний переріз зрізаної стружки; в — вид з боку робочого органу; г — схема ланцюгового укісоутворювача; 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 — ківшова рама; 9 — жорстка тяга; 10 — кривошип; 11 — ланцюг укісоутворювача; 12 — поворотний важіль

гідроциліндром регулюється і фіксується глибина траншеї. Якщо її треба поглибити, збільшують ківшову раму та тягові ланцюги й встановлюють більше ковшів.

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

Як змінне обладнання на ланцюгових траншейних екскаваторах монтують ланцюгові укісоутворювачі (рис.12.3, в, г). Між ківшовою рамою 7 та вер-

хньою віткою тягового ланцюга 5 на осі встановлено поворотний важіль 12, до кінців якого прикріплено ланцюги 11 укісоутворювача. Другі кінці цих ланцюгів закріплено на кривошипах 10, виготовлених на натяжних зірочках 8. На ланках ланцюга є ножі. У процесі роботи кривошипи обертаються, важіль 12 хитається, ланцюг здійснює просторові переміщення, порушуючи ножами схили. Осипаний ґрунт виноситься на поверхню ковшами.

Основні недоліки ланцюгових траншейних екскаваторів: висока енергомісткість копання; низька довговічність ланцюгів, які працюють в абразивному середовищі; порівняно невисока продуктивність.

Роторні екскаватори

Роторні траншейні екскаватори найчастіше виготовляють за напівпричіпною схемою (рис. 12.4.). До задньої частини базового трактора 1 прикріплюється вертикальна рама — напрямна 4, в якій на котках може пересуватися передня частина роторної рами 8. На останній на котках 7 встановлено ротор 11, де змонтовано ковші 5. Коли екскаватор рухається поступально, а ротор обертається, кожний ківш зрізає серповидну стружку, заповнюється ґрунтом, транспортує його вгору, перевертається, висипаючи ґрунт на стрічковий конвеєр, який відкидає його вбік, утворюючи валик, паралельний траншеї. Щоб ґрунт передчасно не висипався з ковша, на роторній рамі закріплюють радіусну напрямну 13.

У процесі роботи роторна рама передньою частиною спирається на базовий трактор, а задньою — на пневматичні колеса 9. Для зачищення і згладжування дна траншеї призначений зачисний башмак 10. Якщо треба копати траншею зі схилами, на роторній рамі встановлюють ножові укісоутворювачі 12.

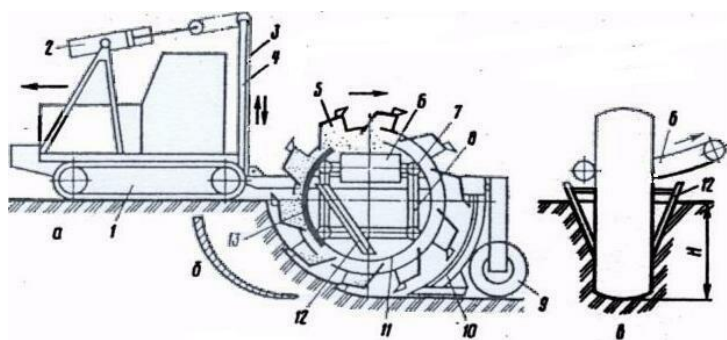


Рис. 12.4 – Роторний траншейний екскаватор:

а — конструктивна схема; б — позовжній 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 — ківш; 6 — відвальний стрічковий конвеєр; 7 — коток; 9 — пневматичне колесо; 10 — зачисний башмак; 11 — ротор; 12 — ножові укісоутворювачі; 13 — напрямна

Роторну раму піднімають і опускають гідроциліндром 2 і ланцюгом 3, кінець якого закріплено на передній частині роторної рами. При переведенні з робочого положення в транспортне передню частину роторної рами поступово піднімають, зменшуючи глибину траншей, й пневматичні колеса 9 викочуються на поверхню. Ротор занурюється в ґрунт під дією маси робочого обладнання. Глибина копання визначається діаметром ротора і часто не перевищує 2,5 м.

Ковші роторних екскаваторів випускають із ланцюговим днищем, це поліпшує їх розвантаження, особливо на липких та вологих ґрунтах.

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

Для риття вузьких траншей у мерзлих ґрунтах застосовують фрезерні машини, в яких ротор являє собою диск із закріпленими по ободу змінними різцями.

Швидкість руху робочих органів траншейних екскаваторів не перевищує 2,2 м/с, а робоча швидкість машини становить 10—300 м/год. Ці екскаватори обладнують гідромеханічними ходозменшувачами. Енергія від двигуна до робочих органів передається за допомогою механічної, гідравлічної або електро-механічної трансмісії.

Визначення продуктивності

Технічна продуктивність, м³/год, багатоковшових екскаваторів відповідно: роторних

$$\Pi_{\text{м}} = 3,6qK_{\text{н}}Zn / K_{\text{р}},$$

ланцюгових

$$\Pi_{\text{м}} = 3,6qK_{\text{н}}V_{\text{ц}} / K_{\text{р}}l_{\text{к}},$$

де q — місткість ковша, л; $K_{\text{н}}$ — коефіцієнт наповнення ковша;

$K_{\text{н}} = 0,7 \dots 1,2$; Z — кількість ковшів на роторі; n — частота обертання ротора, с⁻¹; $K_{\text{р}}$ — коефіцієнт розпушування ґрунту;

$K_{\text{р}} = 1,1 \dots 1,4$; $V_{\text{ц}}$ — швидкість переміщення ківшового ланцюга, м/с; $l_{\text{к}}$ — крок ковшів, м.

Лекція 13

МАШИНИ ДЛЯ БУРОВИХ РОБІТ

Бурові машини призначені для утворення вертикальних, нахилених або горизонтальних каналів (отворів) у ґрунті. При діаметрі до 75 мм ці канали називаються шпурами, понад 75 мм — свердловинами. Використовують бурові машини при геологічному розвідуванні ґрунтів, буропідривної розробці скельних та мерзлих ґрунтів, водозниженні, влаштуванні опор лінії зв'язку й електропе-

редачі тощо. Процес буріння включає руйнування ґрунту (породи) та його вилучення із свердловини (шпуру).

Способи буріння ґрунтів

Розрізняють **механічний, термічний і термомеханічний** способи буріння. При першому способі ґрунт (порода) руйнується буровим інструментом, при другому — високотемпературною газовою струминою, що витікає з великою швидкістю з пальника, при третьому — спільним впливом газової струмини і бурового інструменту. В будівництві найпоширенішим є механічний спосіб буріння. При цьому розрізняють ударно-поворотне, ударно-обертальне й обертальне механічне буріння.

При **ударно-поворотному** бурінні буровому інструменту задають обертальні рухи й ударні імпульси. Продукти руйнування вилучаються завдяки продуванню стиснутим повітрям або промиванню водою.

При **ударно-обертальному** бурінні поверхня забою руйнується вільнопадаючим масивним долотом, при цьому від удару до удару долото повертається на кут 20—40°. Періодично свердловина наповнюється водою і продукти руйнування разом з водою вилучаються желонкою (циліндрична труба з клапаном на днищі). При обертальному бурінні розробка забою і вилучення продуктів руйнування здійснюються за рахунок обертання бурового інструменту. Цей спосіб поширений при бурінні свердловин у мерзлих і розталих ґрунтах, які не містять великих каменів. Установки обертального буріння часто виготовляють у вигляді бурильно-кранових машин, які являють собою автомобілі або трактори, оснащені навісним буровим і вантажопідіймальним обладнанням. Останнє дозволяє додатково робити монтаж підпор у пробурені ями та свердловини.

Робоче обладнання. Бурильно-кранові машини

Робоче обладнання бурильно-кранової машини, виготовленої на базі автомобіля, наведено на рис. 13.1. Ґрунт розробляється забурником 6 та нижніми краями гвинтових лопатей (шнеків) 5. Забурник призначений для центрування шнека і сприйняття діючих на нього бічних навантажень. Забурник і шнек закріплено на кінці огранованої бурової штанги 4. Остання проходить через отвір зубчастого колеса редуктора 3 і приводиться ним у дію. Крім того, на бурову штангу передається осьове зусилля, яке просуває її у бік забою. При невеликій глибині буріння штангу переміщують гідроциліндром 2, при глибокому бурінні — затискають у гідрофікованому патроні 11 і переміщують за допомогою гідроциліндрів 10. Потім звільняють її, піднімають патрон 11 гідроциліндрами 10, і цикл повторюється. Для підняття робочого обладнання над землею при одноциліндровому механізмі осьового переміщення застосовують цей же гідроциліндр. При глибокому бурінні та використанні двоциліндрового механізму бурову штангу піднімає лебідка 9. Другий барабан 8 цієї лебідки діє при влаштуванні в свердловині стовпів, паль.

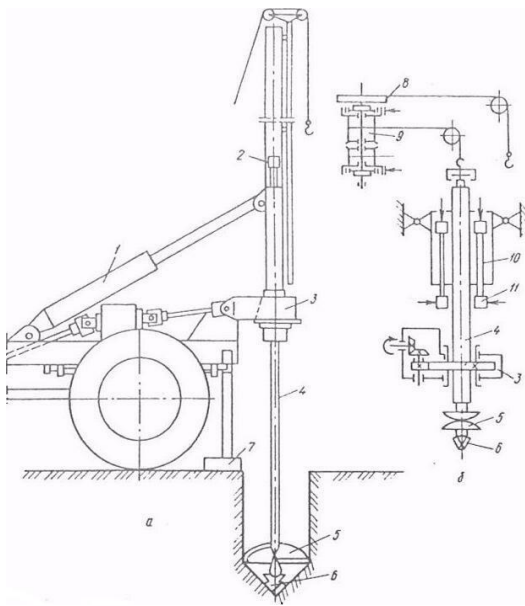


Рис. 13.1 – Робоче обладнання бурильно-кранової машини:

а — загальний вигляд; б — кінематична схема при двоциліндровій подачі штанги; 1 — гідроциліндр для переведення робочого обладнання в транспортне положення; 2, 10 — гідроциліндри переміщення бурової штанги; 3 — редуктор; 4 — бурова штанга; 5 — гвинтові лопаті; 6 — забурник; 7 — виносна опора; 8 — вантажопідіймальний барабан; 9 — лебідка; 11 — гідрофікований патрон

Гідроциліндр 1 призначений для переведення обладнання у транспортне положення. Для розвантажування ходового обладнання передбачено виносні опори 7. У деяких моделей робоче обладнання розміщується на поворотній платформі або збоку шасі, що забезпечує велику точність його встановлення. Грунт розробляють одночасним обертанням бура та його осьовій подачі. Після заглиблення на 0,3—0,5 м бур піднімають, збільшують частоту обертання і розкидають ґрунт у різні сторони. Для буріння глибоких свердловин бур має вигляд шнека і складається з окремих секцій.

Лекція 14

МАШИНИ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ

Штучне ущільнення — ефективний і дешевий спосіб стабілізації механічних властивостей насипних ґрунтів. Його якості оцінюються коефіцієнтом ущільнення, що визначається як відношення досягнутої щільності до найбільшої стандартної. Ґрунти можна ущільнювати укочуванням, трамбуванням, вібруванням або сполученням цих способів. Ущільнення укочуванням відбувається у результаті тиску, що створюється вальцями або колесами, які перекочуються по поверхні ґрунту. За таким принципом працюють котки. Ущільнення трамбуванням здійснюється ударами робочих органів трамбувальних машин. Спосіб ущільнення вібруванням полягає у передачі ґрунту коливальних рухів, внаслідок яких відбувається взаємне переміщення твердих частинок, що призводить до ущільнення ґрунту. При вібруванні, як правило, робочий орган не відривається від поверхні. Якщо збурююча сила перевищує визначену межу, робочий орган відривається від поверхні ґрунту, при цьому вібрування переходить у вібротрамбування.

Укочування відбувається за допомогою причіпних, напівпричіпних та самохідних котків, призначених для шарового ущільнення ґрунтів та інших сип-

ких матеріалів (гравію, щебеню тощо) при спорудженні дамб, дорожніх насипів, гребель, засипанні каналів.

Катки 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 рівними, кулачковими, ребристими вальцями або пневмоколісні.

Рівні котки ущільнюють ґрунт шарами 0,16—0,2 м без розпушування його поверхні або з незначним розпушуванням завглибшки 1—3 см (у незв'язних ґрунтах). Їх застосовують переважно для прокочування в один-два проходи поверхні ґрунту, ущільненої іншими котками, для укочування щебеню та ущільнення дорожнього покриття. Роботу виконують човниковим способом або з розворотом в кінці проходки. На котках передбачають скребки для знімання налиплого матеріалу. При укочуванні асфальтобетону вальці змащують.

Кулачкові котки виготовляють причіпними (рис. 14.1, а). Вони мають робочі органи у вигляді кулачків 2 спеціальної форми, які прикріплюються до бандажів, надягнутих на порожнистий барабан 1. Останній заповнюють баластом (найчастіше піском). Поверхня від налиплого ґрунту очищується штирями, встановленими між рядами кулачків. Котки виготовляють масою 6 - 30 т та розрізняють за розмірами барабанів, кількістю, формою і висотою кулачків. Вони ефективні для роботи на грудочкуватих і зв'язних ґрунтах. Можуть ущільнювати шар ґрунту завтовшки 0,4 м, не доліком є розпушування поверхні цього шару.

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. Подібно до кулачкових ребристі й ґратчасті котки здійснюють глибинне ущільнення ґрунту, заглиблюючись у нього ребрами або прутками. Для укочування ґрунту на невеликих площах використовують комплект з кількох (до п'яти) котків, об'єднаних спільними траверсами.

Пневмоколісні котки можуть бути **причіпними** (рис. 14.1, б), **напівпричіпними** (рис. 14.1, в) й **самохідними** (рис. 14.1, г). Ґрунт ущільнюється пневматичними колесами 4, на які передається навантаження від баластних ящиків 3. Причіпні й напівпричіпні котки мають незалежну підвіску кожного колеса з баластним ящиком, що сприяє рівномірному ущільненню незалежно від нерівності ґрунту, їх застосовують для шарового ущільнення зв'язних і незв'язних ґрунтів шаром понад 0,45 м. Необхідна щільність ґрунту досягається за 6 - 8 проходів у зв'язних та 3 - 4 — у незв'язних ґрунтах. Самохідні пневмокотки виготовляють з міцно закріпленими на рамі осями пневмоколес і застосовують в основному для ущільнення дорожніх основ та покриттів. Їх перевага порівняно з рівновальцювальними котками полягає в тому, що при укочуванні вони не да-

влять щебінь. Робочий орган самохідних пневмоколісних котків — передні керовані 5 та задні ведучі 6 пневмоколеса, взаємне розташування яких дозволяє одержати суцільну смугу ущільненого матеріалу. При роботі самохідні котки переміщуються човниковим способом.

Причіпні й самохідні вібраційні котки застосовують для ущільнення незв'язних і малозв'язних ґрунтів та матеріалів, оскільки вони у 8 - 10 разів ефективніші, ніж котки статичної дії. Під дією вібрації значно зменшується сила тертя та зчеплення між частинками, що сприяє їх щільнішому вкладанню.

Причіпні котки бувають зі змінними і ґратчастими вальцями. В середині порожнистого вальця 9 (рис. 14.1, д) причіпного котка встановлюють віброзбудник, який приводиться у рух від двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) 7 через клинопасову передачу 8.

Самохідні віброкотки випускають дво- і тривальцевими. Вмонтовані віброзбудники мають ведучі вали, а привод виготовляють механічним або гідравлічним.

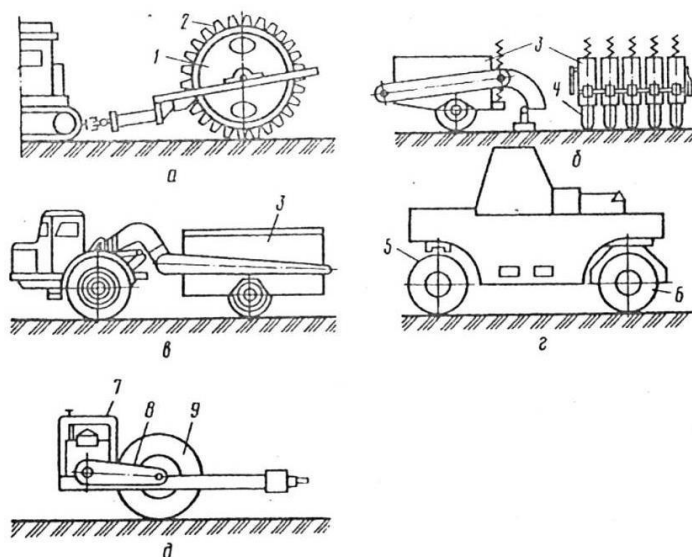


Рис. 14.1 — Схеми ущільнювальних котків

а, б, д — причіпного відповідно кулачкового, пневмоколісного і вібраційного; в — напівпричіпного пневмоколісного; 1 — барабан; 2 — кулачок; 3 — баластний ящик; 4 — пневмоколесо; 5, 6 — відповідно передні керовані й задні ведучі пневмоколеса; 7 — двигун внутрішнього згоряння; 8 — клинопасова передача; 9 — валець з віброзбудником

Самохідні комбіновані котки обладнують ведучим вальцем з пневматичних шин та керованим рівним металевим вальцем. Висока ефективність таких котків досягається за рахунок послідовного впливу вібрації і статичного навантаження. Привод ведучих вальців та віброзбудників переважно гідравлічний. Збурююча сила віброзбудника регулюється в широкому діапазоні і становить 150 - 200 кН. При виконанні незначних обсягів роботи щодо ущільнення незв'язних ґрунтів, щебеню, гравію у тісних умовах застосовують самопересувні вібраційні плити (рис. 14.2). На робочому органі — плиті / шарнірне кріпиться віброзбудник 2 спрямованої дії. Він фіксується у трьох положеннях: вертикально і в нахилі, вліво та вправо. Віброзбудник генерує збурюючу силу 12,5 - 63,0 кН, що в кілька разів перевищує масу плити, тому така плита працює в режимі вібротрамбування, з відривом від ущільнювальної поверхні. З цієї ж причини при нахилі віброзбудника плита починає самопересуватися. Вали віброзбудника приводяться в дію вад ДВЗ або електродвигуна через клинопасову передачу. Найчастіше плита обладнана довгою віброізолюваною ручкою, яка дозволяє

спрямовувати її переміщення і здійснювати повороти. Віброплити мають продуктивність 300 - 900 м²/год, масу 150 - 1400 кг, глибина ущільнення ґрунту 0,3- 1,0 м.

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 опірною поверхнею до 1 м². Необхідна щільність насипного ґрунту досягається за 3—6 ударів по одному сліду.

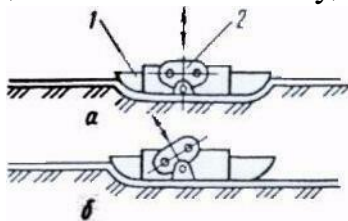


Рис. 14.2. – Схема віброплити:

а — при ущільненні без переміщення; б — при переміщенні вліво; 1 — плита; 2 — вібробудник

Ущільнення здійснюється за допомогою екскаватора-драглайна (рис. 14.3, а), на підйимальному канаті якого підвішують вантаж 3. Канат 1 запобігає закручуванню вантажу. Вантаж піднімається вантажною лебідкою екскаватора і скидається на ущільнений ґрунт із висоти 1 - 2 м. Частота ударів не перевищує 0,05 - 0,1 с⁻¹, енергія одиничного удару 10 - 15 кДж. Продуктивність такого обладнання невисока, а вартість виконаних робіт — значна. Тому такі машини доцільно застосовувати при невеликих обсягах роботи у тісних умовах.

При значних обсягах 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 (муфтами) 3 (рис. 14.3, б, в), які по чергові піднімають і опускають, ковзаючи по встановлених позаду трактора напрямних штангах 2. Плити підвішено на канатах 8. Вони охоплюють рухомі блоки 7, прикріплені до вантажів та рами машини через пружинні амортизатори 4 і 10, що знижує динамічні навантаження в канатах. Рухомі блоки 7 поліспастів змонтовано на кривошипних 11. Останні приводяться в дію від двигуна 9 трактора через редуктор відбору потужності 7. При підніманні вантажу кривошпили міцно з'єднано з валом редуктора, а при опусканні вони від'єднуються від вала редуктора за допомогою обгінних муфт 5. - Таким чином досягається вільне падіння вантажу. Швидкість руху машини підбирається така, щоб відбулася необхідна кількість ударів по одному сліду. Для компенсації переміщення машини в момент контакту вантажу з ґрунтом штангу 2 закріплюють на рамі за допомогою еластичної підвіски.

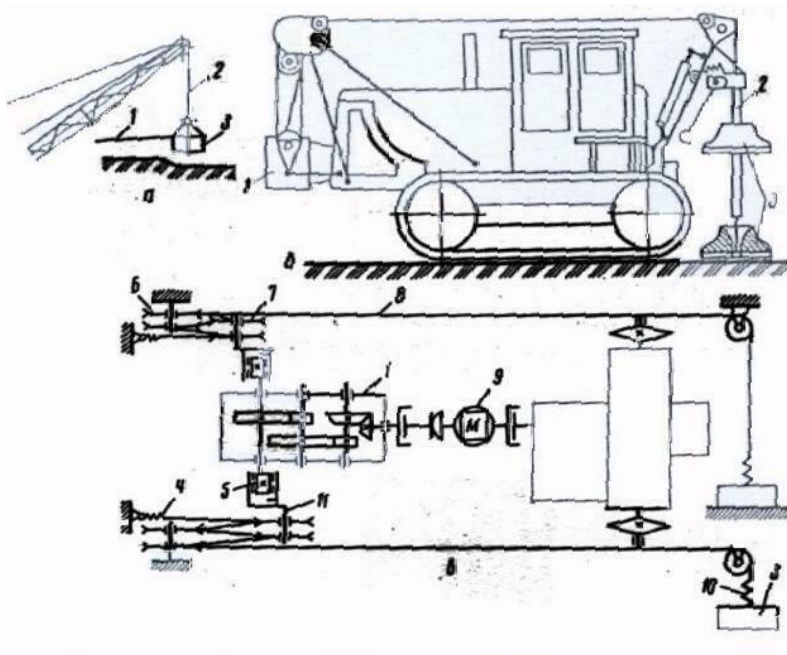


Рис. 14.3. – Ущільнювальні машини:

а — на базі екскаватора драглайна, 1 — канат для запобігання закручування вантажу; 2 — підіймальний канат; 3 — вантаж; б, в — на базі трактора (б — зовнішній вигляд; в — кінематична схема); 1 — редуктор відбору потужності; 2 — напрямна штанга; 3 — ущільнююча муфта; 4, 10 — амортизатори; 5 — обгінна муфта; 6, 7 — відповідно нерухомі та рухомі блоки поліспасти. 8 — канат; 9 — двигун трактора; 11 — кривошип

Визначення продуктивності

Технічна продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$, ущільнювальних машин безперервної дії становить:

$$\Pi_T = (B - b) * 1000 V h / m,$$

де B — ширина смуги ущільнення, м; b — ширина перекриття суміжних смуг ущільнення при $b = 0,1$ м; V — середня швидкість руху машини, $\text{км}/\text{год}$; h — товщина шару ущільнення, м; m — необхідна кількість проходів по одному сліду.

Лекція 15

МАШИНИ ДЛЯ ПАЛЬОВИХ РОБІТ

При спорудженні приміщень використовують пальові фундаменти. Порівняно з іншими типами фундаментів вони дозволяють у 2 - 3 рази зменшити об'єм земляних робіт, скоротити в 1,5 - 2,0 рази витрати бетону, зменшити на 20% трудомісткість робіт нульового циклу, скоротити терміни будівництва.

Існує кілька способів улаштування пальових фундаментів. Найпоширенішим є спосіб, при якому в ґрунт заглиблюють готову палю шляхом забивання,

вібрації, вдавлювання або їх комбінації. Залізобетонні палі переважно квадратного перерізу, рідше — металеві і дерев'яні. Застосовують також палі круглого перерізу і палі-оболонки. Круглі палі інколи загвинчують.

Влаштовують також фундаменти з буронабивними палями й пальові фундаменти у витрамбовуваних котлованах. У першому випадку бурять свердловину, розширюють її нижню частину, потім заповнюють бетоном, закладаючи необхідну арматуру. В другому випадку свердловину роблять шляхом ущільнення трамбуванням, тобто ущільнюючи ґрунт. У міру буріння свердловину заповнюють щебенем або бетонною сумішшю, які також трамбують. Ці способи дають змогу зменшити вартість пальових фундаментів. Для пальових робіт використовують копрове обладнання й пальові заглибники. Перші застосовують також при спорудженні в ґрунті шпунтових стін, які влаштовують заглибленням у ґрунт впритул один до одного металевих стержнів спеціального профілю — шпунтів. Шпунтові стіни необхідні при водозниженні та в деяких інших випадках. Після закінчення роботи шпунти витягують.

Копрове обладнання

Копрове обладнання виготовляють як навісне на тракторах, автомобілях, екскаваторах і як спеціальні машини на рейковому ході.

Рейкові копри використовують на будівництві великих промислових і гідротехнічних об'єктів із великими обсягами пальових робіт для заглиблення важких паль завдовжки 12—16 м та більше, а також похилих паль. Їх комплектують пароповітряними та дизельними молотами.

Найпоширеніші навісні копри, які мають енергетичну автономність, мобільність і маневреність, високу механізацію допоміжних операцій. За конструктивним виконанням їх поділяють на універсальні, напівуніверсальні й прості. Перші забезпечують повний оберт платформи, де встановлена копрова стріла, зміну вильоту і робочий нахил копрової стріли (необхідно для заглиблення нахилених паль); другі — тільки поворот платформи або робочий нахил копрової стріли для заглиблення вертикальних паль.

Копрова установка має двигун, трансмісію, систему керування, ходове та вантажопідіймальне обладнання й комплектується пальовим заглибником (молотом).

Схема копрової установки на базі трактора наведена на рис. 15.1. На базовому тракторі 9 встановлено шоглу 5 із напрямними, в яких може переміщуватися дизель-молот 4. Шогла 5 закріплена на поворотній рамі 2, здатній нахилитися до 5° вперед і назад за допомогою двох гідроциліндрів 7 відносно шарнірів на кронштейні 1.

Гідроциліндри 7 також призначені для переведення шогли в транспортне (горизонтальне) положення. Крім того, копрова шогла за допомогою гідроциліндрів може переміщуватися вздовж поздовжньої осі машини. Це дає змогу швидко і точно встановити палю в потрібній точці та під певним кутом.

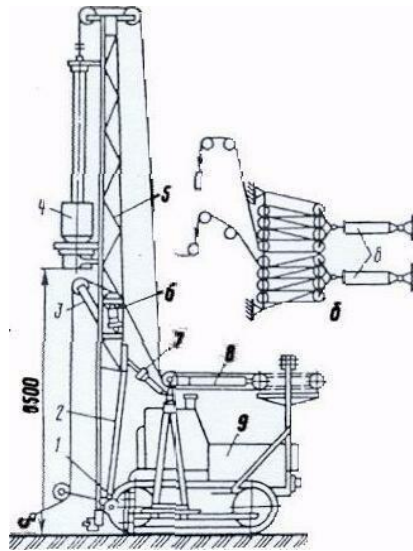


Рис. 15.1. — Схеми копрової установовки (а) та гідрополіспастів (б):
1 — кронштейн; 2 — поворотна рама, 3 — стріла; 4 — дизель-молот; 5 — щогла; 6 — гідроциліндр повороту стріли; 7 — гідроциліндр нахилу поворотної рами; 8 — гідроциліндр поліспаста; 9 — базовий трактор

Молот і палю піднімають окремо за допомогою двох канатних гідрополіспастів, рухомі обойми яких з'єднані зі штоками гідроциліндрів 8. Під молот палю встановлюють за допомогою стріли 3, що висувається вперед гідроциліндром 6 і яку прибирають поміж напрямних при забиванні палі.

Пальові заглибники

За способом заглиблення пальові заглибники бувають ударні, вібраційні, статичні й комбіновані. Їх вибір залежить від щільності ґрунту і параметрів заглиблюваних елементів.

Ударним способом забивають дерев'яні, металеві, залізобетонні палі та шпунти практично в будь-які ґрунти. При цьому маса ударної частини молотів повинна дорівнювати масі залізобетонних паль (при довжині палі понад 12 м) або перевищувати її в 1,5 рази (при довжині палі до 12 м). **Вібраційний** спосіб застосовують при заглибленні паль в піщані та водонасичені ґрунти.

Статичне заглиблення відбувається шляхом загвинчення або вдавлювання у ґрунти, які не містять великих кам'янистих включень. Вдавлювання і вібровдавлювання застосовують для коротких (до 6 м) паль. За видом споживаної енергії розрізняють механічні, пароповітряні, гідравлічні, дизельні та електричні пальові заглибники (молоти).

Механічний молот — найпростіший вид пальового заглибника. Його ударна частина масою 1000—3000 кг піднімається на 2—4 м фрикційною лебідкою. При розгальмуванні барабана лебідки ця ударна частина падає вниз і відбувається удар. Такі молоти можна використовувати для забивання паль завдовжки до 3—5 м.

Серед їх переваг: проста конструкція; можливість регулювати роботу молота за рахунок зміни висоти піднімання ударної частини; довговічність; низька вартість. Недоліком є мала частота ударів (4—10 хв⁻¹).

Пароповітряні молоти використовують енергію стиснутого повітря або пари. Їх комплектують компресорними станціями або парогенераторами. Розрізняють пароповітряні молоти простої і подвійної дії.

Пароповітряний молот простої дії (рис. 15.2) має циліндр 2, який може пересуватися по поршню 3. Останній штоком 4 з'єднаний з наголовником палі 5. На циліндрі 2 встановлено розподільний пристрій /. Коли пара або стиснуте повітря надходять у циліндр, останній піднімається, розподільний прилад перемикається, з'єднуючи порожнину циліндра з атмосферою, а циліндр падає, наносячи удар і забиваючи палю. Такі молоти відносно прості в експлуатації. Однак вони великогабаритні і мають малу частоту ударів (до 50 хв^{-1}), тому їх застосовують рідко.

Пароповітряні молоти подвійної дії використовують частіше. Вони працюють автоматично з частотою ударів $100\text{—}300 \text{ хв}^{-1}$, маса ударної частини до 2250 кг. Їх застосовують для забивання і вилучення палей в гідротехнічному будівництві. Пароповітряний молот подвійної дії (рис. 6.3) має корпус 2, з'єднаний з наголовником 1 палі, в корпусі переміщується поршень 3.

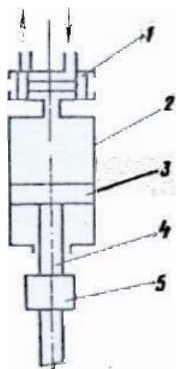


Рис. 15.2. — Схема пароповітряного молота простої дії:
1 — розподільний пристрій; 2 — циліндр; 3 — поршень; 4 — шток; 5 — наголовник палі

Стиснуте повітря чи пара підводяться через автоматичний розподільний пристрій 4. Коли енергоносій подають у нижню порожнину, верхня з'єднується з атмосферою і поршень рухається вгору.

Потім розподільний пристрій перемикається і поршень рухається вниз під дією власної маси та тиску енергоносія й наносить удар, заглиблюючи палю.

Такі молоти можна використовувати для забивання вертикальних і похилих палей, а також для виконання робіт під водою (на глибині до 20 м). Ці молоти мають порівняно невеликі габаритні розміри, високу продуктивність. Їх недоліки такі: велика маса нерухомих частин (60—70% загальної маси молота); можливість заглиблення лише легких палей та шпунтів; потреба в дорогих і громіздких компресорних станціях або парогенераторах.

Гідравлічні молоти

Гідравлічні молоти за принципом роботи аналогічні пароповітряним, але порівняно з ними у гідравлічних вищий ККД (0,55—0,65) і менша у 8—10 разів маса приводної станції; вони компактніші, надійніші, менше створюють шуму, простіші в експлуатації, їх можна навішувати на екскаватори, крани та всі інші копрові пристрої. Енергія удару становить 3,5—120 кДж при частоті ударів $50\text{—}170 \text{ хв}^{-1}$, маса ударної частини 210—7500 кг. Гідравлічні молоти можна ви-

користувати для забивання паль і металевого шпунта у складних геологічних умовах при чергуванні шарів ґрунту різної щільності. За принципом роботи вони бувають простої і подвійної дії. В перших піднімання ударної частини відбувається примусово, а робочий рух — під дією сили ваги, у других на ударну частину при холостому та робочому русі діє робоча рідина.

Ударна частина *гідромолота простої дії* (рис. 15.3, а) переміщується за трьома напрямними трубчастими штангами 5. Останні закріплені у верхній 2 і нижній 1 траверсах з пазами 4, якими молот ковзає по напрямних копровій щогли. Молот підвішується до підіймального ремболта 3. До нижньої траверси знизу прикріплено наголовник 8 для паль, а також встановлено гідроциліндр-штовхач 7. У напрямних штангах розташовані гідроаккумулятори й механізм керування.

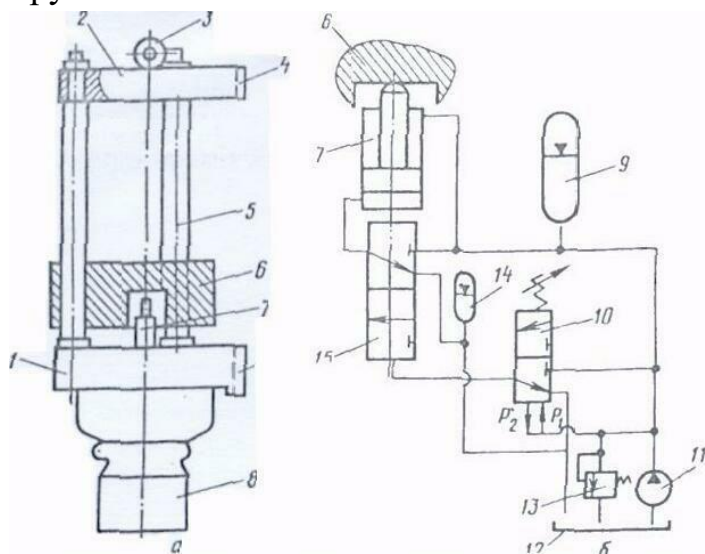


Рис. 15.3 – Гідромолот простої дії:

а — зовнішній вигляд; б — гідросхема;
1,2 — нижня і верхня траверси; 3 —
ремболт; 4 — паз; 5 — напрямна штан-
га; 6 — ударна частина; 7 — гідроци-
ліндр-штовхач; 8 — наголовник палі; 9,
14 — відповідно напірний і зливний гід-
роаккумулятори; 10 — гідророзподіль-
ник; 11 — гідронасос; 12 — бак для ро-
бочої рідини; 13 — запобіжний клапан;
15 — клапан

Гідросхема автоматичної системи керування гідромолотом простої дії (рис. 15.3, б) має гідроциліндр-штовхач 7, напірний 9 і зливний 14 гідроаккумулятори, клапан 15 та гідрокерований двопозиційний золотник (паророзподільник 10). Бак 12 для робочої рідини, гідронасос 11 і запобіжний клапан 13, а також привід гідронасоса (тобто в цілому насосна станція) встановлюються окремо й з'єднуються з гідромолотом шлангами.

Робочий цикл гідромолота починається із зарядження гідроаккумулятора 9 до тиску P_1 (показано на схемі). При цьому клапан 15 перебуває у нижньому положенні, оскільки тиск у нижній його порожнині, з'єднаний зі зливом, відсутній, а порожнина гідроаккумулятора 9 від'єднана від поршневої порожнини гідроциліндра 7. Масило від насоса надходить у штокову порожнину гідроциліндра 7, опускаючи поршень і заряджаючи гідроаккумулятор 9.

Досягнувши тиску P_1 , золотник гідророзподільника 10 перемикається, масило від насоса потрапляє до нижньої порожнини клапана 15, перемикає його, після чого через клапан йде до поршневої порожнини гідроциліндра 7. Гідроциліндр-штовхач розганяє ударну частину вгору, при цьому рідина, накопичена в гідроаккумуляторі 9, також надходить до поршневої порожнини гідроциліндра-штовхача, прискорюючи його рух. Ударна частина розганяється і далі рухається вгору по напрямних штангах за інерцією. При спаді тиску в гідроаккумуляторі

9 до значення P_2 золотник розподільника, перемкнувшись, з'єднує нижню порожнину клапана 15 зі зливною лінією. Клапан пересувається вниз, перекриваючи напірну лінію і з'єднуючи зливну з гідроаккумулятором 14. Одночасно ударна частина піднімається, потім падає, наносячи удар, який заглиблює палю. Далі цикл повторюється. Зливний гідроаккумулятор 14 призначений для зменшення швидкості руху рідини у зливній магістралі при опусканні поршня гідроциліндра 7.

Виготовляють також гідромолоти простої дії з кількома циліндрами-штовхачами і механізмом закачування газу в газові порожнини гідроаккумуляторів. Наявність напірного гідроаккумулятора дає змогу зменшити встановлену потужність насосної станції, оскільки енергія, яка виробляється станцією протягом циклу, передається ударною частиною у вигляді імпульсу. При використанні імпульсного впливу на ударну частину при її розгоні створюється додатковий силовий імпульс, який передається на палю, що збільшує ефект заглиблення. Використання автоматичної системи керування гідромолотом дозволяє збільшити частоту ударів.

Гідромолот подвійної дії (рис. 15.4) має ударну частину 3, яка переміщується в трубі 2, у нижній частині якої прикріплено шабот 1, а до нього монтується наголовник палі або інший робочий орган. Ударна частина переміщується за допомогою робочого гідроциліндра 5. В одному блоці з робочим гідроциліндром виготовлено розподільний золотник 8 та гідроаккумулятор 10. Золотник може рухатися під дією пружини 15. З метою спрощення на схемі не наведено окремі конструктивні елементи.

Гідромолот приводиться в дію від насоса 11. Цикл його роботи складається з розгону ударної частини вгору, гальмування її перед верхньою мертвою точкою (ВМТ), розгону вниз й удару по шаботу. Всі переміщення ударної частини відбуваються при швидкості, що змінюється, тобто ділянок стабільного руху немає. Це дає змогу зменшити хід поршня і збільшити частоту ударів. Гідромолот подвійної дії працює таким чином. У початковому положенні (показано на схемі) ударна частина лежить на шаботі, золотник під дією пружини встановлений у верхньому положенні, поршень гідроаккумулятора 10 також перебуває в цьому положенні. Після вмикання гідронасоса мастило під тиском по каналах 9 і 14, через канали золотника 8 і канал 16 потрапляє у штокову порожнину гідроциліндра 5. Мастило з поршневої порожнини гідроциліндра через канал 7 і виточку золотника надходить у зливний канал 12. Поршень робочого гідроциліндра разом з ударною частиною починає прискорено рухатися вгору. Одночасно частина мастила, що подається насосом, йде до поршневої порожнини гідроаккумулятора 10, зміщуючи його поршень

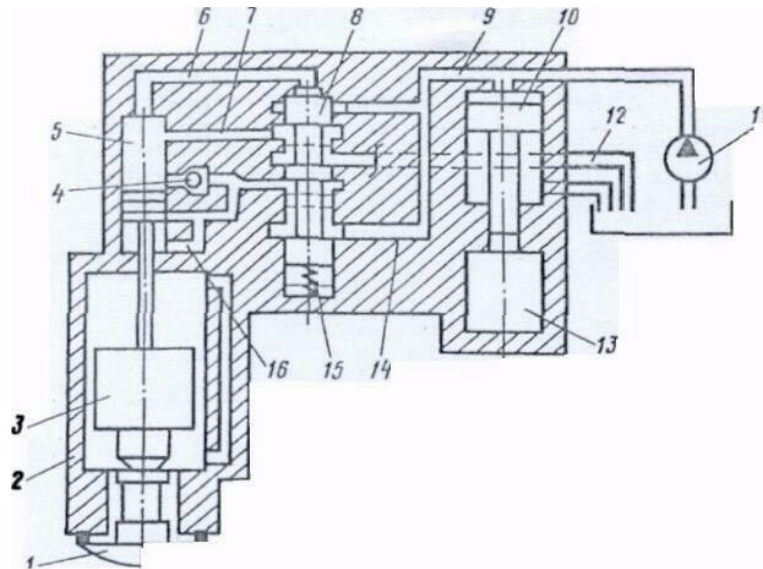


Рис. 15.4 – Схема гідромолота подвійної дії:

1 — шабот, 2 — труба; 3 — ударна частина; 4 — зворотний талан; 5 — робочий гідроциліндр; 6, 7 — канали для надходження робочої рідини; 9 — розподільний золотник; Р, 12 — напірний і зливний канали; 10 — гідроаккумулятор; 11 — туж; 13 — замкнена порожнина; 14, 16 — канали; 15 — пружина

донизу. При цьому шток поршня входить у замкнену порожнину 13, стискаючи в ній мастило. Таким чином, порожнина 13 і шток поршня робочого гідроциліндра 5 утворюють гідравлічну пружину. В кінці переміщення вгору поршень робочого гідроциліндра перекриває канал 7, відповідно тиск у поршневій порожнині робочого циліндра і каналі 6 підвищується. Під дією цього тиску золотник 8 пересувається униз (наведено пунктиром), перекриваючи канали 7 і 16. Поршнева порожнина робочого гідроциліндра 5 з'єднується з напірним каналом 9, а штокова — зі зливним 12. Починається гальмування ударної частини, мастило з поршневої порожнини робочого гідроциліндра та від насоса подається в гідроаккумулятор 10, заряджаючи його і стискаючи гідравлічну пружину (мастило в порожнині 13). Після зупинки ударної частини у ВМТ починається її розгін униз під дією ваги та тиску мастила на поршень робочого циліндра. Після досягнення ударною частиною швидкості, яка визначається подачею насоса та площиною поршня робочого гідроциліндра 5, гідроаккумулятор починає розряджатися, витискуючи мастило у поршневую порожнину гідроциліндра 5 і збільшуючи швидкість руху ударної частини. Поршень гідроаккумулятора 10 при цьому піднімається. У кінці ходу вниз ударна частина 3 наносить удар по шаботу 1, занурюючи палю. При русі поршня вниз відкривається спочатку канал зворотного клапана 4, потім сам клапан, з'єднуючи поршневую порожнину зі штоковим і зливним каналами 12. Тиск у поршневій порожнині падає й золотник 8 під дією пружини 15 переміщується угору. Далі цикл повторюється.

Гідромолоти подвійної дії використовують як змінне навісне обладнання на гідравлічні екскаватори 2-, 3- і 4-ї розмірних груп. Ці гідромолоти закріплюють на рукоятці замість ковша зворотної лопати або навішують безпосередньо на ківш. Крім паливних робіт, такі молоти застосовують для руйнування до-

рожного покриття, ущільнення ґрунту, при реконструкції будівельних конструкцій. Робочі органи прикріплюються до шабета або виготовляються як єдине ціле з ним. При навішуванні на екскаватор гідромолоти приводяться в дію від його гідросистеми. Для віброізоляції базової машини при роботі з гідромолотом стрілу екскаваторного обладнання встановлюють у плаваюче положення.

Дизельні молоти

Дизельні молоти одержали в будівництві велике поширення. За принципом роботи вони є двотактними дизельними двигунами з вільно рухомих поршнем або циліндром. Розрізняють дизель-молоти штангові й трубчасті. *Штанговий дизель-молот* (рис.15.5) має масивне лите ковадло 9, до нижньої частини якого через сферичний підп'ятник прикріплено наголовник 10, що надягається на палю. На ковадлі зроблено пази для переміщення молота по напрямних копровій щогли. Як єдине ціле з наковадлом виготовлено поршень 1, у верхній частині якого встановлені компресійні кільця 2 і форсунка 3. В наковадлі є місткість для палива — дизельного пального та змонтований паливний насос високого тиску 8 (наведено умовно). У ньому ж закріплені нижні частини двох циліндричних штанг 7, по яких може рухатися ударна частина молот-циліндра 6. На цих же напрямних штангах встановлено захватний пристрій — "кішка" 5. У верхній частині напрямні штанги 7 закріплені в траверсі 4, де також є пази для переміщення по напрямних копровій щогли.

Перед початком роботи дизель-молот піднятий у верхню частину копровій щогли, у наголовник заведена паля. Його маса передається на палю. Циліндр вимкненого дизель-молота перебуває у нижньому положенні й надягнутий на поршень. Дизель-молот запускають таким чином. "Кішку", заздалегідь закріплену на траверсі, звільняють і опускають за допомогою лебідки по напрямних штангах униз. Вона автоматично захоплює нижню частину.

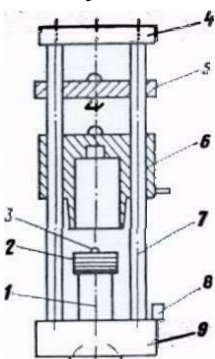


Рис. 15.5 – Схема штангового дизель-молота:

1-поршень; 2-компресійне кільце; 3-форсунка; 4- траверса;
5— захватний пристрій-"кішка"; 6-молот-циліндр; 7- штанга; 8 — паливний насос високого тиску; 9- ковадло, 10- наголовник палі

Потім вмикають лебідку копрового обладнання на підйом і піднімають "кішку" з ударною частиною. У верхньому положенні вона закріплюється на траверсі й автоматично звільняє ударну частину. Остання, ковзаючи по напрямних штангах, падає вниз і циліндр надягається на поршень. Завдяки наявності компресорних кілець повітря з циліндра вийти не може, воно стискається, дуже нагріваючись (до температури понад 700°C).

Наприкінці падіння ударна частина штирем натискує на важіль паливного насоса високого тиску. Останній подає порцію пального до встановленої в центрі поршня форсунки, яка розпилює його в атмосфері розігрітого повітря. У результаті пальне займається і згоряє. За рахунок виділеного тепла продукти згоряння в циліндрі розширюються і підкидають ударну частину — циліндр догори. Ударна частина рухається вгору, ковзаючи по напрямних штангах, уповільнюється і падає знову. Робота дизель-молота відбувається в автоматичному режимі. Висоту піднімання ударної частини регулює оператор шляхом зміни витрат пального, що подається. Наприкінці заглиблення палі оператор перекриває подачу пального, і дизель-молот вимикається.

Трубчасті молоти (рис. 15.6) виготовляють з повітряним або водяним охолодженням. Ударна частина трубчастого дизель-молота — поршень 4, що рухається у відкритій згорі труби. До нижньої частини цієї труби прикріплено шабот 6, а до останнього — наголовник палі. У трубі є вентиляційні вікна 2 і паз, вздовж якого може пересуватися "кішка" 3. На трубі встановлено паливний насос низького тиску 5.

Для запуску трубчастого дизель-молота за допомогою лебідки копрової установки опускають "кішку", яка захоплює поршень. Потім їх піднімають. "Кішка" у верхньому положенні закріплюється на трубі і звільнює поршень. Останній падає донизу, ковзаючи в трубі, і натискує на важіль паливного насоса. Насос впорскує порцію пального у заглиблення шабота. При подальшому падінні поршень перекриває вентиляційні вікна. Завдяки наявності компресійних кілець на поршні повітря в трубі стискається і нагрівається. У кінці падіння поршень ударяється, об шабот, заглиблюючи палю. Одночасно за рахунок удару розпилюється пальне, яке займається, підкидаючи догори поршень та створюючи додатковий реактивний вплив на палю. Поршень рухається угору, відкриває вікна 2, простір всередині труби вентиляється. Подальша робота молота відбувається в автоматичному режимі. Трубчасті дизель-молоти інколи оснащуються пневмобуфером, що дає змогу підвищити частоту ударів до 70 хв^{-1} .

Електричні молоти умовно поділяють на вібраційні — *вібро-заглибники* й ударно-вібраційні, або *вібромолоти*. Віброзаглибники передають елементам, що заглиблюються (або виймаються), коливання певної частоти, амплітуди, напрямку, внаслідок чого забезпечуються ці процеси. Робота віброзаглибників ґрунтується на різкому зменшенні коефіцієнта тертя між ґрунтом і поверхнею елемента під дією коливань.

Віброзаглибники

Віброзаглибник (рис. 15.7) міцно з'єднаний з палею або шпунтом за допомогою наголовника 1. На останньому закріплено вібробудник 2 з парною кількістю горизонтальних валів, що синхронно обертаються в протилежні боки і мають закріплені дебаланси. При обертанні останніх виникає сумарна відцентрова сила, спрямована вертикально, — збурююча сила, H :

$$F = m \cdot e \omega^2,$$

$\begin{matrix} \text{з} & \text{д} \end{matrix}$

де m_d — сумарна маса дебалансів, кг; e — ексцентриситет дебалансів, м; ω — кутова швидкість дебалансних валів, рад/с.

Дебалансні вали одержують обертання від електродвигуна 3 через пасову, ланцюгову або зубчасту передачі.

У віброзаглибнику двигун піддається вібраційному впливу (рис. 15.7, а). Це негативно познається на його роботоздатність і збільшує кількість коливальних частот, що зменшує амплітуду їх коливань. Для низькочастотних віброзаглибників ($300—500 \text{ хв}^{-1}$) це не суттєво, а високочастотні ($700—1500 \text{ хв}^{-1}$) виготовляють в основному за схемою, наведеною на рис. 6.8, б. В останніх електродвигун 3 та додаткова привантажувальна плита 4 з'єднані з віброзбудником через пружини 5.

Вібромолоти забезпечують заглиблення палі у міцний ґрунт. У найпростішому вібромолоті (рис. 15.8) віброзбудник 1 зв'язаний з наголовником 2 за допомогою пружин 3. У процесі роботи віброзбудник 1 виконує вертикальні коливання, завдаючи періодичних ударів по наголовнику, які сприяють заглибленню палі.

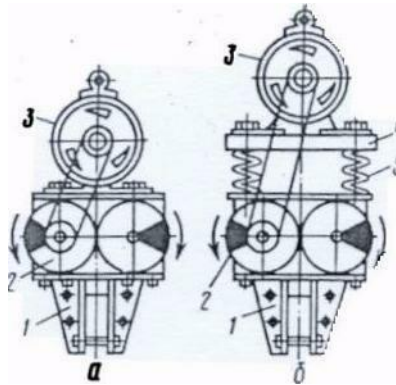


Рис. 15.7. — Віброзаглибники з коливним (а) та віброізолюваним (б) двигунами: 1 — наголовник; 1 — віброзбудник; 1 — електродвигун, 4 — привантажувальна плита; 5 — пружина

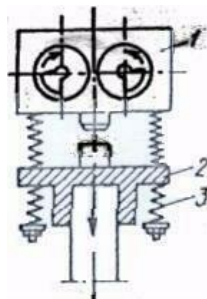


Рис. 15.8. — Схеми вібромолота:
1 — віброзбудник; 2 — наголовник; 3 — пружина

Головний параметр молотів ударної дії — енергія удару. Для пароповітряних і гідравлічних молотів подвійної дії і дизель-молотів енергія удару, Дж, становить:

$$E = (G + pS)H\eta,$$

де G — вага ударної частини молота, Р; p — середній ефективний тиск у робочому циліндрі. Па; S — робоча площа поршня молота, м^2 ; H — робочий

хід ударної частини молота, м; η — ККД молота (для штангових дизель-молотів $\eta = 0,35 \dots 0,4$, трубчастих — $\eta = 0,55 \dots 0,6$).

Для пароповітряних і гідравлічних молотів простої дії енергія удару, Дж, дорівнює

$$E = G H \eta.$$

Змінна продуктивність пального обладнання (паль за зміну) така:

$$\Pi_{зм} = T_{зм} / t_{ц},$$

де $T_{зм}$ — тривалість зміни, год; $t_{ц}$ — тривалість робочого циклу при заглибленні однієї палі, год; $t_{ц} = T_3 + T_4$, T_3 — час заглиблення палі, год, який визначають за даними контрольного заглиблення палі; T_4 — час, необхідний для виконання допоміжних операцій, год, і переїзду машини, підтягування, піднімання та орієнтації палі тощо.

Лекція 16

МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

Машини для приготування, транспортування, укладання та ущільнення бетонних сумішей і розчинів

Для приготування бетонних сумішей і розчинів використовують змішувачі циклічної й неприливної дії, стаціонарні й пересувні.

Класифікують змішувачі за такими ознаками: мобільністю (стаціонарні й пересувні); режимом роботи (циклічної і безперервної дії), способом змішування (з вільним, або гравітаційним та примусовим змішуванням).

Стаціонарні змішувачі, як правило, відзначаються високою продуктивністю. Їх встановлюють на великих об'єктах, розрахованих на тривалий термін експлуатації.

Пересувні змішувачі використовують на об'єктах з невеликим обсягом або сезонним характером робіт.

У змішувачах циклічної дії матеріали завантажуються окремими порціями (замісами), при цьому кожен порцію складових можна закладати в барабан тільки після вивантаження з нього попереднього готового замісу.

Основні параметри циклічних змішувачів — об'єм готового замісу за один цикл або вміст за завантаженням, а також тривалість перемішування. Співвідношення між об'ємами готової суміші V_c та вихідних компонентів V_k , що завантажуються у змішувач, називають коефіцієнтом виходу $K_{виз} = \frac{V_c}{V_k}$, який дорівнює для бетонних сумішей 0,65-0,7 (до 0,83 для дрібнозернистих) і розчинів 0,75-0,82 (до 0,85).

Циклічні бетонозмішувачі випускають з об'ємом готового замісу: 65, 165, 330, 500, 1000, 1600, 2000 і 3000 л, лопатеві розчинозмішувачі - відповідно 30, 65, 250 л, у турбулентному виконанні – 65, 800, 1800 л.

У змішувачах безперервної дії надходження компонентів і вихід готової суміші відбуваються безперервно, внаслідок чого їх продуктивність (за інших однакових умов) перевищує продуктивність змішувачів циклічної дії і є основним їх параметром. Використовують такі змішувачі при масовому виробництві одномарочних сумішей, як правило, в установках і лініях безперервної дії.

Гравітаційні змішувачі (рис. 16.1.а) призначені для приготування рухомих сумішей. Являють собою барабан 1, що обертається, до внутрішніх стінок якого під певним кутом прикріплені лопаті 2. При повільному обертанні барабана з частотою $0,2-0,3 \text{ с}^{-1}$ суміш за допомогою лопатей, а також сил тертя піднімається на певну висоту і знову падає вниз. Щоб забезпечити однорідність суміші, треба зробити 30-40 циклів піднімання і скидання в барабані. Для якісного перемішування місткість барабана у 2,5-3,0 раза повинна перевищувати об'єм суміші.

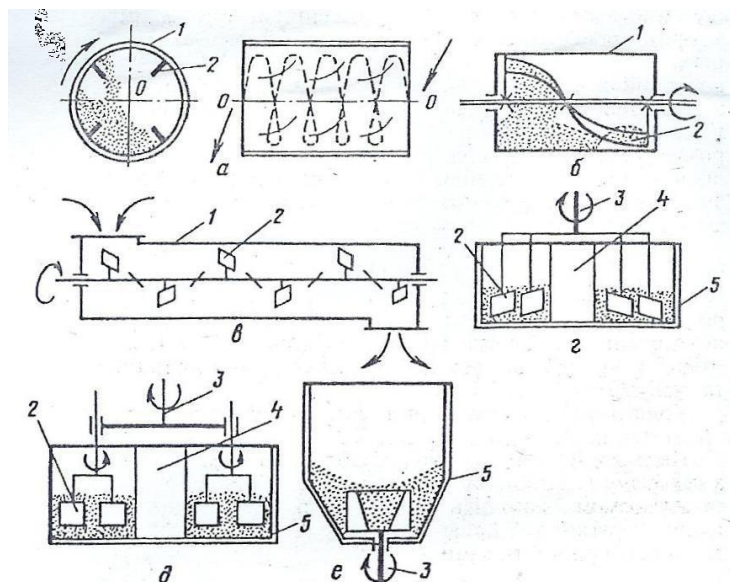


Рис. 16.1 – Принципова схема змішувачів:

а – гравітаційного; б – лопатєвого; в – лоткового; г – роторного; д – планетарно-роторного;
е – турбулентного; 1 – барабан; 2 – лопаті; 3 – ротор; 4 – стакан; 5 – чаша.

Переваги гравітаційних змішувачів: проста конструкція, можливість перемішування сумішей з великим (до 150-180 мм) заповнювачем, невисока енергоємність, нескладне обслуговування та експлуатація, низька собівартість приготування суміші й незначне спрацювання робочих органів. Серед недоліків: тривале перемішування, неможливість одержання однорідної маси при приготуванні жорстких і дрібнозернистих сумішей. У зв'язку з цим такі змішувачі застосовують лише для приготування пластичного бетону.

Оптимальний час змішування дорівнює 60-90 с (до 180 с), а повний цикл, враховуючи завантаження, перемішування і вивантаження - 90-150 с (до 240 с).

Гравітаційні змішувачі циклічної дії за способом розвантаження поділяються на перекидні, барабани яких обертаються, як правило, під кутом 15° до вертикалі при завантаженні і змішуванні та кутом 45° при розвантаженні; неперекидні реверсивні з горизонтальною віссю барабана, лопаті якого встановлено так, що при обертанні в один бік відбувається перемішування суміші, а в інший (реверсуванні) – розвантаження.

У змішувачах з примусовим перемішуванням (рис. 16.1, б-е) суміш готується завдяки примусовому руху лопатей в масі матеріалу або ж потоки суміші створюються швидкообертливим ротором 3, що встановлено в конічному корпусі чаші 5. За конструкцією змішувачі бувають лопатеві (рис. 16.1, б), лоткові (рис. 16.1, в), роторні (рис. 16.1, г), платерно-роторні (рис. 16.1, д) й турбулентності (рис. 16.1, е). Конструкції змішувачів, наведено на рис. 16.2 і 16.3.

Перекидний бетонозмішувач СБ-16Б (рис. 16.2, а) складається з механізму завантаження у вигляді скіпового підйомника з ковшем 1 і механізмом 2 його піднімання й опускання, а також барабана 3, пульта керування 4, привода 5 змішувального барабана, системи водопостачання 6 і рами 7.

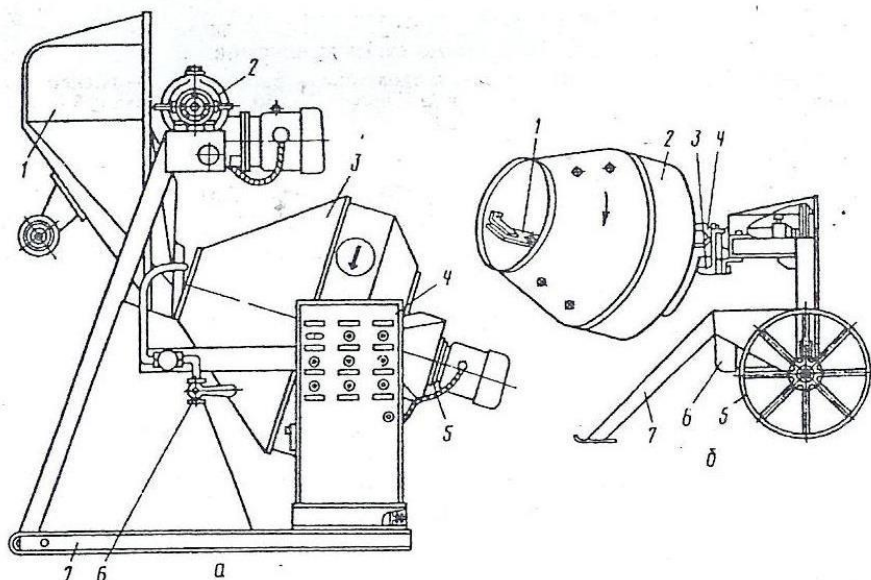


Рис. 16.2 – Гравітаційні бетонозмішувачі циклічної дії:

а – типу СБ-16Б: 1 – ківш; 2 – механізм піднімання ковша; 3 – барабан; 4 – пульт керування; 5 – привод барабана; 6 – система водопостачання; 7 – рама; б – типу СБ-101: 1 – лопаті; 2 – барабан; 3 – механізм повороту барабана; 4 – редуктор; 5 – ходовий пристрій; 6 – двигун; 7 – рама.

Для повороту барабана при розвантаженні призначений гідроперекидач.

Перекидний бетонозмішувач СБ-101 (рис. 16.2, б) складається із змішувального барабана 2 з прикріпленими до його внутрішньої поверхні лопатями 1. Обертання барабана здійснюється від двигуна 6 через двоступінчастий редуктор 4. Для переміщення змішувача є ходовий пристрій 5 у вигляді двох жорстких металевих коліс. Кут нахилу змішувального барабана змінюється за допомогою механізму повороту 3. Всі агрегати і вузли змонтовано на рамі 7.

Роторний змішувач циклічної дії (рис. 16.3, а) складається зі змішувальної чаші 6. В середині останньої обертається ротор 1 з лопатями. Обертання переда-

ється від двигуна 2 через редуктор 5, розміщений на внутрішній поверхні змішувальної чаші. Змішувач закритий кришкою 4 і оснащений пультом керування 3. Готову суміш розвантажують через засув 8, керований пневмоциліндром 7.

Лоткові бетонозмішувачі (рис. 16.3, б) застосовують для приготування суміші практично будь-якої легкоукладальності із водоцементним співвідношенням 0,32-0,90. У лотку 8 коритоподібної форми змішувача встановлено два вали 6 із закріпленими на них під кутом 43-45° лопатями 7 (до 30-60), які утворюють переривчасту гвинтову лінію для інтенсивного перемішування завантажувальних компонентів у радіальному напрямі та поступового їх переміщення до місця розвантаження – до засова 5. Вали обертаються у різні боки з частотою 2-5 с⁻¹ синхронно і синфазно. Привод містить двигун 1, пасову передачу 2, редуктор 3 та синхронізатор 4 у вигляді зубчастих коліс. Для зниження енерговитрат і підвищення продуктивності рама, на якій встановлено змішувач, нахилено у бік розвантаження на 3°.

Лопатевий розчинозмішувач – це змонтований на рамі коритоподібний відкритий зверху корпус, на якому на підшипникових опорах встановлено горизонтальний вал з двома лопатями (правою і лівою), що мають різні напрями гвинтових поверхонь і переміщують весь об'єм змішуваних компонентів. Він оснащений засовом з гідро- або пневмоциліндром для розвантаження суміші та електроприводом обертання лопатевого вала у вигляді двигуна, редуктора і клинопасової передачі. Ні в якому разі не можна змінювати напрям обертання валу, оскільки суміш погано перемішуватиметься, бо змішується від центру до периферії, й накопичуватиметься біля стінок циліндричного корпусу.

Турбулентні змішувачі застосовують при підготовці пластичних цементних і вапняних розчинів, мастикових і емульсійних сумішей, а також пластичних сумішей із заповнювачем величиною до 40 мм. Віддозовані компоненти завантажують згори через завантажувальне вікно корпусу. При роботі змішувача компоненти суміші в зоні ротора, який обертається з частотою до 9 с⁻¹, взаємодіють з його лопатями і приводяться в турбулентний (вихровий) рух, відкидаються до стінок корпусу, піднімаються на певну висоту, а потім, падаючи вниз, надходять знову в центральну частину ротора. Гальмові перегородки перешкоджають обертанню суміші в горизонтальній площині. Готову суміш розвантажують через розвантажувальний люк, перекритий у робочому положенні пневмо- або гідрокерованим засувом. Ротор отримує обертання від електродвигуна через клинопасову передачу.

Переваги турбулентних змішувачів такі: підвищені однорідність і якість суміші, швидке її приготування (до 30 с), проста конструкція.

Технічну продуктивність, м³/год, змішувачів циклічної дії обчислюють за формулою

$$\Pi_T = 3600 \frac{V_{\text{с}} K_{\text{вих}}}{t_{\text{ц}}}.$$

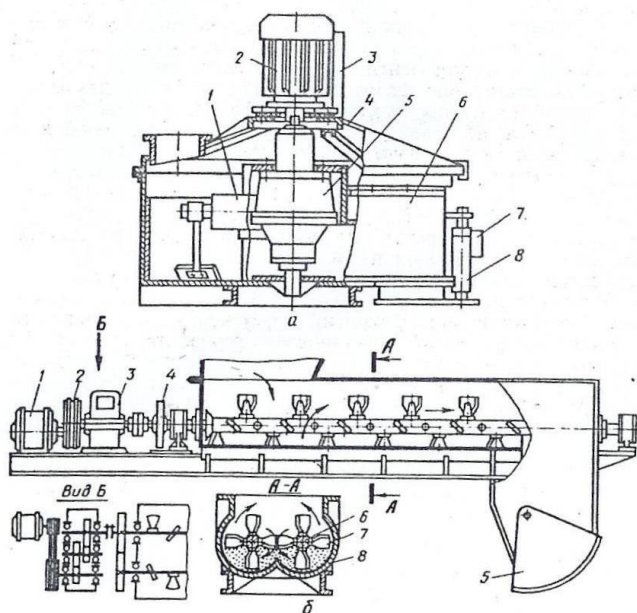


Рис. 16.3 – Конструктивні схеми змішувачів примусової дії:

а – роторного: 1 – ротор; 2 – двигун; 3 – пульт; 4 – кришка; 5 – редуктор; 6 – чаша; 7 – пневмоциліндр; 8 – засув;

б – лоткового: 1 – двигун; 2 – передача; 3 – редуктор, 4 – синхронізатор, 5 – засув, 6 – вал, 7 – лопаті, 8 – лоток

Машини для транспортування бетонних сумішей і розчинів

Приготовані бетонні суміші й розчини на будівельні об'єкти транспортують автобетоновозами, спеціально обладнаними автосамоскидами, авто бетонозмішувачами, встановленими у кузовах вантажних автомобілів неповоротними баддями, стрічковими конвеєрами, поворотними баддями, а також за допомогою бетоно- та розчинонасосів, пневмонагнітачів і спеціального обладнання. При транспортуванні бетону суміш слід захищати від атмосферних опадів, заморожування та висушування, розшарування і втрат води.

Доставка бетонної суміші автобетоновозом включає такі технологічні операції: завантаження готової суміші на заводі, закривання кузова кришкою, власне транспортування, розвантаження суміші шляхом перекидання кузова, очищення його внутрішньої поверхні, повернення у початкове положення для поїздки за новою порцією суміші.

Автобетоновози виготовляють із збуджувачем для перемішування суміші в дорозі і без нього – для перевезення малопластичних сумішей.

Автобетоновози (рис. 16.4, а) складається з виготовленого в формі гондоли кузова 3 без прямокутних пазух із круто нахиленою задньою стінкою, яка встановлена на шасі автомобіля 1. Надрамник 9 зварної конструкції є основою для шарнірно з'єднаного з ним кузова 3 та опорною частиною (у вигляді кульової опори 8) для елестопісного гідроциліндра 7 піднімання кузова. Гідроциліндр 7 з'єднаний трубопроводом із шестеренчастим насосом, що рухається від коробки передач автомобіля.

Для обмеження кута піднімання кузова гідропривод, оснащений механічно з'єднаним із гідроциліндром 7 гідроклапаном керування, що спрацьовує при досягненні граничного кута повороту гідроциліндра (кузова). Ввімкнення гідропривода, піднімання кузова і керування пневмоциліндром 2 виконують з кабіни автомобіля.

Кришку 4 над завантажувальною горловиною відкривають і закривають пневмоциліндром 2, який приводиться в рух стиснутим повітрям, що забирається за допомогою пневморозподільника від гальмової пневматичної системи автомобіля. Кришка 6 над розвантажувальним отвором шарнірно з'єднана з кузовом. Вона складається з горизонтальної і похилої частин, шарнірно з'єднаних між собою. У відведеному від кузова стані кришка фіксується. Її відкривають і закривають за допомогою важільно-пружинних механізмів. Механізм повернення 5 містить канат і пружину, які запобігають перекиданню кузова і повертають після розвантаження в транспортне положення.

Днище й бічні стінки кузова подвійні, із теплоізоляційною перегородкою, решта покрита утепленою покрівлею. Між подвійними стінками кузова можуть циркулювати вихлопні гази автомобіля, рівномірно прогрівачи суміш узимку.

Закритий кузов захищає суміш від атмосферних опадів, несприятливих температур навколишнього повітря, сонячної радіації та запобігає випарюванню вологи з бетонної суміші.

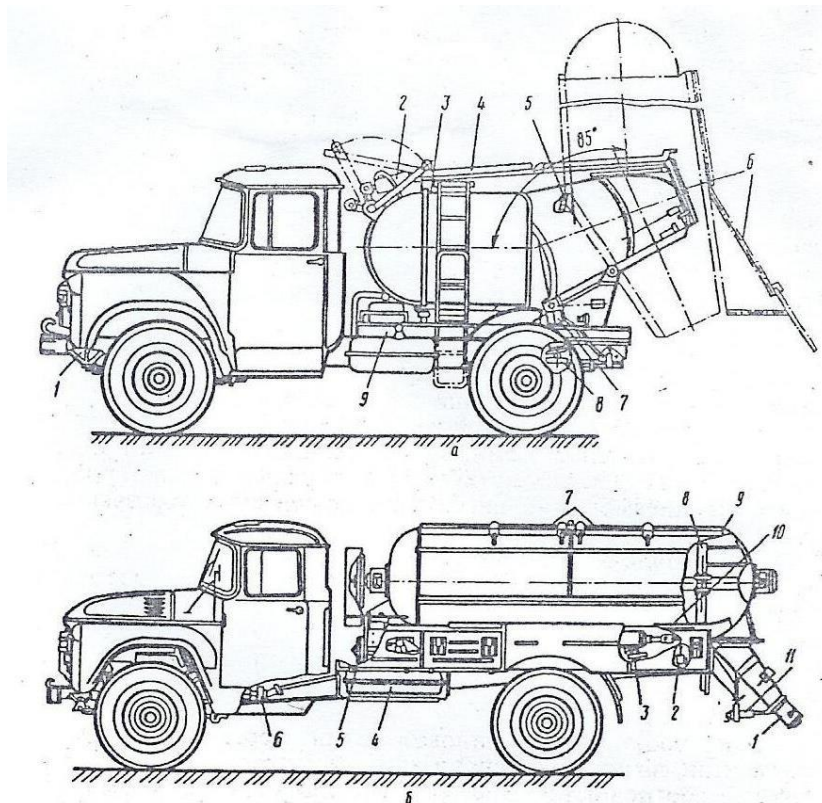


Рис. 16.4 – Машини для транспортування бетонних сумішей і розчинів:

а – автобетоновоз: 1 – шасі автомобіля; 2 – пневмоциліндр, 3 – кузов, 4,6 – кришки; 5 – механізм повернення, 7 – телескопічний гідроциліндр, 8 – кульова опора; 9 – надрамник, б – авторозчиновоз: 1 – розвантажувальний пристрій, 2 – рукоятка, 3 – засув, 4 – паливний бак, 5 – привод, 6 – коробка відбору потужності, 7 – кришка, 8 – лопаті, 9 – цистерна, 10 – платформа, 11 – гвинт.

Для транспортування рухомих готових бетонних сумішей від бетонних заводів і бетонозмішувальних установок, приготування їх при транспортуванні чи

на будівельному майданчику та видачі споживачу використовують мобільні авто змішувачі.

Порівняно з автобетоновозами автобетонозмішувачі більш ефективні, але дорожчі. Конструкції машин на базі шасі автомобілів КраЗ-25861 та КамАЗ-5511 типу СБ-159 і СБ-92-1а з об'ємом готового замісу 4 та 5 м³ використовують для транспортування бетонної суміші від заводу на об'єкт. Уніфікований змішаний барабан грушоподібної форми автобетонозмішувачів виготовлений у вигляді зрізаних конусів.

Всередині змішувального барабана встановлено дві гвинтові лопаті, що забезпечують перемішування бетонної суміші. Змішувальний барабан має два люки, через які можна здійснювати аварійне розвантаження. Приймальний лоток охоплює вихідний отвір змішувального барабана і спрямовує суміш на розвантажувальний лоток.

Технологічне обладнання автобетонозмішувачів (рис. 16.5) змонтовано на рамі 7. У машин типу СБ-159 воно містить змішувальний барабан 4, який обладнаний воронкою 5 для завантажування суміші та лотком 6 для її розвантаження. Обертання барабану надає привод 11, 10 і ланцюгова передача 9. вода з баку 3 відцентровим насосом подається в барабан 4 трубопроводами через дозатор 8. Роботу машини регулюють за допомогою органів керування та блока контрольно-вимірювальних приладів.

Повний цикл роботи машини складається з таких операцій: завантаження змішувача готової або сухою сумішшю; подача води в бак; подача в змішувач порції води, перемішування або збуджування бетонної суміші при русі автобетонозмішувача чи після прибуття його на об'єкт; розвантаження суміші; промивання змішувача і лотків; повернення машини до місця завантаження.

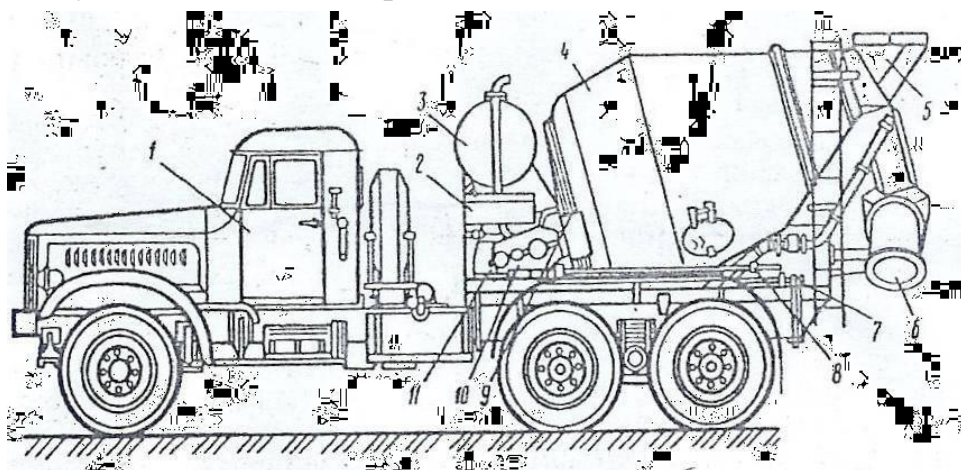


Рис.16.5 – Авто бетонозмішувач:

1 – шасі; 2 – паливний бак; 3 – бак для води; 4 – барабан, 5 – завантажувальна воронка, 6 – розвантажувальний лоток, 7 – рама, 8 – дозатор; 9 – ланцюгова передача; 10 – редуктор, 11 – двигун.

Перемішувати суміш доцільно при частоті обертання 0,15-0,17 с⁻¹, тривалість перемішування залежить від класу і складу бетонної суміші і становить 20-30 хв. Значну частину бетонної і розчинної суміші подають до місць бетонування і укладання у поворотних бадях, які розміщені в зоні роботи крана. Го-

тові суміші доставляють автобетоновозами, авторозчиновозами, автосамоскидами й розвантажують у ківш – поворотну баддю, яку потім краном подають до місця укладання суміші.

Для подавання малорухомої бетонної суміші використовують стрічкові конвеєри з гладкою або рифленою стрічкою.

Щоб запобігти розшаруванню при перевантаженні з однієї секції конвеєра на іншу та при розвантаженні, суміш слід подавати вертикально у воронку або хобот. Кут нахилу гладкої стрічки конвеєра не повинен перевищувати для бетонної суміші рухомістю до 4 см при підніманні - 18°, при опусканні - 12°, а при рухомості суміші 4-6 см – відповідно 15 і 7°.

При зведенні монолітних споруд подача бетонної суміші бетоноукладальними комплексами насосного типу порівняно з подачею її стрічковими конвеєрами та кранами в баддях більш технологічна. Але при цьому способі треба ретельно підбирати матеріал для приготування легкоперекачуваної суміші, крім того, своєчасно очищувати бетонопровід та насосну установку від залишків суміші після роботи або при тривалих переривах.

Для подачі суміш по горизонтальному бетонопроводу на відстань до 800 м, а по вертикальному до 100 метрів використовують бетононасоси. Застосування сучасних бетононасосних установок дозволяє механізувати робочі операції з укладання бетонної суміші в конструкції, а також прискорити бетонування та підвищити продуктивність, якість роботи.

Бетононасоси класифікують за: мобільністю – на стаціонарні, пересувні; режимом роботи – періодичної (поршневі) та безперервної (шлангові) дії; кількістю бетонотранспортних циліндрів - одно- і двоциліндрові; типом приводу – гідравлічні й механічні.

Основні параметри бетононасосів: продуктивність (м³/год) і максимальний робочий тиск, МПа.

Таблиця 16.1. Основні характеристики бетонопроводів

Показник	Діаметр, мм					
	75	100	125	150	175	200
Площа перерізу, см ²	42	80	127	182	227	324
Найбільша величина заповнювачів, мм, при витратах цементу, кг/м ³ :						
понад 300	20	40	40	40	70	70
до 300	20	20	40	40	40	70
Подавання суміші, м ³ /год, при швидкості:						
0,3	4,5	9	14	20	25	35
0,6	8	18	28	40	50	71
0,9	14	27	41	60	74	—
1,2	18	36	55	80	—	—

Промисловість випускає бетононасоси з подачею 10, 20, 40, 60 м³/год. Для бетонування об'єктів з об'ємом до 10000 м³ придатні стаціонарні бетононасоси продуктивністю 40 м³/год і більше з діаметром бетонопроводу 200 мм. (табл. 16.1). При бечуванні залізобетонних густо армованих і тонкостінних конструкцій при об'ємі суміші 1000-2000 м³ використовують стаціонарні бетононасоси продуктивністю 20 м³/год. Частіше застосовують для подачі бетонної суміші компактні двоциліндрові бетононасоси з гідравлічним приводом (рис. 16.6а), оснащені швидкодіючим пристроєм перемикання напрямку руху поршня та роздільних пристроїв клапанів, що забезпечує безперервне подавання бетонної суміші до бетонопроводів під тиском 3-12 МПа. Поршні бетонотransпортних циліндрів 6 під час роботи пересуваються у протилежних напрямках: один із поршнів всмоктує суміш із циліндра 6, з бункера 4, в цей час другий поршень нагнітає її через поворотну трубу.

Ця труба є частиною завантажувального бункера шибєрного пристрою 2 й керована гідроциліндрами. Вона почергово з'єднує порожнини бетонотransпортних циліндрів 6 під час засмоктування із завантажувальним бункером, а при нагнітанні – з бетонопроводом. Керуючі кулачки штоків гідроциліндрів 10 у крайних положеннях поршнів впливають на розподільні клапани блока керування 9 і подають в автоматичному режимі команду на реверсування робочих гідроциліндрів та поворот труби шибєрного пристрою. Заповнений водою резервуар 8 системи промивання зєднаний зі штоковими порожнинами бетонотransпортних циліндрів 6.

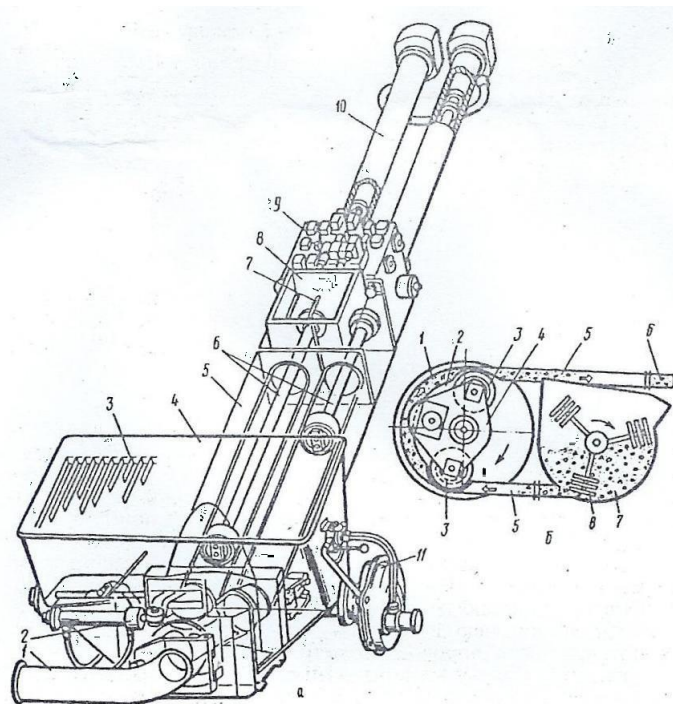


Рис. 16.6 – Бетононасоси:

*а – поршневий гідравлічний: 1 – напірний патрубок; 2 – шибєрний пристрій; 3 – гра-
ти; 4 – завантажувальний бункер; 5 – циліндро-поршнева група; 6 – бетонотransпо-
ртний циліндр; 7 – рукоятка зливної кришки; 8 – промивальний резервуар; 9 – блок
керування; 10 – гідроциліндр; 11 – водяний насос; б – шланговий: 1 – корпус; 2 – кри-
шка; 3 – ролик; 4 – ротор; 5 – шланг; 6 – бетонопровід; 7 – бункер; 8 – змішувач.*

Для приймання готової рухомої бетонної суміші від автобетонозмішувачів чи перевантаженого бенкера і подавання її в горизонтальному та вертикальному напрямках до місця укладання за допомогою стріли або інвентарного бетоновоза передбачено виносний пульт.

При перекачуванні розчинів і бетонних сумішей в основному на пористих заповнювачів використовують шлангові бетононасоси (див. рис. 16.6, б) продуктивністю 30-40 м³/год. Максимальна відстань транспортування по горизонталі й вертикалі відповідна 400 і 60 м.

Бетонна суміш надходить до бетонопроводу 6 з нейлонового або гумового шланга 5 при безперервному обертанні ротора 4 з двома об гумованими роликками 3, які притискають його до стінок корпусу 1 із бічними кришками 2. Ротор діє від гідромотора, закріпленого на корпусі редуктора. У всмоктуючій частині шланга 5 створюється розрідження за рахунок пружного відновлення його форми і здійснюється всмоктування суміші з бункера 7, обладнаного лопатевим змішувачем 8.

Шлангові бетононасоси прості за конструкцією і експлуатацією. Виготовляють насоси продуктивністю 1-6 м³/год.

Автобетононасоси типу БН 80-20 (рис. 16.7) із чотирьох ступінчатою подачею (9; 15; 30 і 60 м³/год) складається з шасі 13 автомобіля КраЗ-258Б1 з кабіною 2, бетононасоса 9, розподільної стріли 4 завдовжки 20 м, задніх і передніх 12 виносних опор, завантажувального бункера 7 із лопатевим змішувачем

Поворотна розподільна стріла 4 складається з основи, опорно-поворотного пристрою, три шарнірно з'єданих ланок, уздовж яких прокладено бетонопровід з кінцевим розподільним шлангом, і гідропривід, оснащений пристроєм, що перешкоджає самовільному опусканню стріли.

Важіль керування коробкою відбору потужності 3, розміщений у кабіні 2, перемикає автобетононасос на роботу в режимі руху автомобіля, при якому коробка 3 вимикається. У режимі роботи бетононасоса, коли трансмісія вимикається, а вмикається коробка відбору потужності 3, електрообладнання бетононасоса та регулятор частоти обертання двигуна автомобіля.

Бетонопровід 5 оснащений патрубком 6 для зливання пускового розчину.

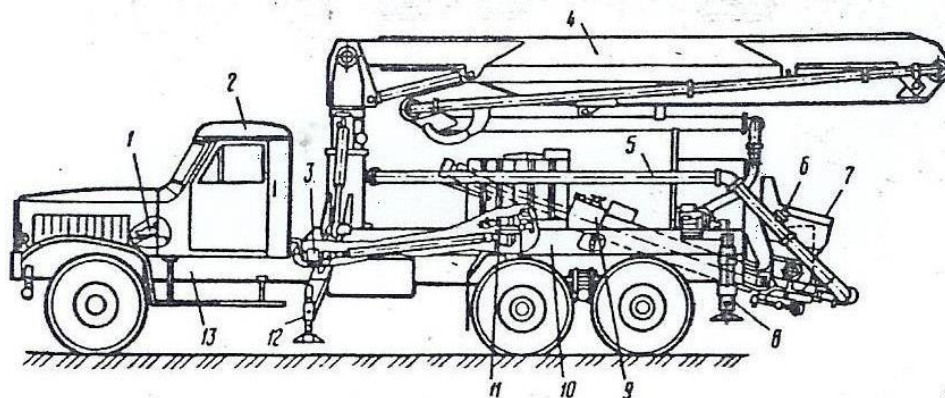


Рис. 16.7 – Автобетононасос:

1 – регулятор частоти обертання двигуна; 2 – кабіна; 3 – коробка відбору потужності; 4 – розподільна стріла; 5 – бетонопровід; 6 – патрубок; 7 – завантажувальний бункер; 8, 12 – гідрофіковані опори; 9 – бетононасос; 10 – рама; 11 – насосна станція; 13 – шасі автомобіля.

Розчинонасоси бувають безпоршневі й поршневі (плунжерні). Плунжерні застосовуються частіше. Їх поділяють на діафрагмові, в яких плунжер впливає на розчин через проміжну рідину, і без діафрагмові, в яких плунжер стискається з перекачувальним розчином.

Діафрагмові розчинонасоси (рис. 16.8, а) продуктивністю 2-6 м³/год призначені для транспортування розчину з осадкою конуса більш 7 см на відстань 10-200 м по горизонталі та 20-40 по вертикалі. Робочий тиск досягає до 1,8МПа.

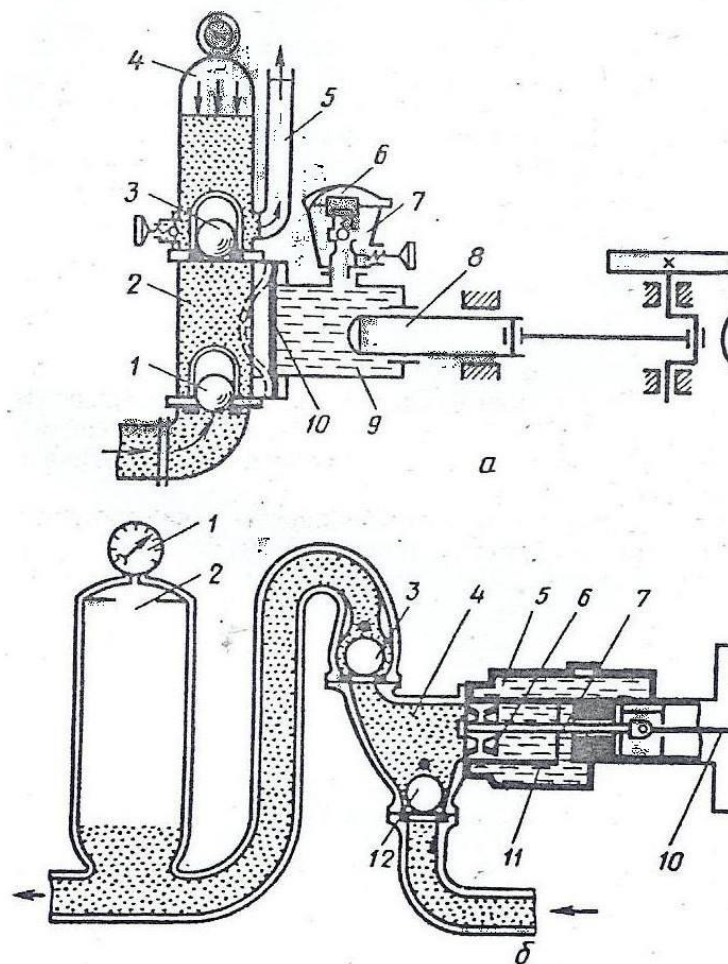


Рис. 16. 8 – Розчинонасоси:

а – діафрагмовий: 1, 3 – всмоктувальний і нагнітальний кульові клапани; 2 – робоча камера; 4 – повітряний ковпак; 5 – розчинопровід; 6 – заливний пристрій; 7 – запобіжний клапан; 8 – плунжер; 9 – водяний циліндр; 10 – діафрагма;
б – без діафрагмовий плунжерний: 1 – манометр, 2 – повітряний ковпак; 3, 12 – нагнітальний і всмоктувальний кульові клапани; 4, 5 – робоча і промивальна камери; 6 – поршень; 7 – шток; 8 – електродвигун; 9 – редуктор; 10 – шатун; 11 – циліндр.

Розчин у робочу камеру 2 з діафрагмою 10 і всмоктувальним 1 та нагнітальним 3 клапанами надходить знизу з приймального бункера під дією вакууму, який створюється у робочій камері при русі плунжера 8 вправо. При русі плунжера 8 вліво, впливаючи на воду, він вигинає всередину робочої камери діафра-

гму 10. Вона виштовхує розчин через відкритий нагнітальний клапан у повітряний ковпак 4, з'єднаний з розчином 5. Клапан впускний у цей час закритий. Запобіжний клапан 7 з'єднує порожнину водяного циліндра 9 із **заливним** пристроєм 6 при перевищенні робочого тиску, що попереджує аварійний вихід насоса з ладу. Привод насоса складається з електродвигуна, зубчатої передачі і шатуна, закріпленого на валу.

Ці насоси мають просту конструкцію, компактні, в них мала вага, вони довговічні. Серед недоліків: низький робочий тиск, невеликі довжина і висота транспортування, неможливість подавання жорстких чи малорухомих сумішів.

Цих недоліків позбавлений **бездіафрагмовий** розчинонасос (рис. 16.8, б). Їх подача 1-6 м³/год. Найбільша відстань транспортування по горизонталі 300 м, по вертикалі – 100 м. Вони перекачують розчин з осадкою конуса 7 см і більше.

Бездіафрагмовий розчинонасос має розміщений у заповненій водою промивальній камері 5 циліндр 11 з поршнем 6; робочу камеру 4 з всмоктувальним 12 і нагнітальним 3 кульовими клапанами; повітряний ковпак 2 з манометром 1; привод поршня – електродвигун 8 та редуктор 9. Поршневий шток 7 і шатун 10 з'єднані через крейцкопф, що забезпечує прямолінійний зворотно-поступальний рух поршня.

Технічна продуктивність, м³/год, поршневих (плунжерних) бетоно- і розчинонасосів становить:

$$\Pi_m = 3600 \frac{\pi D^2}{4} K_n \cdot S \cdot n,$$

де D, S – відповідно діаметр і хід поршня (плунжера), м; K_n – коефіцієнт об'ємного наповнення (K_n=0,75...0,85), n – кількість ходів за 1 с.

Для транспортування дрібнозернистих твердих бетонних сумішей і розчинів на відстань до 150 м по горизонталі і 30 м по вертикалі при подачі 2,5-7,5 м³/год використовують пневмонагнітачі.

Пневмонагнітач (рис. 16.9) містить бак з кришкою 3, дозувально-змішувальних лопаті 6, встановлені на оснащеному приводом 1 валу 7, крани 4, 8, 9 і 11, запобіжний клапан 5, розчинопровід 10 і гаситель 12. Під час роботи бак 2 через воронку заповнюють розчином, закривають кришкою 3 і стиснутим повітрям, що надходить з компресора в бак, і розчинопроводом через крани 4, 8, 9 та 11 по розчинопроводу 10 суміш транспортується до місця укладання. У розчинопроводі утворюється потік матеріалу, який складається з порцій суміші і проміжних прошарків повітря. Гаситель 12 зменшує швидкість руху суміші та її випускання, забезпечуючи рівномірну подачу транс портного матеріалу.

Переваги пневмонагнітача такі: проста конструкція, надійність у роботі, легке очищення обладнання, наприкінці роботи, висока мобільність. Недоліки – підвищена енергоємність, потреба в компресорі, значні витрати стиснутого повітря.

Технічну продуктивність, м³/год, обчислюють за формулою

$$\Pi_m = 3600 \frac{VK_n}{t_n},$$

де V – геометрична місткість бака, м^3 ; K_n – коефіцієнт наповнення бака;
 $t_{\text{ц}} = t_1 + t_2$ – тривалість робочого циклу, с; t_1 – час завантаження в бак та розвантаження споживачу, с, t_2 – час на транспортування бетонної суміші.

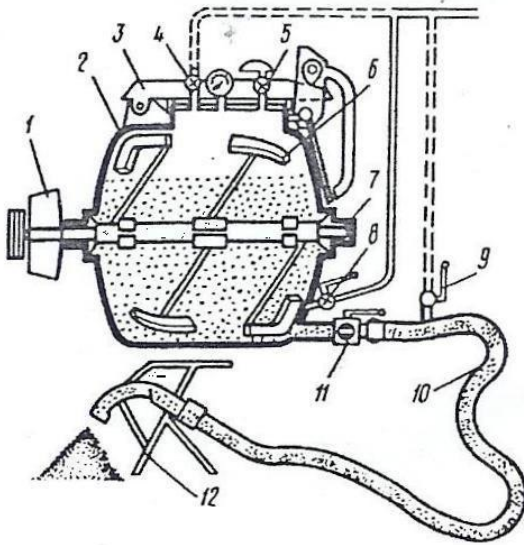


Рис. 16.9 – Пневмонагнітач:

1 – привод; 2 – бак; 3 – кришка; 4, 8, 9, 11 – крани; 5 – запобіжний клапан; 6 – лопаті; 7 – вал; 10 – розчинопровід; 12 – гаситель

Машини для вібраційного ущільнення бетонних сумішей

Вібраційне ущільнення бетонної суміші відбувається внаслідок зовнішнього руйнування її початкової структури, що супроводжується зменшенням в'язкості й підвищенням плинності.

За впливом на ущільнювальну бетонну суміш віброформувальні машини поділяються на машини поверхневого, глибинного або об'ємного ущільнення.

Для поверхневого ущільнення використовують віброплити й віброрейки, в яких поверхневий вібраційний вплив поєднується із статичним тиском. Їх застосовують для ущільнення масивів бетонної суміші завдовжки понад 200 мм. Особливо часто їх використовують для спорудження залізобетонних покриттів, наприклад, у промисловому й міському будівництві.

Глибинне ущільнення рухомих бетонних сумішей з осадкою конуса понад 5 см виконують глибинними віброзбуджувачами. У виробництві збірного залізобетону їх найчастіше застосовують при стендовому формуванні великих елементів конструкцій – ферм перекриття, мостів, балок.

Глибинні віброзбудники (рис. 16.10, а) являють собою труби з вмонтованими збуджувачами колових коливань. За способом збудження коливань їх поділяють на дебалансні й планетарні, зовнішньою і внутрішньою обкаткою. Глибинний віброзбуджувач складається з вмонтованого на підставці 5 електродвигуна 2 із вимикачем 1, який з'єднаний за допомогою муфти 3 і гнучкого вала 4 з вібронаконечником 6, корпусу 7, бігової дорожки 8 і дебалансу 9.

За характером виконуваної роботи глибинні віброзбуджувачі поділяються на ручні й підвісні. Ручні мають невелику масу (до 25 кг), високу ефективність і задовольняють вимогам електробезпеки та санітарним нормам щодо рівня вібрації, яка передається на руки робітника. Підвісні часто компонують у вигляді пакетів від 3 до 15 віброзбуджувачів, які підвішені на рамі 10 (рис. 16.10, б).

Такі пакети переміщують монтажними кранами або спеціальними самохідними машинами.

Підвісний вібробудувач виготовляють з виносним електродвигуном, з'єднаним з робочим вібронаконечником міцним валом. Гнучкі вали застосовують для ущільнення бетонної суміші невеликих масивах монолітних густоармованих бетонних конструкцій.

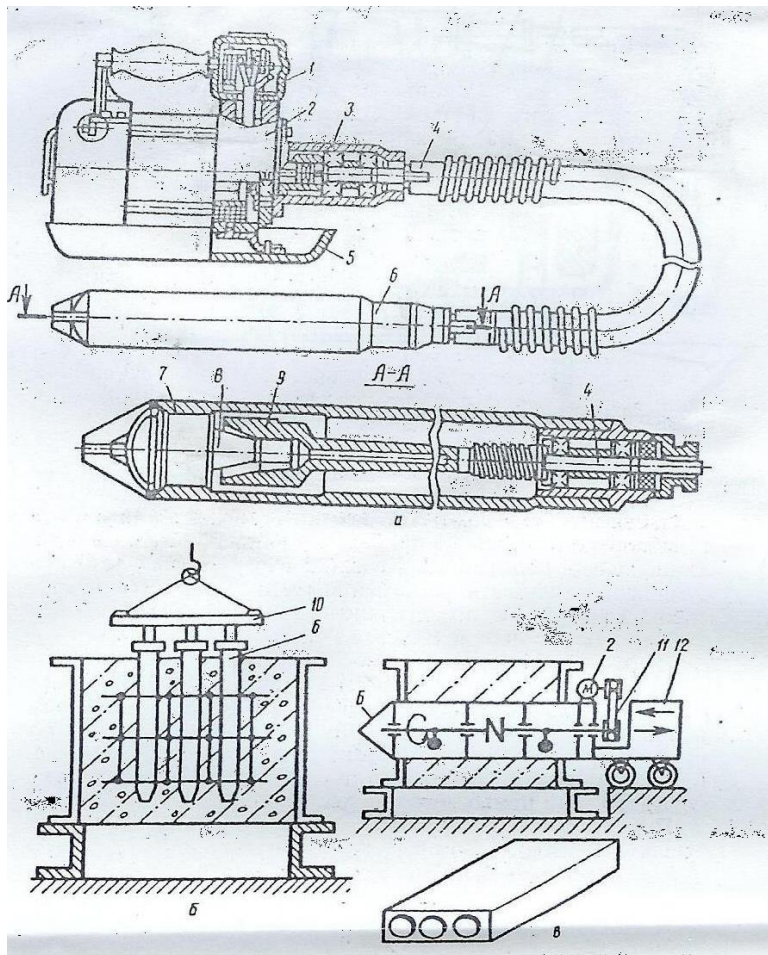


Рис. 16.10 – Обладнання для глибинної обкатки суміші:

а – глибинний вібробудувач; б – пакет глибинних вібробудувачів; в- порожниноутворювач; 1 – вимикач; 2 – електродвигун; 3 – муфта; 4 – гнучкий вал; 5 – підставка; 6 – вібронаконечник; 7 – корпус; 8 – бігова доріжка; 9 – дебаланс; 10 – рама; 11 – клинопасова передача; 12 – каретка.

При виготовленні збірного залізобетону для формування багатопорожнистих плит перекриттів, вентиляційних блоків та інших порожнистих виробів застосовують машини з активними порожниноутворювачами (рис. 16.10, в), які належать до глибинних ущільнювачів і складаються з каретки 12 механізму переміщення і вібронаконечників 6 з приводом у вигляді електродвигуна 3 і передачі 11.

Найкраща якість ущільнення бетонної суміші досягається при об'ємному ущільненні, яке здійснюють на **вібротрамблерах**, забезпечуючи коливання всього об'єму суміші в формі. вібротрамблери – це машини об'ємного форму-

вання, у яких форма з бетонною сумішшю розташована на одному загальному столі або на групі столів, їм вібраційний привод передає періодичний рух.

За конструкцією вібромайданчики поділяються з вертикальним спрямуванням гармонійних коливань і з горизонтальним спрямуванням коливань.

Застосовують вібромайданчики для формування товстостінних і тонкостінних виробів з бетонних сумішей (рис. 16.11 а, б).

Вібромайданчики з **вертикальним спрямуванням гармонійних коливань** застосовують для формування виробів з бетонних сумішей малої рухомості, жорсткістю до 120 с. Недоліком є висока енергоємність (5-7 кВт на 1 т виробів)

Вібромайданчики з **горизонтальним спрямуванням гармонійних коливань** застосовують для формування виробів з бетонних сумішей середньої рухомості, жорсткістю до 60 с.

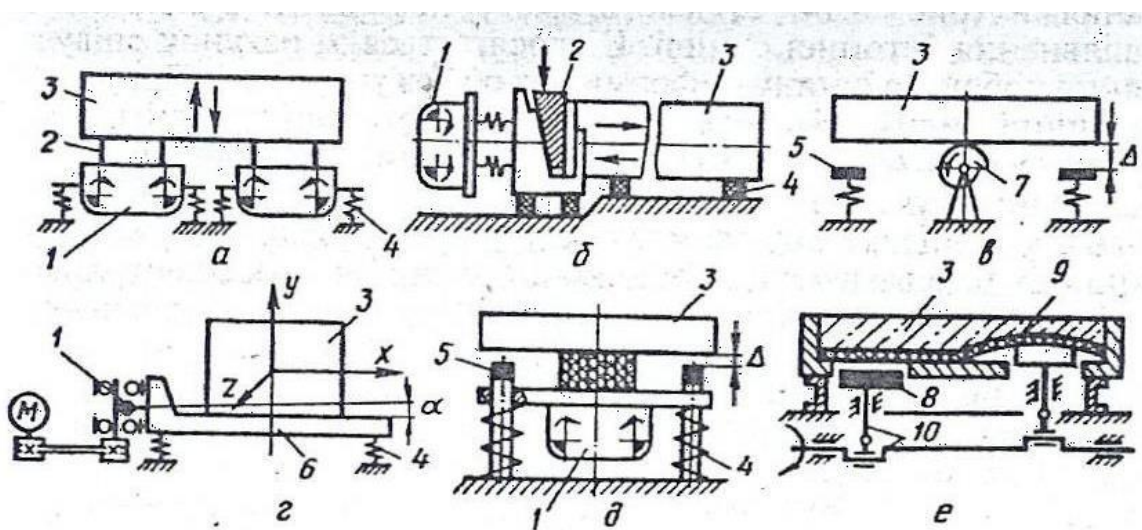


Рис. 16.11 – Вібромайданчики:

а, б – відповідно з вертикально і горизонтально спрямованими коливаннями; в – шок-майданчик; г – з просторовими коливаннями, д – віброударні, е – імпульсні, 1 – віброзбудник, 2 – механізм кріплення форми, 3 – форма, 4 – пружна опора, 5 – обмежувач, 6 – рама, 7 – кулачок, 8 – пульсатор, 9 – еластичний конвеєр, 10 – кривошипно-шатунний механізм.

Робота шок-майданчика (рис. 16.11, в) ґрунтується на тому, що форма 3 з бетонною сумішшю піднімається за допомогою кулачкового механізму 7 на 10-15 мм і згодом вільно падає на масивний фундамент. При ударі в бетонній суміші утворюється хвиля, спрямована догори, яка витискає із суміші повітря та надлишкову воду. Переваги шок-майданчиків: проста конструкція, можливість формування виробів із суміші жорсткістю до 250 с, висока якість і рівномірність ущільнення. Серед недоліків: підвищений шум, вібрація, потреба в масивному фундаменті для їх віброізоляції.

У майданчику з просторовим рухом робочих механізмів просторові коливання досягаються за рахунок зміщення осі віброзбуджувача 1 відносно центру маси машини (рис. 16.11 г).

Ці машини призначені для формування виробів із рухомих бетонних сумішів.

Вібродарні майданчики з вертикально спрямованими коливаннями (рис. 16.11 д) дають змогу підвищити ефективність ущільнення бетонної суміші. Це досягається за рахунок співударяння робочого органу – форми 3 з обмежувачів 5. При цьому інерційні сили, які діють на частинки бетонної суміші під час удару форми обмежувачі 5 спрямовані вниз, що виключає відривання суміші від піддона.

До ударно-вібраційних майданчиків належать також імпульсні установки (рис. 16.11, е). У процесі роботи імпульси передаються безпосередньо ущільнювальній бетонній суміші, за рахунок чого вона і ущільнюється. Недоліки установок: нерівномірність ущільнення при формуванні довгих виробів, рама часто виходить з ладу, сильна вібрація робочих місць.

Лекція 17 **БУДІВЕЛЬНИЙ РУЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ** **ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН**

Ручні машини

У будівництві ручні машини класифікують за такими ознаками: призначенням, видом привода, характером руху робочого органу, виконанням і регулюванням швидкості, характером виконуваної роботи та ін. Тому для впорядкування їх випуску і зручності споживача діє єдина система індексації, згідно з якою кожна модель має індекс, який складається з буквеної і цифрової частин (дві букви чотири цифри). Буквами позначають тип привода машини: «ІЕ» - електричний, «ІП» - пневматичний, «ІГ» - гідравлічний та гідропневматичний, «ІМ» - моторизований. Буквами «ІК», незалежно від привода позначають інструментальні головки і насадки. Цифрова частина індексу відповідає класифікатору, згідно з яким всі ручні машини поділено на групи й підгрупи (відповідно перша і друга цифри індексу). Останні дві цифри вказують порядковий номер моделі.

У промисловому, міському і сільському будівництві поширені переважно електричні та пневматичні ручні машини.

Електричні ручні машини

Ручні машини з електричним приводом застосовують при виконанні будівельних і монтажних робіт, що зумовлено їх високою енергооснащеністю, невеликими розмірами, високим ККД (0,4-0,6). Експлуатаційні затрати для таких машин у 6-8 разів менші, ніж для пневматичних. Електрична ручна машина – це електро-, вібро- та шумобезпечний переносний агрегат, який складається з корпусу, вмонтованих у нього електропривода, передавального механізму, робочого органу і пускової апаратури.

Електроперфоратори – універсальні машини, призначені для роботи в ударному, ударно-обертальному й обертальному режимі. Їх застосовують для

утворення отворів у будівельних матеріалах, сталі, для встановлення дюбелів, утворення борозен (штраб) для схованої проводки, руйнування бетону й цегляної кладки, закручування гвинтів, рубання.

Пневматичні ручні машини

Пневматична ручна машина – агрегат, у корпус якого вмонтовано пневматичний двигун поршневого, турбінного або ротаційного типу, передавальний механізм, систему повітророзподілу, робочий орган і пусковий пристрій. пневматичний привод перетворює енергію стиснутого повітря в механічну, що реалізується робочими органами ручних машин.

Джерелом енергії є атмосферне повітря, стиснуте до 0,6-0,7 МПа в компресорах (пересувних або стаціонарних). Робота пневматичних ручних машин залежить від тиску підведеного стиснутого повітря і вмісту в ньому води. Спад тиску різко знижує продуктивність машин, а вологе повітря зумовлює швидке зношування рухомих частин та їх корозію. При температурі навколишнього середовища нижче -2°C вологість повітря через сильну конденсацію води утруднює роботу машини.

Пневматичні ручні машини застосовують для обробки металу і каменю, трамбування ґрунту, при монтажних роботах та в умовах, коли не можливе використання електричних ручних машин. Найпоширенішим є пневматичний привод машин ударної дії – у відбійних молотках.

Порівняно з електричними пневматичні машини легші, оскільки питома потужність пневматичного привода в 1,5-2,5 рази більша, а маса на одиницю потужності менша в 2,5 рази. Вони простіші за конструкцією, не чутливі до перевантажень; у них можна безступінчасто регулювати частоту обертання та обертальний момент відповідно до умов роботи і режиму навантажень машини; надійніші й безпечніші в експлуатації; завдяки широкій уніфікації вузлів і деталей, при великій їх номенклатурі, спрощене технічне обслуговування та ремонт; забезпечують тривалу роботу без зупинок.

Недоліки цих машин: низькі ККД, який дорівнює 0,08-0,16; підвищена витрата електроенергії (у 7-9 разів), оскільки для приведення в дію компресора потрібний двигун більшої потужності і, як наслідок, підвищується вартість виконуваних робіт; додаткові експлуатаційні витрати на спорудження повітропроводів з обладнанням для очищення повітря (водозбірниками – конденсаторами) та обслуговування компресорного обладнання; підвищений шум при роботі, потреба в глушниках для зменшення шуму до рівня санітарних норм, що призводить до укладання і подорожчання конструкцій.

Для приведення в дію обертальних пневмомашин застосовують поршневі, турбінні й ротаційні пневмодвигуни. Турбінні й ротаційні пневмодвигуни простіші за конструкцією, портативні, швидкохідні (до 300 c^{-1}), легше реверсуються і витримують значні перевантаження.

Турбінні двигуни, які мають частоту обертання вала до 1670 c^{-1} , застосовують у найшвидкісних шліфувальних машинах. Вони відзначаються високим рівнем шуму і швидким спрацюванням лопатей турбіни.

Класифікатор і цифрова індексація ручних машин

Під-група	Групи машин								
	свердлильні різакручу- вальні	шліфу- вальні та полірувальні	різакручу- вальні та різенарізні	ударні, ударно- обертальні	фрезерні пил- ки, дискові ножиці, рубанки	спеціальні, універсальні	агрегати багато- шпиндельні	насадки, головки	допоміжне обладнання
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Свердлильні прямі	Прямі	Шурупове- рти з автома- тичним за- вантаженням	Молотки клепальні	Фрезерні	З комплек- том насадок	Свердлильні	Свердлильні прямі, зен- кувальні	Підвіски для ручних машин
1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
	Свердлильні кутові	Кутові	Гайкові ударної дії прямі	Молотки рубильні	Пилки дискові	З гнучким валом та універсаль- ними голов- ками	Гайко- та гвинтоза- кручувальні	Свердлильні кутові	Повітро- дувки
2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
	Свердлильні надшвидкіс- ні прямі та кутові	Торцеві	Гайкові ударної дії кутові	Молотки відбійні	Ножівки, лобзики	Шпинделі універсальні	Різенарізні	Шліфуваль- ні, поліру- вальні, за- чисні	Стояки, підставки
3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
	Свердлильні реверсивні прямі та кутові	Стрічкові	Шпилько- та муфто- верти	Молотки бурильні	Напилки, надфілі, шабери	Труборізи	—	Різенарізні	Приводи універ- сальні
4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
	Розвертальні та зенку- вальні	Плоскі	Різенарізні прямі	Цвяхо- та скобоза- бивні	Ножі ножові	Борозники	—	Гайкові, шурупо- верти	Перетворю- вачі
5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
	Свердлильні, ударно- обертальні	—	Різенарізні кутові	Трамбівки	Ножі вирубні	Кромкорізи	—	Молотки	—
6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
	—	—	Гайкові безударної дії прямі	Ломи, пробійники	Довбачі	—	—	Фрезерні, дискові фуганки	—
7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
	—	—	Гайкові безударної дії кутові	Перфора- тори	Рубанки	—	—	Терпуги, надфілі, шабери	—
8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
	Верстати свердлильні переносні	—	—	Розвальцю- вальні	Гуморізи	—	—	—	—

Ротаційні пневмодвигуни використовують частіше і виготовляють реверсивними й неревверсивними – з правим і лівим обертанням ротора. Реверсування виконують за допомогою спеціального механізму, встановленого в задній кришці двигуна або в пусковому пристрої. Задана швидкість ротора ротаційних двигунів підтримується відцентровими регуляторами, а рівень шуму зменшується глушником.

Кінематика різних типів пневматичних ручних машин і принцип їх дії в основному такі ж, як в аналогічних ручних, за винятком машин ударної дії. Наприклад, свердлильні машини (рис. 17.1, а) складаються з ротаційного пневмодвигуна 4, планетарного редуктора 3, шпинделя 1 з патроном і корпусу 2 із пусковим механізмом, який містить кульковий клапан 6 з пружиною 7, штовхач 9 та під пружинний курок 10. при натисканні на курок штовхач переміщується

вниз, відкриває клапан і стиснуте повітря по каналу 5 в рукоятці 8 надходить до двигуна.

До ручних пневматичних машин ударної дії належать молотки різного призначення – відбійні, рубильні й клепальні. Їх застосовують для розпушування твердих та мерзлих ґрунтів при виконанні невеликих за обсягом земляних робіт, пробивання отворів і прорізів у стінах, фундаментах і перекриттях, розбирання бетонної кладки та дорожнього покриття.

Ці машини мають двигуни з вільним руху поршня. Розрізняють машини з клапанною і золотниковою системами повітророзподілами, вони набули найбільшого поширення.

При клапанній системі повітророзподільний пристрій 4 (рис. 17.1, б) забезпечує зворотно – поступальний рух у циліндрі ствола 2 поршня-бойка 3 за рахунок почергового випускання стиснутого повітря в камери прямого (робочого) А та зворотного (холостого) Б ходу поршня і випуск відпрацьованого повітря в атмосферу по каналах В. При цьому стиснуте повітря до повітророзподільного пристрою 4 надходить через пусковий пристрій, аналогічно раніше розглянутий.

При робочому русі поршень-бойок 3 переміщується вниз до удару з хвостовиком робочого інструменту 1. Клапанна система повітророзподілу проста за конструкцією і нечутлива до забруднення, але потребує підвищених витрат повітря внаслідок використання його частин на утворення компресійних подушок наприкінці кожного такту. Золотникова система повітророзподілу найекономічніша, проте складна у виготовленні та в експлуатації.

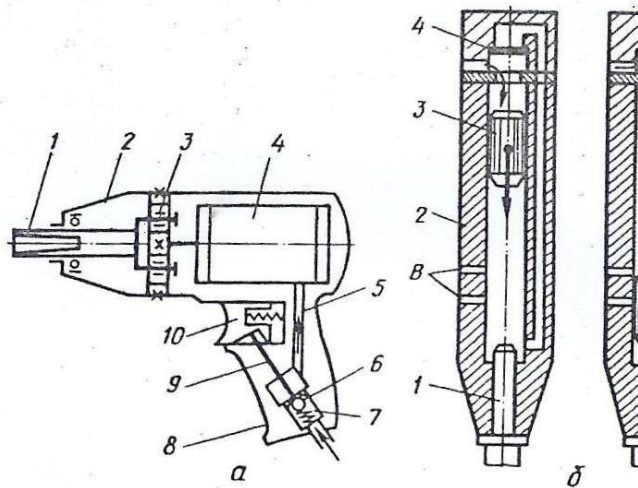


Рис. 17.1 – Схеми пневматичних ручних машин:

а – свердлильної: 1 – шпиндель, 2 – корпус, 3 – редуктор, 4 – пневмодвигун, 5 – канал підведення стиснутого повітря, 6 – клапан, 7 – пружина, 8 – рукоятка, 9 – штовхач, 10 – курок, *б* – відбійного молотка: 1 – інструмент, 2 – ствол, 3 – поршень-бойок, 4 – повітророзподільний пристрій, А, Б – камери відповідно прямого (робочого) і зворотного (холостого) ходу поршня: В – канал для випуску відпрацьованого повітря в атмосферу.

Модель ЗМТИ-1 (рис. 8.4, а) використовується на ґрунтах I—III груп. Інструмент складається з рами, на якій установлений двигун (електричний або внутрішнього згоряння) потужністю 3,2 кВт, редуктор, металевий агрегат, ґрунторозроблювальні фрези.

Переміщується інструмент на двох колесах, які мають привод від двигуна. Рукоятка слугує для спрямовування інструмента.

За один прохід інструмента розробляється траншея розміром 0,4х0,4 м. Максимальна глибина траншеї - 1,5 см; дальність метання ґрунту - 5 м; продуктивність - 25...30 м /год; маса - 67 кг; габаритні розміри - 0,4х1,1х1,3 м.

Обслуговує інструмент один робітник.

Модель ЗМТИ-3 (рис. 8.4, б) призначається для утворення за один прохід траншеї розміром 0,4х0,4 м у ґрунтах I і II груп. При цьому максимальна глибина траншеї становить 2 м, дальність метання - 5 м. Потужність двигуна — 4 кВт; маса інструмента — 96 кг; габаритні розміри - 0,4х1,4х1,1 м. Продуктивність - до 80 м³/год.

Модель ЗМТИ-23 має аналогічну конструкцію. Робочий орган - кільцево-підрізний. Маса інструмента - 87 кг; потужність двигуна - 4 кВт. Продуктивність на ґрунтах I групи - 30 м /год.

Ручний механізований землерийно-транспортувальний інструмент має найбільшу питому продуктивність порівняно з іншими землерийними машинами (18...20 м /год на 1 кВт установленної потужності). Для порівняння: питома продуктивність найкращих землерийних машин СІЛА, Японії, ФРН становить 3,4...4,5 м /год на 1 кВт установленної потужності.

Базова частина механізованого землерийного інструменту (рама з двигуном, редуктором, колесами й рукояткою) використовується як силове й тягове устаткування для різноманітного навісного й причіпного робочого обладнання (рис. 8.5).

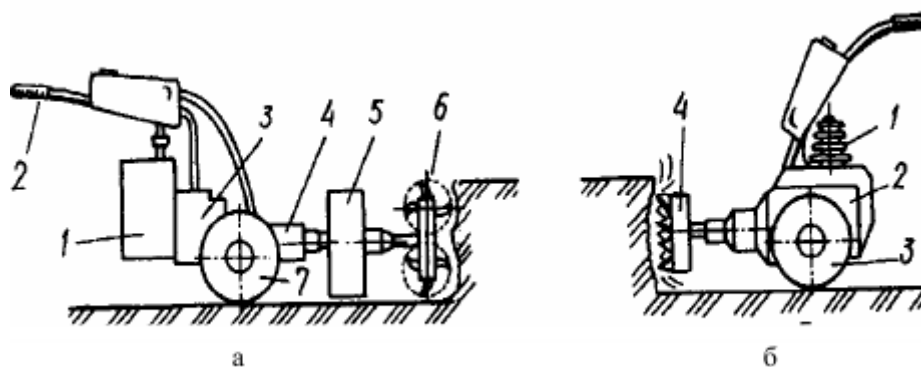


Рис. 8.4. - Ручний механізований землерийно-транспортувальний інструмент: а - модель ЗМТИ-1 (1 - двигун; 2 - рукоятка; 3 - рама; 4 - редуктор; 5 - металік ґрунту; 6 - ґрунторозроблювальні фрези; 7 - колеса); б - модель ЗМТИ-3 (1 - двигун; 2 - редуктор; 3 - колеса; 4 - робочий орган)

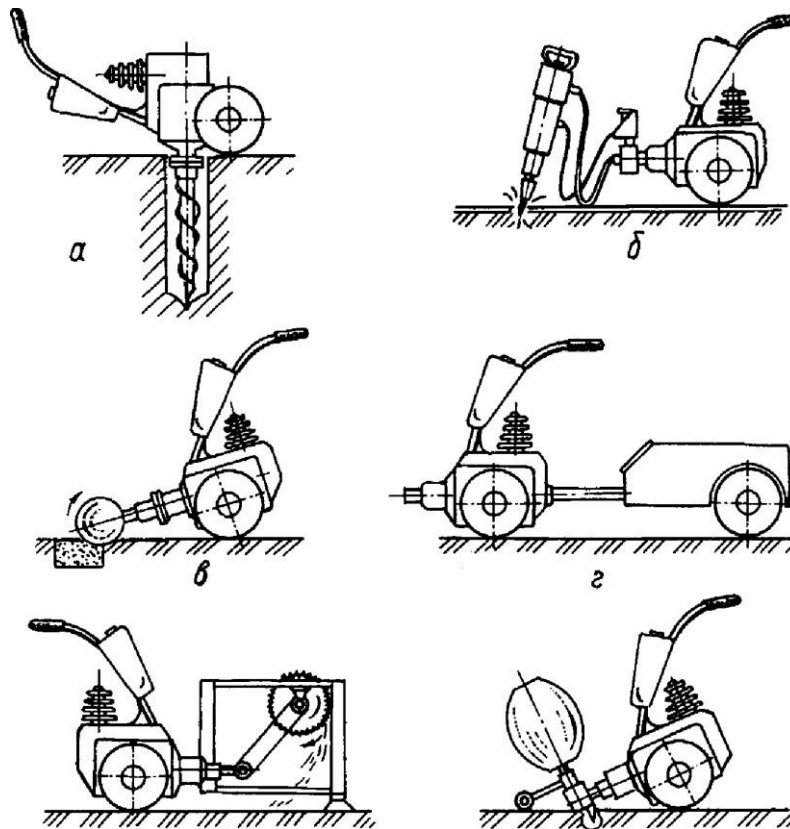


Рис. 8.5. - Навісне й причіпне робоче обладнання на базі механізованого землеройно-транспортного інструменту: а - бур; б - пневмомолот; в - пилка для розрізування бордюрних каменів; г - мототачка; д - пилка для розрізування деревини; е - розчиннозмішувач

ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

Висока ефективність використання будівельної техніки може бути досягнута за умови раціональної організації її технічного обслуговування та ремонту.

Технічне обслуговування (ТО) - це комплекс робіт з підтримання машин у робочому стані в процесі підготовки їх для використання за призначенням, а також під час транспортування. ТО передбачає обов'язковий, періодично виконуваний згідно з планом обсяг робіт, який визначається для даного типу машин з урахуванням умов їх експлуатації.

Основу раціональної організації технічного обслуговування й ремонту становить типізація технологічних і організаційних рішень, обґрунтування трудомісткості й періодичності виконання робіт. ТО і ремонт машин мають виконуватися відповідно до технічних вимог, які наведено в інструкції з експлуатації заводів-виготовників.

Якість технічного обслуговування і виконання ремонту машин залежить від попередньої організаційної та інженерно-технологічної підготовки вироб-

ництва: забезпечення спеціальним обладнанням, інструментами й оснасткою для механізації виконуваних робіт, ремонтною та експлуатаційною документацією; організації матеріально-технічного забезпечення потрібними експлуатаційними матеріалами, запасними частинами, нафтопродуктами; підготовки й підвищення кваліфікації механіків, машиністів, мотористів, слюсарів, електро-механіків, електрослюсарів; контролю якості виконання робіт відповідно до ремонтної та експлуатаційної документації підприємств- виготовлювачів машин. Усі ці заходи в сукупності становлять систему технічного обслуговування і ремонту будівельних машин.

Залежно від періодичності, трудомісткості й обсягу виконуваних робіт встановлено такі види технічного обслуговування та ремонту: - щомісячне ТО;

- періодичні (ТО-1, ТО-2, ТО-3);
- сезонне ТО;
- поточний ремонт;
- капітальний ремонт.

Основні заходи, спрямовані на підтримання будівельних машин у робочому стані, скорочення їхніх пристроїв унаслідок технічних неполадок можна поділити на дві групи:

- підвищення надійності та зменшення спрацьовування окремих деталей і вузлів засобів механізації, виявлення причин і запобігання відмовам у роботі;
- усунення можливих неполадок і відмов у роботі машин заміною й відновленням деталей, які спрацювалися.

Сукупність цих технічних заходів становить *планово-запобіжну систему обслуговування та ремонту засобів механізації (ПЗР)*, яка прийнята в будівництві. Передбачені цією системою заходи поділяються на технічне обслуговування (заходи першої групи) й ремонт (другої).

Система ПЗР називається запобіжною тому, що її головна мета полягає в запобіганні інтенсивному спрацьовуванню деталей та відмовам у роботі засобів механізації, що досягається за умови суворого дотримання належного технічного стану машин.

Технологічні процеси ТО й ремонту будівельної техніки поділяються на низку операцій. Організація технологічного процесу залежить від методу виконання ТО й ремонту машин. Застосування того чи іншого методу визначається виробничо-технічними умовами, основні з яких - кількість і тип машин, режим їхньої роботи, режим ТО й ремонту, наявність виробничих площ і пересувних засобів ТО й ремонту.

У практиці експлуатації будівельної техніки головними вважаються три методи організації технологічного процесу обслуговування та ремонту будівельних машин: *безпосередньо на робочих місцях; комплексними бригадами; поточний.*

Перший метод передбачає виконання всіх операцій на робочому місці машини спеціалізованою бригадою й дає змогу повною мірою використовувати виробниче обладнання. Його застосовують для обслуговування будівельних машин на гусеничному ході, технологічних машин на пневмоколесах і стаціонарних установок.

Другий метод передбачає обслуговування однотипних машин комплексними бригадами, до складу яких входять робітники різних професій і кваліфікацій.

Третій - потоковий - метод вважається найпрогресивнішим і передбачає організацію на одній поточковій лінії кількох спеціалізованих постів, завдяки чому досягається коопераційний розподіл праці, підвищується її ефективність. Цей метод широко застосовується для обслуговування машин на автомобільному ходу, а також для проведення ремонту машин у стаціонарних умовах (майстернях управлінь механізації).

Технічне обслуговування спрямоване на створення найсприятливіших умов роботи деталей і вузлів (складальних одиниць), а також на виявлення дефектів, запобігання неполадкам і відмовам у роботі.

Ремонт - це комплекс технічних заходів, спрямованих на усунення неполадок, які виникають у машині, й відновлення її робочого стану.

Ремонт будівельної техніки поділяють на два види: поточний і капітальний. *Поточний ремонт* виконується силами дільниць (управлінь) механізації в стаціонарних або польових (на об'єктах будівництва) умовах. *Капітальний ремонт* складних машин, а також їхніх складальних одиниць (вузлів) має проводитися централізовано на ремонтних і ремонтно-механічних заводах.

Поточний ремонт забезпечує гарантований робочий стан машин або засобів малої механізації до чергового планового ремонту відновленням і заміною складальних одиниць і деталей в обсязі, встановленому під час визначення технічного стану машин, а капітальний ремонт — усунення неполадок і відновлення повного або близького до нього ресурсу машини заміною спрацьованих складальних одиниць і деталей, у тому числі й базових.

Для своєчасного виконання будівельно-монтажних робіт, підтримання техніки в належному робочому стані будівельні організації, на балансі яких перебувають будівельні машини й засоби малої механізації, повинні розробляти щорічні плани й місячні плани-графіки технічного обслуговування й ремонту машин на основі таких даних: планової кількості годин роботи машини, а також на початок року (з початку експлуатації або від останнього капітального ремонту); нормативних відомостей про кількість, періодичність і трудомісткість ТО й ремонту. Загальний обсяг робіт із технічного обслуговування та ремонту слугує підставою для планування потреби в робітниках, обладнанні, запасних частинах, матеріалах для технічного обслуговування й ремонту.

Місячним планом-графіком технічного обслуговування й ремонту будівельної техніки визначається день здавання машин на ТО або в ремонт.

Ефективність експлуатації будівельних машин і засобів малої механізації визначається:

- організаційними формами оснащення бригад будівельників технологічними комплектами машин, механізованим і ручним інструментом, інвентарем, оснасткою, засобами техніки безпеки;
- оснащенням будівельних організацій на річну програму будівельно-монтажних робіт за процесами на основі технологічних комплектів;
- методами проведення робіт із технічного обслуговування й ремонту;

- порядком обліку й використання машин;
- методами планування й реалізації заходів із підвищення ефективності застосування будівельних машин, засобів малої механізації та механізованого інструменту.

Однією з умов підвищення ефективності експлуатації машин є їх концентрація у спеціалізованих підрозділах малої механізації, що забезпечує маневреність їх використання, знижує затрати на створення ремонтно- експлуатаційної бази.

Ремонтно-експлуатаційна база підрозділів малої механізації виконує такі види робіт:

- ТО на місцях роботи з використанням пересувних майстерень;
- плановий ремонт засобів малої механізації (ЗММ) безпосередньо на робочих місцях;
- поточний ремонт ЗММ у стаціонарних умовах (майстерень управління, дільниці);
- модернізацію і виготовлення ЗММ та інструментальних пунктів у стаціонарних майстернях.

Раціональна організація систем виконання комплексу робіт із технічного обслуговування й ремонту машин дає змогу знизити потребу в них на 7...10 %, забезпечити ритмічну роботу будівельних бригад. Крім того, важливі суворий облік наявності й технічного стану машин, дотримання правил їх експлуатації та збереження, порядку списання.

Технічне обслуговування здійснюється на базах при управліннях механізації. Типові проекти баз технічного обслуговування й ремонту пересувного та збірно-розбірного типів для ефективної експлуатації машин у разі розосередженого будівництва мають відповідати структурі парку машин, що обслуговуватимуться базою, та річній трудомісткості технічного обслуговування та ремонту. В табл. 21.1 наведено засоби технічного обслуговування машин на таких базах. Кількість пересувних засобів технічного обслуговування та ремонту визначено для управлінь механізації зі змішаним парком машин, який обслуговує об'єкти будівництва в радіусі до 20 км. Для умов розосередженого будівництва при радіусі розміщення машин до 50 км для визначення кількості пересувних засобів застосовується коефіцієнт 1,3, а радіусі понад 50 км - коефіцієнт 1,8.

У багатьох організаціях створено пересувні майстерні технічного обслуговування та ремонту машин (табл. 21.2).

Таблиця 9.1. - Засоби технічного обслуговування машин на базах ТО

Назва	Призначення	Кількість засобів на 100 машин
Агрегати технічного обслуговування: АТУ-А на автомобільному шасі АТУ-П на двовісному причепі з колісним трактором	Змащувальні роботи та операції технічного обслуговування	2

Майстерня «Техдопомога» на автомобілі зі зварювальним агрегатом на одновісному причепі	Поточний і неплановий ремонти машин на об'єктах	1
Оливопаливозаправні агрегати: місткістю 2 000 л на автомобілі місткістю 1 500 л на двовісному причепі	Заправляння машин на об'єктах мастилами й паливом	2
Паливозаправний агрегат місткістю 4 000 л на автомобілі	Перевезення й заправляння машин паливом на об'єктах	1
Трайлери вантажопідйомністю, т:	Перебазування	
25		0,8
40		0,3
Автотягачі:		
МАЗ		0,8
КрАЗ		0,3

Таблиця 9.2. - Характеристика пересувних майстерень

Тип майстерні	Базова машина	Основне технологічне обладнання
А-701	ЗИЛ-130 і одновісний причіп ТАПЗ-755 А з електро-зварювальним агрегатом АДБ-309	Кран-стріла й лебідка вантажопідйомністю 1,2 т; баки для мастил місткістю 300 л; насосна установка моделі П-3/20; бензоелектричний агрегат АБ-4-Т/230; нагрівач О-30; пристрій для регулювання форсунок КП-1609; набір різальних і слюсарних інструментів
МПр-3901	ГАЗ-52 і одновісний причіп ИАПЗ- 739	Генератор ЗС52/4; свердлильний верстат НС-12А; точильний апарат ТА-255; гідравлічний прес 100-КН; прилад для випробування й регулювання форсунок ИК.- 562; те саме для гідросистем К.Н-1097; електросвердло; електрошліфувальна машина; таль електричний вантажопідйомністю 1,25 т; електро-зварювальний агрегат АДБ-509

ПРМ-4	ГАЗ-52; ГАЗ-66	Зварювальні генератори: змінного струму СГР-4,5; постійного струму ГСО-300; ацетиленовий генератор ГНВ-1,25; набір слюсарно-монтажного інструменту
ПРМ-5	ГАЗ-52	Те саме
Держ-НДТІ-2	ГАЗ-52	Кран-стріла вантажопідйомністю 1,25 т; комплект обладнання та інструменту для слюсарних, ковальських і контрольно-регулювальних робіт; електрозварювальний агрегат АДБ-309; обладнання для миття машини
МТОР-СП	ЗИЛ-221	Баки для мастил і води з підігрівом; насосна установка ОМ-3360; заточувальний верстат ТА-255; електросвердло ИЗ-1012; солідолозмашувач ОЗ-972; прилад для випробування й регулювання форсунок К.И-562; електрозварювальний агрегат АДБ-309; набір слюсарно-монтажного інструменту; прилад для випробування гідросистем; комплект електроприладів і вимірювальних інструментів
ССТО-1	ЗИЛ-130	Місткості для мастил, води з підігрівом; нагрівач ОВ-65; силова установка АБ-4-Т/230М; насосна установка П-3/20; заточувальний верстат К-1036; електросвердло ИЗ-1022; електрогайковерт ИЗ-3101; таль вантажопідйомністю 250 кг; електрозварювальний агрегат АДБ-309; набір слюсарно-монтажного інструменту

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВЧИХ І ДОПОМІЖНИХ РОБІТ

Виконанню основних земляних робіт, як правило, передують очищення території від дерев і кущів, видалення рослинного покриву, пнів, каменів, руйнування окремих великих каменів, розпушування скельних і мерзлих ґрунтів, водозниження. Для здійснення таких робіт використовують різні машини та обладнання - кущорізи, викорчовувачі, викорчовувачі-збирачі, розпушувачі, обладнання для водозниження, що набагато скорочує трудові затрати на земляні роботи, зменшує їхню вартість і строки виконання.

Кущоріз (табл. 2.1) - це машина, що складається з тягача й навісного робочого органа для зрізання чагарника та дрібнолісся на рівні землі. За конструкцією кущорізи аналогічні бульдозерам і мають уніфіковані з ними вузли.

Відвал складається з А-подібної рами й каркаса, які закриті сталевим листом. На рамі закріплено ножі, в її передній частині розміщено пристрій для розколювання пнів і розсовування зрізаного матеріалу.

Видалення чагарника відбувається під час переміщення машини зі спущеним відвалом. Кут установлення ножів у плані — 60...65°. На ділянках з дрі-

бним чагарником відвал заглиблюється на 3...5 см, суміщаючи зрізання й видалення дерну. Чагарник і дрібнолісся з діаметром стовбурів до 15 см кущоріз видаляє, не залишаючи пнів. Дерев діаметром 25...30 см, як правило, зрізуються за один прохід, товстіші - за кілька проходів.

Викорчовувач (табл. 2.2) - це тягач із навісним робочим органом зі спеціальними зуб'ями, які призначені для викорчовування пнів, очищення будівельного майданчика від коренів дерев і великих каменів, розпушування ґрунту на невелику глибину.

Таблиця 2.1 -. Технічна характеристика кущорізів

Параметри	МП-14	КБ-2,8	К-3.2А	ДП-24	ДП-4	К.Б-4	МА-1
	Базовий трактор						
	Т-130 МБГ	ДТ-55	Т-100	Т-130 Г	Т-100 МГП	Т-100 МБГ	Т-100 МБГ
Ширина захоплення, м	4,6	2,8	3,2	2,6	3,6	4,0	4,0
Діаметр зрізуваних дерев, м	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Габаритні розміри, довжина	7,7	7,1	6,8	7,6	7,3	7,6	8,0
ширина	4,5	2,8	3,2	3,6	3,6	3,3	4,0
висота	3,2	2,3	3,1	3,2	3,1	2,9	2,9
Маса, т	21,0	6,3	13,8	17,0	14,4	14,3	12,3

Викорчовувач-збирач має робочий орган у вигляді решітчастого відвала із зуб'ями, використовується для прибирання чагарника й дерев, зрізаних кущорізом, видалених з ґрунту пнів, каменів тощо.

Конструкції викорчовувачів і викорчовувачів-збирачів аналогічні конструкції бульдозерів.

Для видаляння з ґрунту пнів дерев великого діаметра застосовують спеціальне обладнання, що являє собою бур з підрізними ножами (рис. 2.1).

Розпушувачі застосовують для попереднього руйнування міцних ґрунтів, які не можуть безпосередньо розроблятися землерийними й землерийно-транспортними машинами, а також для виконання деяких земляних робіт у цих ґрунтах.

Таблиця 2.2. - Технічна характеристика викорчовувачів

Параметри	ДП-25	ДП-13	ДП-27	ДП-8А	ДП-21	ДП-7А	М1-2Б
	Базовий трактор						
	Т-130 Г	ТП-4	Т-4АП	Б75-С-2	Т-130	Т-130 БГ-І	Т-130 МГ-1
Найбільший діаметр дерев, що викорчовуються, м	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Кількість зубів	4	7	5	4	2	4	4
Ширина захоплення, м	1,8	2,3	2,1	2,3	2,8	4,6	3,4
Максимальна робоча швидкість, км/год	3,8	3,2	3,2	10,8	3,7	3,7	3,7
Габаритні розміри, довжина	5,8	5,1	5,0	4,9	5,8	6,7	5,8
ширина	2,6	2,5	2,5	2,7	2,6	3,8	3,5
висота	3,1	2,5	2,5	2,3	3,1	3,1	3,1
Загальна маса, т	16,1	11,3	9,9	8,7	19,5	20,2	16,6

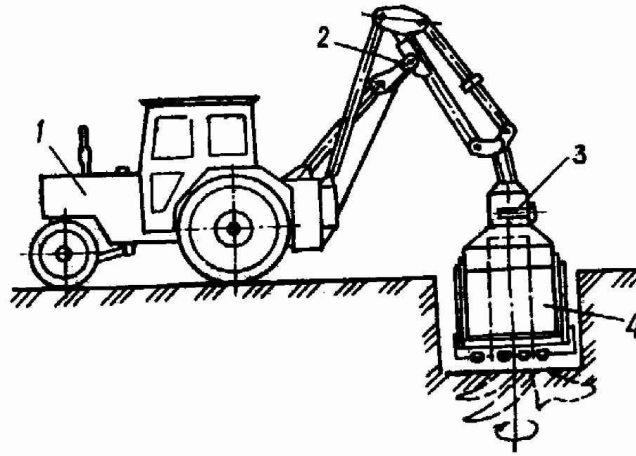


Рис. 2.1.- Навісне обладнання конструкції КІБІ для видалення пнів на базі гідравлічного екскаватора ЕО-2621:

- трактор;
- навісний пристрій;

3 - гідродвигун; 4 - бур

Застосування розпушувачів дає змогу зменшити вартість земляних робіт майже вдвічі порівняно з вибуховим руйнуванням міцних ґрунтів.

Розпушувачі застосовують в дорожньому й гідротехнічному будівництві, в кар'єрах, де видобувається сировина для будівельних матеріалів, при розробці мерзлого ґрунту, для видалення з ґрунту каменів і пнів, для руйнування асфальтових і бетонних покриттів доріг.

Розпушувачі поділяють на *тягові (статичні)*, в яких зусилля розпушування ґрунту створюється силою тяги базової машини, й *динамічні* з робочим органом активної дії. Крім того, для руйнування міцних ґрунтів застосовується обладнання, що реалізує немеханічні принципи руйнування.

Розпушувач статичної дії - це машина з навісним або причіпним робочим органом у вигляді рами із зуб'ями для пошарового руйнування і відокремлювання шматків ґрунту від масиву.

Розпушувачі класифікують також за призначенням, способом пересування, ходовим обладнанням, механізмом керування, потужністю тягача й конструктивними ознаками.

За призначенням розпушувачі бувають *загального застосування* (глибина розпушування ґрунту - до 1 м) і *спеціальні* (глибина розпушування ґрунту - до 2 м); за способом пересування - *причіпні* й *навісні*; за ходовим обладнанням — *гусеничні* й *колісні*; за механізмом керування - *гідравлічний канатні*; за потужністю тягача - *легкі* (з потужністю двигуна тягача до 55 кВт), *середні* (55... 110 кВт), *великої потужності* (110... 220 кВт) і *надпотужні* (понад 220 кВт). Номінальне тягове зусилля базової машини становить: до 135; 135...200; 200...300 і понад 300 кН відповідно.

Технічну продуктивність розпушувача визначають за формулою

$$P_T = B_K \frac{K \Gamma^K}{K^n K_{np}}_{пер}$$

де B_K - корисна ширина смуги розпушення; I_K - корисна глибина розпушування; p - робоча швидкість розпушувача; $K_{пер}$ - коефіцієнт перекриття смуг розпушення; K_{np} - коефіцієнт, що враховує характер проходів (за паралельних проходів $K_{пер} = 1$, за перехресних $K_{пер} = 2$); n - кількість проходів.

Сила тяги $\mathcal{J}$, необхідна для пересування розпушувача в робочому режимі:

$$\mathcal{J} = \mathcal{Y}_p + [O_p \pm \mathcal{Y}_m \setminus c_T + i],$$

де $\mathcal{Y}_p$ - дотична складова опору ґрунту руйнуванню; O_p - вага розпушувача; $\mathcal{Y}_m$ - нормальна складова опору ґрунту руйнуванню; c_T - коефіцієнт основного опору пересуванню розпушувача; i - нахил площадки.

Основним елементом конструкції причіпного розпушувача (рис. 2.2, а) є тягова рама. В її передній частині розміщено зчіпний пристрій для з'єднання з тягачем, а в задній - баласт, а також закріплено зуб'я зі змінними наконечниками. Тягова рама шарнірно з'єднана з підйомною, яка обпирається на півосі коліс. Для переведення в транспортний стан або для зменшення глибини розпушування тягова рама піднімається лебідкою й тросом. Заглиблювання зуб'їв у ґрунт відбувається під дією сил ваги від баласту. Лебідка приводиться в дію від вала відбирання потужності.

Навісні розпушувачі (рис. 2.2, б-є) мають певні переваги порівняно з причіпними: меншу масу; простішу конструкцію; більшу маневреність.

Є кілька типів *навісок розпушувачів*: триточкова з кріпленням внутрішньої рами до корпусу заднього моста тягача (рис. 2.2, б); триточкова з кріпленням обхоплювальної рами розпушувача до рам гусеничних візків або корпусу тягача (рис. 2.2., в); чотириточкова (паралелоградна) з кріпленням внутрішньої рами до корпусу заднього моста тягача (рис. 2.2, г, табл. 2.3); чотириточкова з кріпленням внутрішньої рами до заднього моста тягача за допомогою додаткової обхоплювальної рами (рис. 2.2, д); триточкова з обхоплювальною універсальною рамою (рис. 2.2, є).

Зуб'я розпушувачів (рис. 2.3) за формою поділяються на вигнуті, прямі й напіввигнуті. *Вигнуті зуб'я* (рис. 2.3, а) застосовуються для розпушування ґрунту на глибину до 0,8 м. Вони особливо ефективні на скельних ґрунтах, які залягають шарами: під час заглиблювання зуб'їв виникають сили, що сприяють відриванню шару від масиву ґрунту. *Прямі зуб'я* (рис. 2.3, б) - універсальні, тому застосовуються на ґрунтах усіх типів. *Напіввигнуті зуб'я* (рис. 2.3, в) забезпечують зменшення зусиль заглиблення при великих кутах різання.

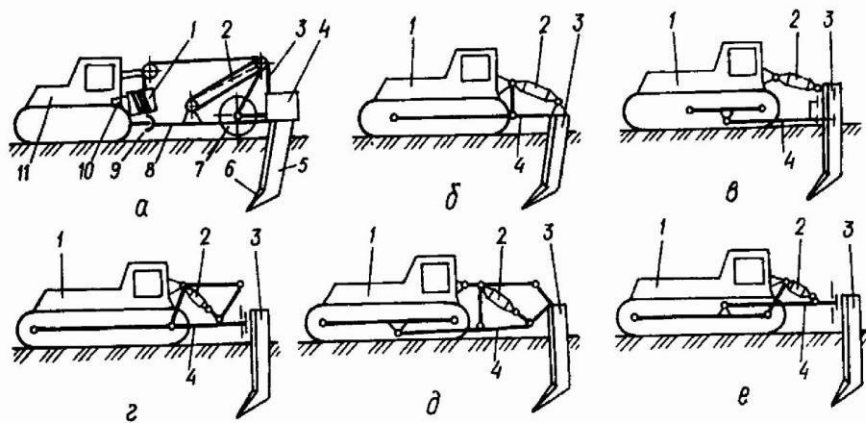


Рис. 2.2. - Розпушувачі: а - причіпний (1 - лебідка; 2 - підйомний трос; 3 - підйомна рама; 4 - баласт; 5 - зуб'я; 6 - змінний наконечник; 7 - колесо; 8 - тягова рама; 9 - зчіпний пристрій; 10- вал відбирання потужності; 11 - тягач); б-е - навісні (1 - тягач; 2 - гідроциліндр піднімання зуб'їв; 3 - зуб; 4 - рама)

Внаслідок високої абразивності скельних і мерзлих ґрунтів робочі органи інтенсивно спрацьовуються. Тому на зуб'ях установлюють змінний різальний інструмент - наконечник. Одними з найкращих за стійкістю проти спрацювання й довговічністю вважаються наконечники конструкції КІБІ (див. рис. 2.4, а-г).

Крім розпушувачів, які випускаються серійно, є багато моделей розпушувального обладнання, розробленого різними науковими установами й виробничими організаціями. Так, КІБІ спільно з будівельними організаціями м. Києва розроблено *розпушувач горизонтально-вертикальної дії* (рис. 2.4, а), конструкція якого забезпечує руйнування мерзлого ґрунту з мінімальними енергозатратами.

Розпушувач працює таким чином. Спочатку зуб за допомогою гідроциліндрів занурюється на глибину II, яка дорівнює товщині мерзлого шару ґрунту. Потім трактор пересувається на відстань I, що дорівнює довжині ножа. При цьому міцність ґрунту в мерзлому шарі зменшується. Остаточне руйнування ґрунту відбувається під дією плити, яка натискає на нього за допомогою гідроциліндрів. Енергоємність розробки таким обладнанням невелика завдяки відсутності безпосереднього різання мерзлого ґрунту зубом розпушувача.

У *розпушувача з вертикально розміщеними гідроциліндрами* (рис. 2.4, б) заглиблювання робочого органа забезпечується рівномірним розподілом навантажень в окремих ланках навіски, що значно підвищує надійність і довговічність машини.

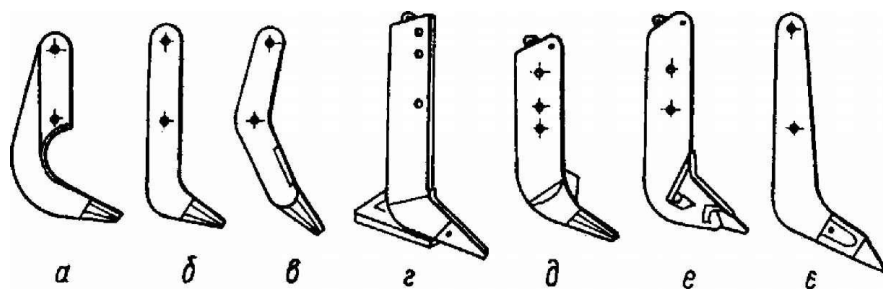


Рис. 2.3 - Зуб'я розпушувачів: а - вигнутий; б - прямий; в - напіввигнутий; г - із підп'ятком; д - із коронкою; е - зі складними коронками; є - із загнутим кінцем

Розпушувач зі змінним кутом різання (рис. 2.4, в) легше пристосовується до конкретних ґрунтових умов, крім того, менше спрацьовуються наконечники, особливо в режимі заглиблювання робочого органа.

Робочий орган розпушувача, показаного на рис. 2.4, г, має додатковий розклинювальний ніж, призначений для руйнування великих уламків скельного чи мерзлого ґрунту, які зубом розпушувача виштовхуються з масиву. В разі відсутності розклинювального ножа ці уламки заклинюються між зубом і рамою й, переміщуючися разом з машиною, внеможливають її роботу.

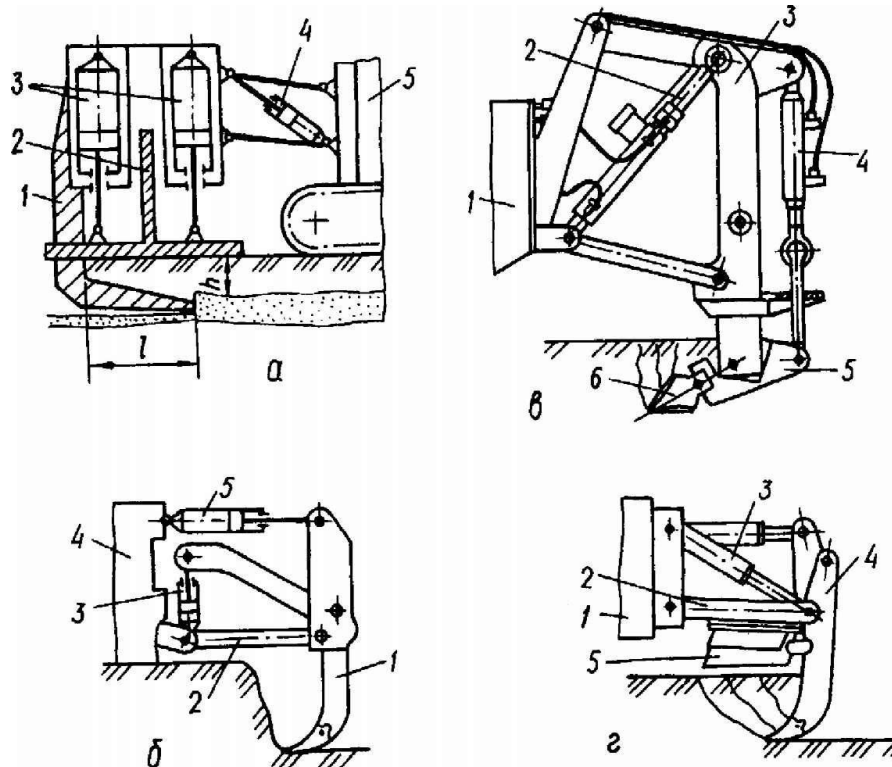


Рис. 2.4. - Розпушувачі конструкції КІБІ: а - горизонтально-вертикальної дії (1 - зуб; 2 - плита; 3 - вертикальні гідроциліндри; 4 - гідроциліндри заглиблення робочого органу; 5 - трактор); б - із вертикальним розміщенням гідроциліндрів (1 - зуб; 2 - рама; 3 - гідроциліндри заглиблення робочого органу; 4 - трактор; 5 - гідроциліндри регулювання кута різання); в - з регульованим кутом різання (1 - трактор; 2 - гідроциліндри заглиблення робочого органу; 3 - зуб; 4 - гідроциліндр регулювання кута різання; 5 - важіль; б - наконечник); г - із розклинювальним ножом (1 - трактор; 2 - рама; 3 - гідроциліндри заглиблення робочого органу; 4 - зуб; 5 - розклинювальний ніж)

Першими динамічними розпушувачами були малоефективні клин-баба й куля-баба. Основна вада руйнування ґрунтів за допомогою цих розпушувачів полягає у великих динамічних навантаженнях, які передаються від робочого органу на базову машину, що призводить до швидкого виходу машини з ладу.

Динамічні розпушувачі циклічної дії мають робочий орган, що вільно падає, або забивний, як правило, у вигляді клина.

Динамічні розпушувачі неперервної дії (рис. 2.5) ефективніші порівняно з циклічними. Вони застосовуються як навісне обладнання на різноманітних базових машинах і мають робочі органи вібраційної, віброударної або частоударної (табл. 2.4) дії з механічним, гідравлічним чи електрогідравлічним приводом. Такі розпушувачі завдяки суміщенню динамічних навантажень від робо-

чого органа з тяговим зусиллям машини характеризуються невеликою енергоємністю і великою продуктивністю руйнування ґрунту.

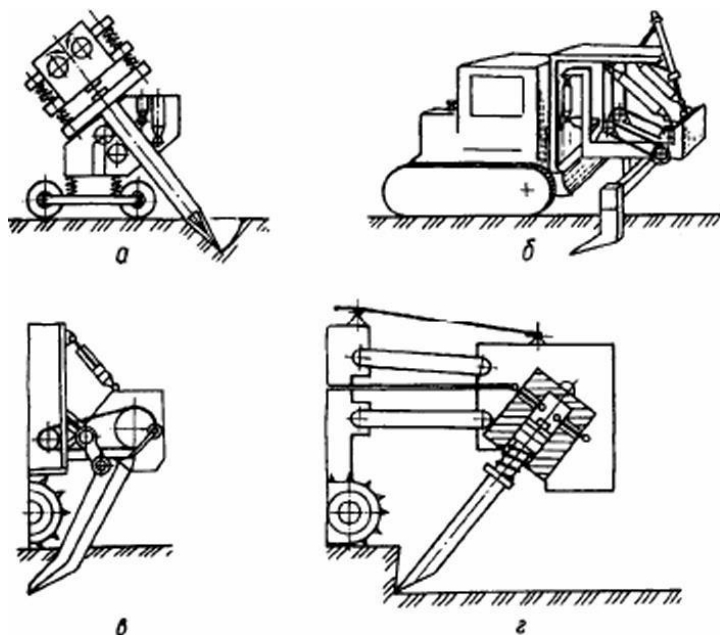


Рис. 2.5. - Розпушувачі конструкції КІБІ: а - причіпний віброударний РАБІ І-14; б - навісний частоударний РБ-04; в - навісний частоударний РБ-06; г - навісний електрогідравлічний РЕГБ-05

Фрезерні розпушувачі поділяються на барові (ланцюгові), роторні й дискові.

Робочим органом *барового* розпушувача є ланцюг (рис. 2.6, а), на якому закріплено каретку з різцями. Рама робочого органу шарнірно закріплюється на базовій машині (рис. 2.6, б).

Роторні розпушувачі (рис. 2.7) призначаються переважно для меліоративних робіт у зимовий період.

Робочий орган щілинно-фрезерної машини ЩФМ-3-08 (рис. 2.7, а) на базі фактора ДТ-75М може мати одну, дві чи три фрези, по довжині кола яких розміщено різці. Привод робочого органу - від вала відбирання потужності трактора.

До роторних розпушувачів належить також навісне обладнання для тракторів зі змінною шириною смуги фрезерування (рис. 2.7, б), яке застосовується для розпушування ґрунту на великих площах.

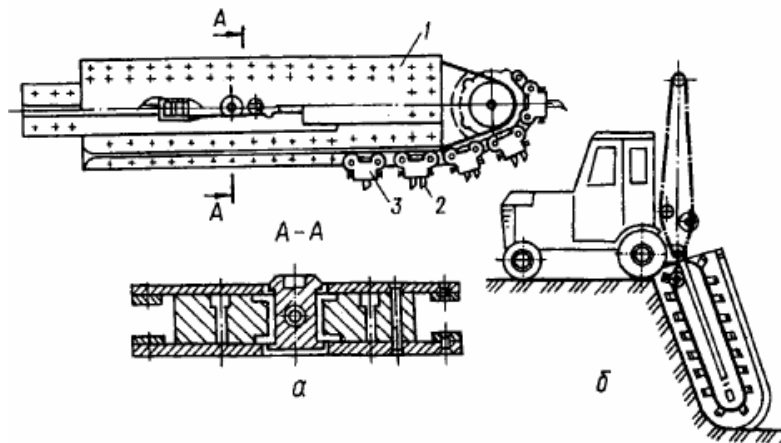


Рис. 2.6. - Барові розпушувачі: а - баровий ланцюг (1 - корпус; 2 - різець; 3 - каретка); б - на базі колісного фактора

Роторно-метальний агрегат РРМ-2 (рис. 2.7, в) водночас виконує дві операції - різання й транспортування розпушеного фунту з робочої зони. Різання фунту виконується за допомогою фрези, а далі розишений фунт потрапляє в металник, який обертається з великою коловою швидкістю, і під дією відцентрових сил видаляється з робочої зони. Робочий орган з'єднаний із трактором рамою. Піднімання і заглиблювання робочого органу відбуваються за допомогою гідроциліндра.

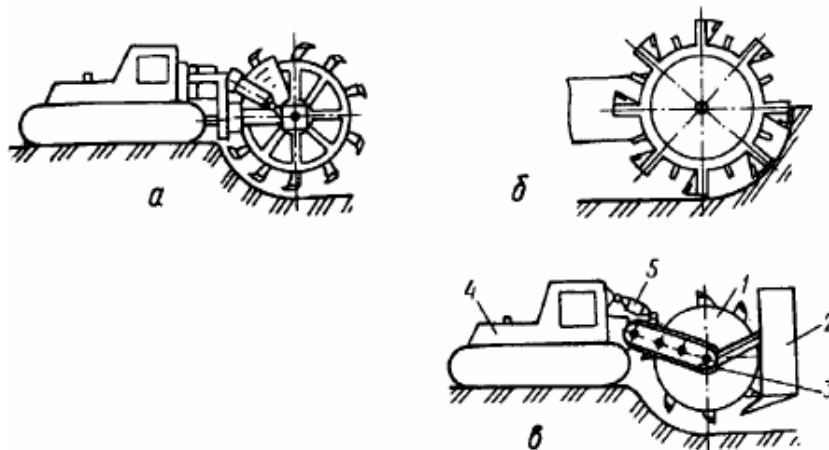


Рис. 2.7. - Роторні розпушувачі: а - щілинно-фрезерна машина ЩФМ-3-08; б - навієнс розпушувальне обладнання зі змінною шириною робочого органу; в - роторно-метальний агрегат РРМ-2 (1 - фреза; 2 - металник; 3 - рама; 4 - трактор; 5 - гідроциліндр)

Перевага *дискових робочих органів* над іншими полягає в їхній великій колій швидкості. Крім того, ці робочі органи суміщують різання ґрунту з його

транспортуванням, що істотно спрощує конструкцію і зменшує загальні енергозатрати на розробку.

Одну з конструкцій дискового розпушувача, розробленого, в КІБІ, показано на рис. 2.8. Розпушувач складається з дискового робочого органу, гідродвигуна, які встановлено на стояку. Стояк за допомогою рами й гідроциліндра приєднаний до трактора. Гідродвигун живиться від гідравлічної системи трактора. Кут між напрямом переміщення машини й торцевою поверхнею робочого органу в плані може змінюватися від 0 до 45° , що дає змогу регулювати ширину траншеї від 0,8 до 0,4 м. На торцевій і бічних поверхнях робочого органу розміщено різальні зуб'я й транспортувальні елементи. Продуктивність розпушувача на базі трактора Д-355А становить 450...850 м³/год.

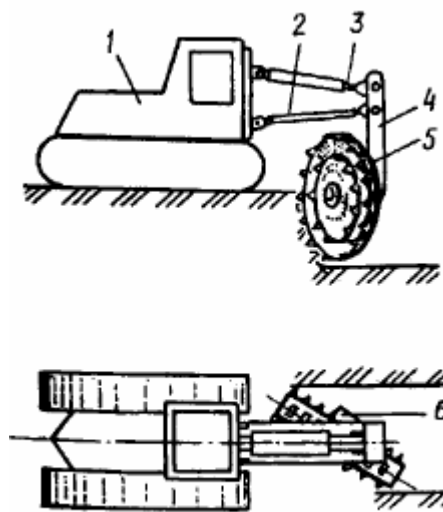


Рис. 2.8. - Дисковий розпушувач
РГЧ 1-02:

1 - трактор; 2 - рама; 3 - гідроциліндр; 4 - стояк; 5 - робочий орган; 6 - гідродвигун

Дводисковий розпушувач на базі бульдозера Д-687 (рис. 2.9, а) призначений для утворення щілин у мерзлом ґрунті. Його продуктивність становить до 50 м³/год.

Одностисковий навісний розпушувач констругції КІБІ (рис. 2.9, б) встановлюється на тракторі тягового класу 10. На стояку закріплено робочий орган, який являє собою похилий диск діаметром 0,8 м з різальними і транспортувальними елементами. Обертальний момент створюється за допомогою гідродвигуна. Продуктивність розпушування ґрунтів груп - 350...400 м³/год.

Фрезерний розпушувач-навантажувач (рис. 2.9, в) призначається для розпушування мерзлого піску й супіску з наступним завантаженням їх у транспортні засоби. Фреза за допомогою гідродвигуна та сксен грикового шківa, обертаючись у трубі, розпушує матеріал. Під дією інерційних сил, що з'являються

від обертального коливання вала й переміщення трактора, розпушений матеріал піднімається грубою й надходить до бункера.

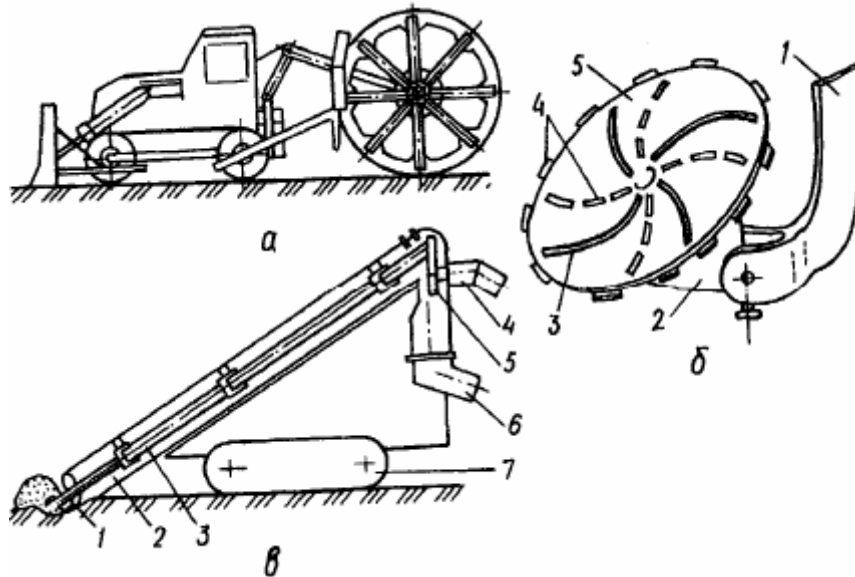


Рис. 2.9. - Діскові розпушувачі: а - дводисковий на базі бульдозера Д-687; б - однодисковий нахилений (1 - стояк; 2 - гідродвигун; 3 - транспортний елемент; 4 - різальний елемент; 5 - диск); в - розпушувач-навантажувач (1 - фреза; 2 - труба; 3 - вал; 4 - гідродвигун; 5 - ексцентриковий шків; 6 - бампер; 7 - трактор)

У будівництві широко застосовують також немеханічні й комбіновані способи розпушування міцних ґрунтів: вибуховий, гідроімпульсний, електрогідровлічний, термомеханічний, пневмомеханічний та ін.

Список літератури

1. О.Г. Оніщенко, В.М. Помазан. Будівельна техніка: Навч. посібник – К.: Урожай, 1999.– 300с.
2. В.О. Панченко, М.Г. Костюк, А.О. Качура. Технологія і механізація будівельних процесів: навч.посібник. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 242 с.
3. А.С. Фиделев. Строительные машины зарубежных стран - К.: Вища школа, 1984. – 125 с.
4. О.Г. Оніщенко та ін. Механізація опоряджувальних робіт у будівництві - К.: Урожай, 1998. – 223 с.
5. В.Л. Баладинський та ін. Будівельні машини: Збірник вправ. – К.: 1997. – 123 с.

Будівельні машини і обладнання [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія освітньо-професійної програми Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського технічного фахового коледжу Луцького НТУ», 2023. – 115 с.

Комп'ютерний набір і верстка :	О.Ф. Шмаль
Редактор:	О.Ф. Шмаль

Підп. до друку _____ 2023 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5
Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.