

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**В.О. Воляннюк, Є.В. Горбатюк, Б.М. Федішин**

# **ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ**

*Рекомендовано вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури як навчальний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 131 «Прикладна механіка»*

Київ 2025

УДК 621.87

В 71

Рецензенти: : *І.І. Назаренко*, д-р техн. наук, професор,  
Президент Академії будівництва України;  
*О.М. Воробйов*, д-р техн. наук, професор,  
Національний університет оборони  
України ім. Івана Черняховського;  
*О.О. Терентьєв*, д-р техн. наук, професор,  
Київський національний університет  
будівництва і архітектури

Відповідальний за випуск *В.П. Рашківський*, кандидат  
технічних наук, доцент

*Затверджено на засіданні Вченої ради Київського національного  
університету будівництва і архітектури, протокол №\_\_ від \_\_ \_\_\_\_\_  
2023 року*

**Воляннюк В.О., Горбатюк Є.В., Федішин Б.М.**

В 71 Вантажно-розвантажувальні машини логістичних систем:  
навч. посібн. /В.О. Воляннюк, Є.В. Горбатюк, Б.М. Федішин. –  
Київ: КНУБА, 2025. – 161 с.

ISBN

Містить матеріали щодо будови і застосування вантажно-розвантажувальних машин логістичних систем, які вивчаються в навчальних дисциплінах студентами технічних спеціальностей. Наведено формули для розрахунків потреби в підйимально-транспортному обладнанні та визначення параметрів складів.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

УДК 621.87

© В.О. Воляннюк,  
Є.В. Горбатюк,  
Б.М. Федішин, 2025

ISBN

© КНУБА, 2025

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>Розділ 1. Машини для переміщення штучних вантажів</b> .....	5
1.1 Призначення і класифікація машин та обладнання логістичних систем.....	5
1.2 Машини та обладнання для переміщення штучних вантажів.....	6
<b>Розділ 2. Стелажні крани та обладнання</b> .....	46
2.1. Пакетування та контейнеризація вантажів.....	46
2.2. Стелажні крани та обладнання.....	58
<b>Розділ 3. Машини та обладнання для переміщення насипних вантажів</b> .....	77
3.1. Машини та обладнання для переміщення насипних вантажів...	77
3.2. Засоби для перевезення та розвантаження насипних вантажів...	107
<b>Розділ 4. Вибір підйимально-транспортного обладнання та розрахунок потреби в ньому</b> .....	119
4.1. Вибір підйимально-транспортного обладнання.....	119
4.2. Основні поняття. Розрахунок потреби в підйимально-транспортному обладнанні.....	122
<b>Розділ 5. Організація технологічного процесу вантажно-розвантажувальних робіт на складі</b> .....	131
5.1. Організація технологічного процесу вантажно-розвантажувальних робіт на складі.....	131
5.2. Визначення параметрів складів за елементарними майданчиками.....	146
5.3. Автоматизація складів.....	154
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	156

## ВСТУП

**Мета дисципліни** полягає у вивченні конструкцій машин та обладнання логістичних систем для розробки та постановки на виробництво їх нових моделей.

**Завдання дисципліни** – отримання навиків зі створення нових та модернізації існуючих конструкцій машин та обладнання для виконання логістичних операцій.

Спеціалісти логістичних систем мають набути навички правильної експлуатації, своєчасної профілактики і виконання графіків регламентних робіт машин та обладнання логістичних систем. Вони повинні брати безпосередню участь у вдосконаленні технології складських робіт, поліпшенні конструкції існуючих та створенні нових машин з урахуванням постійного зростання об'ємів робіт, підвищення якості і зменшення строків складських робіт.

Після вивчення курсу студенти повинні знати: конструктивні схеми машин та їх роботу; галузі раціонального використання машин, пристроїв та обладнання логістичних систем; методи та особливості розрахунку продуктивності машин в конкретних умовах; способи підвищення продуктивності машин та обладнання логістичних систем; основи експлуатації машин та обладнання логістичних систем і правила безпеки.

Дана робота базується на основі освітньо-професійної програми освіти для вищих навчальних закладів спеціальності 131 “Прикладна механіка”, затвердженої учбово-методичним управлінням з вищої освіти Міністерства освіти і науки України.

Програмою дисципліни передбачено вивчення основних характеристик та будови машин та обладнання логістичних систем, застосування цієї техніки в технологічних процесах сучасного складського господарства, вибір і розрахунок продуктивності машин та обладнання, ознайомлення з правилами їх експлуатації та техніки безпеки.

## **Розділ 1. Машини для переміщення штучних вантажів**

### **1.1. Призначення і класифікація машин та обладнання логістичних систем**

Підйомно-транспортне обладнання призначається для механізації праці при виконанні таких операцій: розвантаження і навантаження транспортних засобів; переміщення і підйом вантажів на різні рівні будівлі; укладання їх штабелями, на стелажі і в підсобні приміщення; внутрішньо-складське переміщення вантажів до місця їх дальшої обробки.

Підйомно-транспортне обладнання поділяють за такими основними ознаками: функціональним призначенням; ступенем механізації праці; періодичністю дії; родом перероблюваного вантажу; типом приводу.

За функціональним призначенням обладнання поділяють на чотири групи:

- 1) вантажопідйомні машини (електричні талі, вантажні ліфти, вантажопідйомні крани);
- 2) транспортувальні машини (конвеєри, транспортери);
- 3) вантажно-навантажувальні (електричні навантажувачі, штабелери, електричні візки) та вантажно-розвантажувальні (розвантажувачі).
- 4) штабелювальні машини (електроштабелери, крани-штабелери).

За ступенем механізації праці вирізняють засоби механізації, комплексної механізації й автоматизації (вантажопідйомні крани, конвеєри, електронавантажувачі, автоматизовані крани-штабелери); засоби малої механізації (ручні вантажні візки, домкрати).

За періодичністю дії підйомно-транспортне обладнання поділяють на два види: машини безперервної дії (конвеєри, елеватори); машини циклічної (періодичної) дії (електричні навантажувачі, штабелери, вантажопідйомні крани, ліфти).

За родом перероблюваного вантажу виділяють обладнання для перевантаження штучних вантажів (вантажопідйомні крани, електронавантажувачі, автонавантажувачі); обладнання для перевантаження насипних вантажів (екскаватори, навантажувачі, конвеєри); обладнання для перекачування й транспортування трубопроводами наливних вантажів.

За напрямком переміщення вантажів розрізняють обладнання для переміщення вантажів у горизонтальному та похилому напрямках (конвеєри); у вертикальному напрямку (талі, тельфери); у комбінованих напрямках (вертикальному та горизонтальному) (крани, навантажувачі).

За типом приводу обладнання поділяють на механізми ручної дії (ручні вантажні візки); машини з механічним, гідравлічним та електричним приводами, гравітаційні пристрої (роликові транспортери).

Підйомно-транспортне обладнання має бути безпечним в експлуатації; гарантувати високу продуктивність і мати високий коефіцієнт корисної дії; бути зручним у роботі й легким в керуванні; мати необхідну конструктивну міцність і довговічність; бути економічним у виготовленні та користуванні.

## **1.2. Машини та обладнання для переміщення штучних вантажів**

Для переміщення штучних вантажів застосовують наступні машини та обладнання: крани (баштові, порталні, самохідні стрілові, мостові, козлові, канатні, монорейкові); навантажувачі (авто та електро); міні-навантажувачі; телескопічні навантажувачі, крани-маніпулятори, стелажні крани та обладнання, талі і тельфери, ліфти, конвеєри, рольганги, гравітаційні пристрої.

Баштові крани широко застосовуються в цивільному і промисловому будівництві, на спорудженні гідротехнічних комплексів, а також при будівництві атомних і теплових електростанцій.

Конструктивно баштові крани поділяються на пересувні, стаціонарні приставні, вертикально рухомі (самопідйомні). За типом башт розрізняють крани з поворотною баштою, із неповоротною баштою (з поворотним оголовком). Стріли в баштових кранах виконуються балковими і підйомними.

Пересувні баштові крани випускаються з рушіями: рейковим, гусеничним та пневмоколісним.

Система індексації баштових кранів включає буквену і цифрову нумерацію. Базові моделі кранів позначають буквами КБ (кран баштовий), перша за буквами цифра – величина вантажного моменту, дві наступні – порядковий номер базової моделі, що має поворотну чи неповоротну башту, четверта – номер виконання, що відрізняється від базової моделі яким-небудь параметром (довжиною стріли, висотою підйому, найбільшою вантажопідйомністю); після цифр іде буквене

позначення порядкового номера модернізації (А, Б, В) і кліматичного виконання (ХЛ – арктичне, Т – тропічне, ТВ – тропічне вологе).

Найбільш прогресивна технологія виготовлення баштових кранів – модульна, яка набуває розвитку у вітчизняному кранобудівництві останнім часом. Суттєвість модульної технології полягає у створенні сім'ї кранів на базі вузького ряду уніфікованих вузлів – модулів. Застосування модулів знижує вартість виробництва кранів, збільшує їх ремонтпридатність, дозволяє отримати потрібну конструкцію з мінімальними витратами на проектні і монтажні роботи.

Найчастіше в будівництві застосовують крани з поворотною баштою. Суттєвою їх відмінністю є незначні згинальні деформації башти, низьке розташування контрвантажів і, як наслідок, зниження ординати центра ваги машини, розташування кранових механізмів на поворотній платформі, що спрощує їх обслуговування. Крани з поворотною баштою простіше транспортувати на будівельному майданчику, демонтувати.

Кран з поворотною баштою (рис. 1.1) складається з башти 5, закріпленої на платформі, опорно-поворотного пристрою 8, механізму пересування 9, стріли 4, вантажопідйомного 7 і стрілопідйомного 6 механізмів, противаги 1. Вантажопідйомний механізм включає поліспасти 2 з крюковою обоймою 3 і лебідку.

Крани також оснащуються балковими стрілами (рис. 1.1, б), по нижньому поясу яких переміщується вантажна каретка 10. Основне положення стріли – горизонтальне, але можливий поворот стріли на кут до 300. Канат вантажопідйомного поліспаста (рис. 1.1, в) закріплюється на стрілі 1, пройшовши через блоки гакової обойми і обвідні блоки на стрілі і башті, намотується на барабан вантажопідйомної лебідки. Гілки каната механізму пересування вантажної каретки через обвідні блоки потрапляють на барабан лебідки з протилежних боків. При обертанні барабана в певному напрямку одна гілка намотується на барабан, інша з нього змотується.

Кран з нерухомою баштою і балковою стрілою показаний на рис. 1.2, а. Опорна рама 3 через ходові візки 4 передає навантаження від крана на рейкову колію. На рамі жорстко закріплена башта 1, там же розташований баласт 2, що підвищує стійкість машини. У верхній частині башти розташований поворотний оголовок 11, що спирається на опорно-поворотний пристрій 6. До поворотного оголовка з протилежних

боків кріпляться шарнірно стріла 13 і противажна консоль 8, на якій розміщені вантажна лебідка 10, противага 7 і лебідка переміщення противаги 9. По нижньому поясу стріли переміщується вантажна каретка 12. Лебідка переміщення каретки 14 розташована всередині опорної секції стріли. Нарощування башти виконується за допомогою допоміжного монтажного стояка 5.

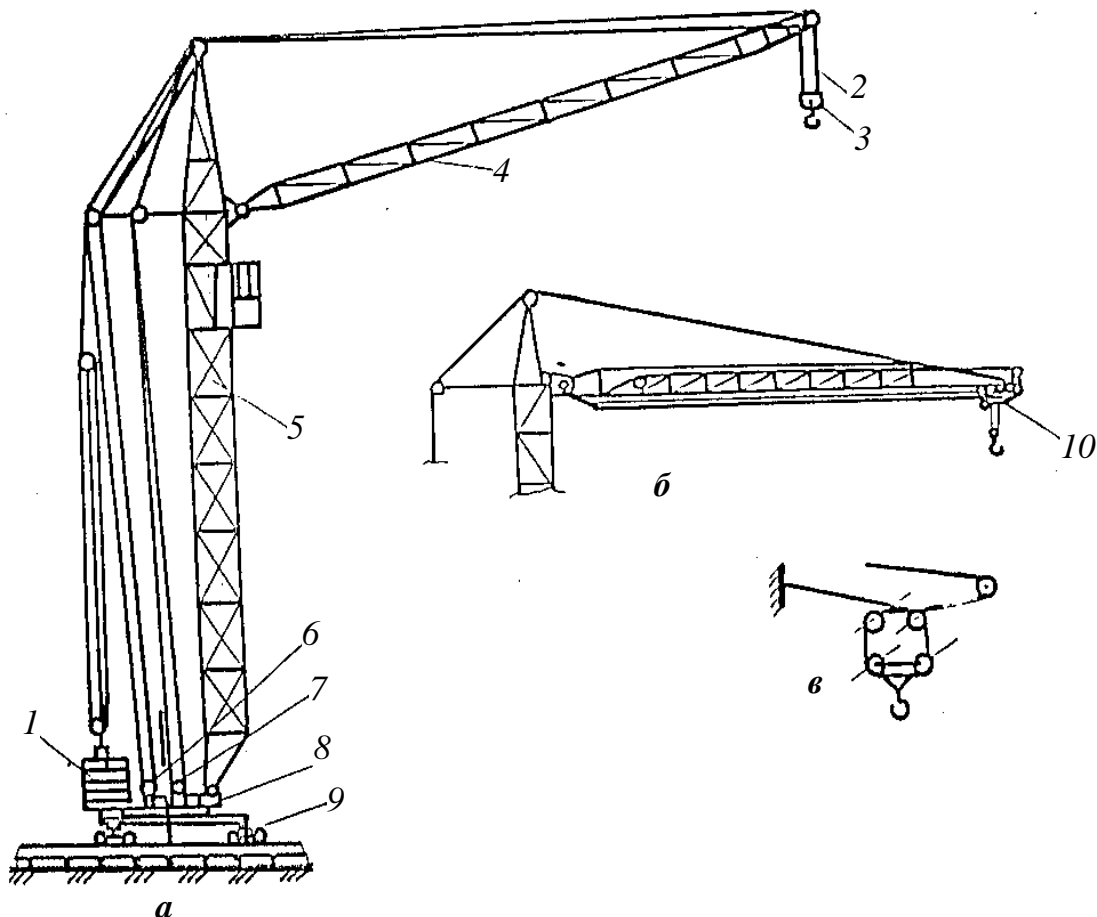


Рис. 1.1. Кран баштовий пересувний з поворотною баштою:

1 – противага; 2 – поліспаг; 3 – крюкова обойма; 4 – стріла; 5 – башта; 6 – стрілопідйомний механізм; 7 – вантажопідйомний механізм; 8 – опорно-поворотний пристрій; 9 – ходові візки; 10 – вантажна каретка

Крани з неповотною баштою мають порівняно менший момент поворотного розгону, однак вони більш складні у виготовленні; під час роботи башта зазнає деформації згину.

*Портальні крани* (рис. 1.3) застосовуються для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт із суден в портах. Складаються з порталу (опорної платформи встановленої на 4 металеві опори 1). На опорній платформі закріплюється опорно-поворотний пристрій, на який встановлюється поворотна платформа 2. На

поворотній платформі розміщуються механізми крана, протывага 7, кабіна кранівника і закріплюється стріла крана 3.

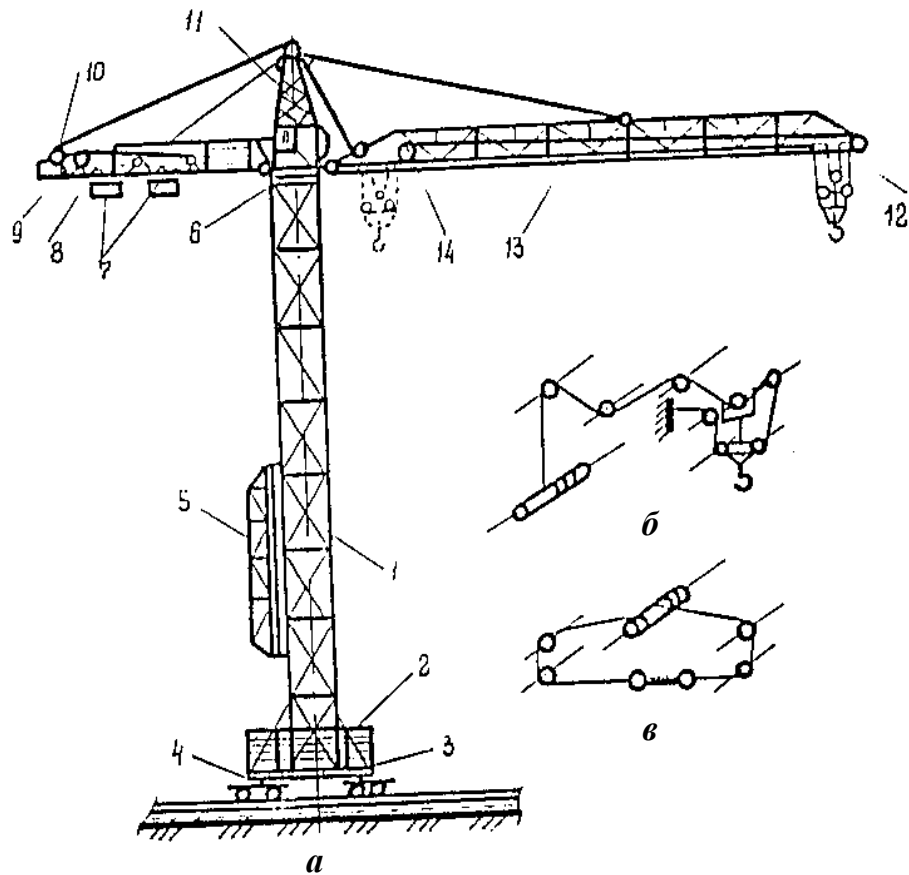


Рис. 1.2. Кран баштовий пересувний з неповоротною баштою:

1 – башта; 2 – баласт; 3 – опорна рама; 4 – ходові візки; 5 – монтажний стояк; 6 – опорно-поворотний пристрій; 7 – протывага; 8 – протыважна консоль; 9 – механізм переміщення протываги; 10 – вантажна лебідка; 11 – оголовок; 12 – вантажна каретка; 13 – стріла; 14 – механізм переміщення каретки

Під порталом може проходити залізничний або автомобільний транспорт. Вантажопідйомність порталних кранів до 30 т, виліт гака до 30 м.

*Самохідні стрілові крани* застосовуються у будівництві на вантажних і монтажних роботах. Вони відрізняються мобільністю, великою різноманітністю змінного робочого обладнання.

Класифікуються самохідні крани по типу ходового обладнання (пневмоколісні, на спеціальному шасі автомобільного типу, гусеничні, на тракторі, причіпні, автомобільні), за типом приводу (одно- чи

багатомоторний, електричний, гідравлічний, дизель-електричний або комбінований), за видом стрілового обладнання (з нерухомими, висувними і телескопічними стрілами).

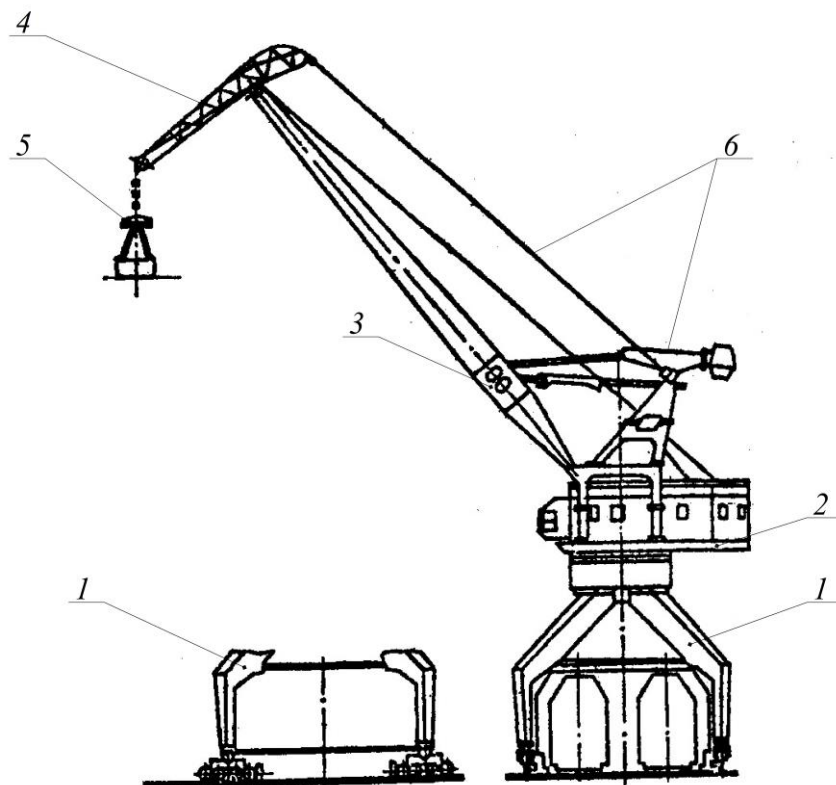


Рис. 1.3. Портальний кран

Індексація самохідних кранів включає перші дві букви – КС (кран стріловий) і чотири цифри. Перша цифра означає розмірну групу, друга – тип ходового обладнання, третя – виконання стрілового обладнання, четверта – порядковий номер моделі.

Можливі букви після цифр – А, Б, В – чергова модернізація; ХЛ, Т, ТВ – виконання для кліматичних зон (північне, тропічне, або для роботи у вологому тропічному кліматі).

Наприклад, індекс КС-658АХЛ означає: кран стріловий вантажопідйомністю 40 т, автомобільний з телескопічною стрілою, четвертої моделі, першої модернізації у північному виконанні. Існують і інші індексації: МКТ, МКП, МКА, СКГ (монтажний кран гусеничний, монтажний кран пневмоколісний, монтажний кран автомобільний, стріловий кран гусеничний). У цифрових позначеннях цих індексацій

вказується вантажопідйомність, наприклад СКГ-40 – стріловий кран гусеничний вантажопідйомністю 40 т.

Відповідно до ГОСТ стрілові самохідні крани в залежності від конструкції ходового пристрою позначаються наступним чином: КА – автомобільні, КП – пневмоколісні; КГ – гусеничні; КШ – на спеціальному шасі автомобільного типу; КК – на короткобазовому шасі. Число, яке стоїть у літерному позначенні, вказує вантажопідйомність крана. У цілому, прийнятий ГОСТ індекс стрілових самохідних кранів розшифровується так: КА-10 – автомобільний кран вантажопідйомністю 10 т; КП-25 – пневмоколісний кран вантажопідйомністю 25 т; КГ-250 – гусеничний кран вантажопідйомністю 250 т; КШ-63 – кран на спеціальному шасі автомобільного типу вантажопідйомністю 63 т; КК-16 – короткобазовий кран вантажопідйомністю 16 т.

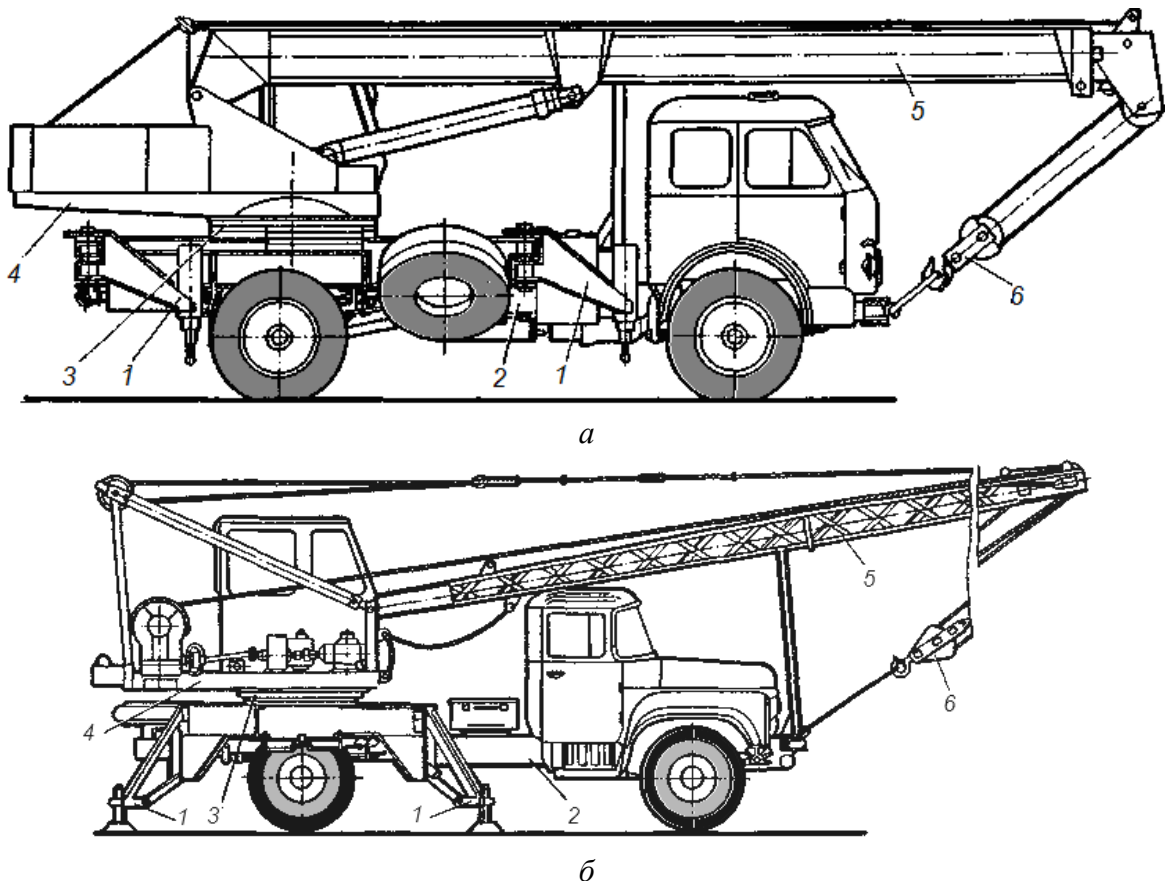


Рис. 1.4. Загальний вигляд автомобільного крана:  
*a* – з телескопічною стрілою та гідроприводом; *б* – з ґратчастою стрілою і механічним приводом; 1 – виносні опори; 2 – рама базового автомобіля; 3 – опорно-поворотний пристрій; 4 – поворотна платформа; 5 – стріла; 6 – гакова підвіска

Як було вказано раніше, найбільше розповсюдження отримали автомобільні крани. Вони випускаються вантажопідйомністю 4, 6,3, 10, 16, 25 і 40 т. Вантажопідйомне і поворотне обладнання монтується на двоци тривісних шасі автомобілів, що серійно випускаються. На шасі автомобіля 2 (рис. 1.4) закріплюється рама 3, на якій змонтована поворотна платформа 4; на рамі також кріпляться виносні опори 1 і стабілізатор, який блокує підвіску автомобіля при роботі крана. На поворотній платформі закріплені кабіна керування краном, лебідки підймання стріли і вантажу, стріла 5 і контрвантаж. Привід кранових механізмів здійснюється від двигуна автомобіля через коробку відбору потужності.

Пневмоколісні крани мають вантажопідйомність до 100 т, висота підйому – до 60 м, виліт – до 40 м. Крани широко застосовують у промисловому будівництві, мостобудуванні, на будівництві атомних і теплових електростанцій, монтажі технологічного обладнання.

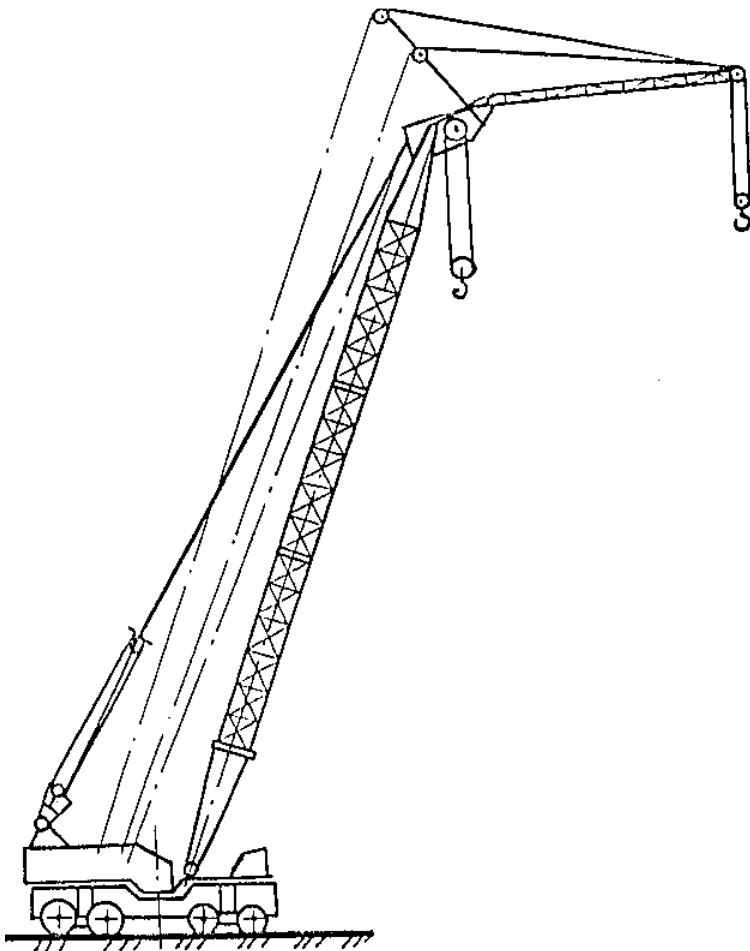


Рис. 1.5. Кран пневмоколісний

На рис. 1.5 показаний пневмоколісний кран вантажопідйомністю 100 т. На крані встановлена основна стріла довжиною 15 м; у комплект стрілового обладнання входять також додаткові секції, за допомогою яких довжину стріли можна збільшити до 25, 30, 40, 50 і 55 м. На стріли довжиною до 40 м встановлюються

некеровані гусачки довжиною до 30 м, а на стріли довжиною більше 40 м – керовані гусачки.

Крани на спеціальному шасі автомобільного типу довго- і короткобазові є розвитком автокранів, мають ті ж переваги і використовуються для виконання тих самих технологічних операцій і процесів. Їх типорозмірний ряд включає крани вантажопідйомністю 25; 40; 63; 100 і 160 т. За кордоном випускають такі крани вантажопідйомністю до 1250 т.



Рис. 1.6. Кран на спеціальному довгобазовому шасі

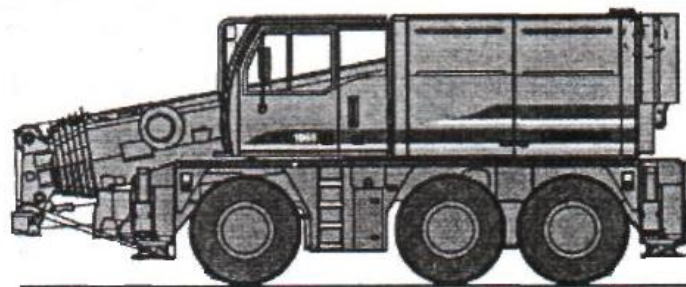


Рис. 1.7. Кран LTC 1055-3.1 (Liebherr) на короткобазовому шасі (55 т)

Ці крани обладнані телескопічними стрілами (дво-, три- і чотирисекційними) на жорсткій підвісці, мають дизельний двигун руху і двигун, який приводить у дію гідронасос для підйому крюка, підйому і повороту стріли, висування аутригерів.

Багатовісне шасі довгобазових кранів (рис. 1.6) з ведучими і керованими осями, що мають балансиру підвіску, забезпечує їх рух по дорогах різної категорії зі швидкістю до 60 км/год. Габаритні розміри і високі мобільні якості дозволяють таким кранам рухатися у складі транспортних потоків.

Короткобазові крани (рис. 1.7) мають транспортну швидкість до 40 км/год, жорстку підвіску двох- і трьохосного шасі і завдяки малому радіусу повороту (близько 5 м) зручні для роботи в стислих умовах будівельних майданчиків, при реконструкції цехів діючих підприємств, їх технічному переозброєнні.

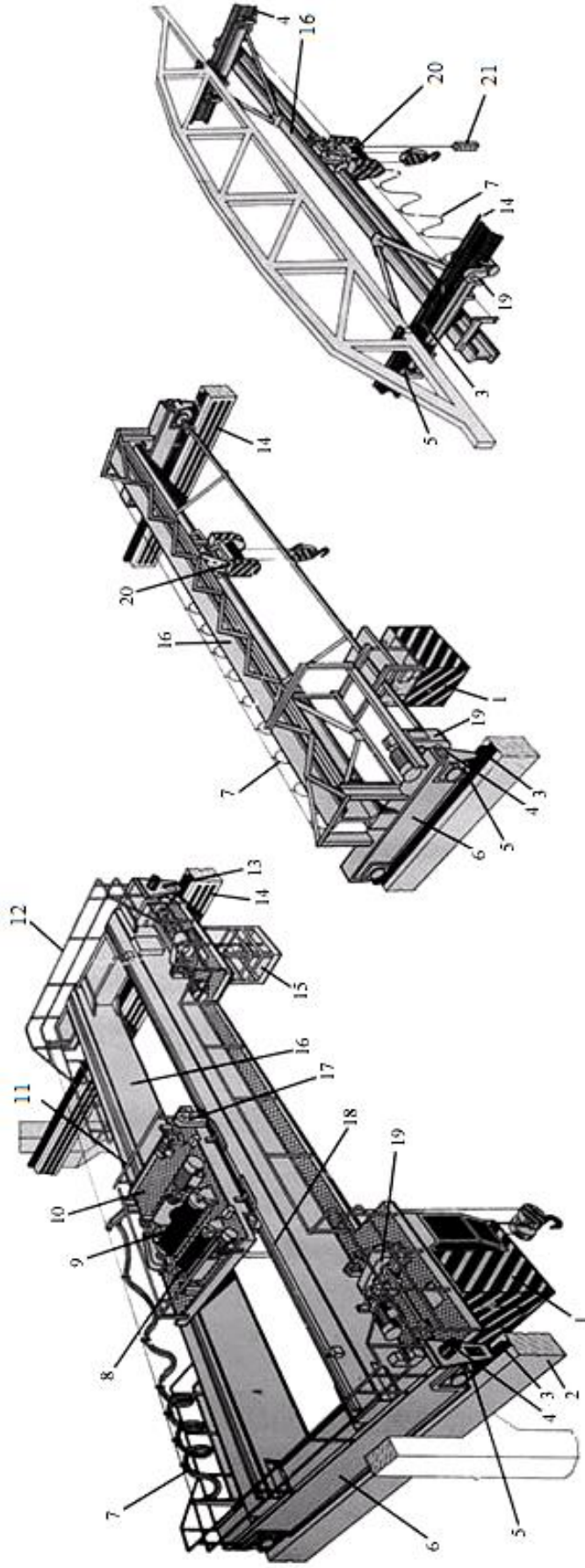
На телескопічній стрілі в окремих моделях кранів на спеціальному шасі автомобільного типу можна встановлювати подовжувач у вигляді додаткової гратчастої стріли або керований гусачок. Кут підйому стріли цих кранів досягає 85°. У зв'язку зі значно меншою серійністю випуску спеціальних шасі, у порівнянні з вантажними автомобілями, і більшою їх конструктивною складністю, оптові ціни кранів на спеціальному шасі автомобільного типу на одиницю їх максимальної вантажопідйомності в середньому у 2,5 рази вищі, ніж у автокранів, що знижує економічну ефективність їх застосування.

**Мостовим краном** називається вантажопідйомна машина, що пересувається по рейках на деякій відстані від землі (підлоги), що забезпечує переміщення вантажу в трьох взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 1.8).

Переміщаючись по шляхах, розташованих над землею, вони не займають корисної площі цеху або складу, забезпечуючи в той же час обслуговування практично будь-якої їхньої точки.

Мостові крани набули широкого застосовуються практично в усіх галузях народного господарства при технологічних, монтажних, складських, навантажувально-розвантажувальних та інших роботах. Вони мають велику номенклатуру типорозмірів та виконань, їхня вантажопідйомність досягає 800 т. Найбільше використовуються крани вантажопідйомністю від 5 до 320 т.

Мостові крани також використовуються для виконання вантажно-розвантажувальних і транспортувальних операцій у цехах промислових підприємств, на монтажних і контейнерних майданчиках та на відкритих і закритих складах. При роботі на відкритому повітрі (склади,



*a*

*б*

*в*

Рис 1.8. Мостові крани двобалковий (*a*), однобалковий (*б*) та підвісний (*в*):

*1* – кабіна керування; *2* – підкранова балка; *3* – кранова рейка; *4* – еластичний буфер; *5* – ходове колесо; *6* – кінцева балка моста; *7* – кабельна мережа; *8* – допоміжний механізм підйому вантажу; *9* – основний механізм підйому вантажу; *10* – вантажний візок; *11, 12* – огороження; *13* – щит; *14* – цехові тролі; *15* – люлька для огляду тролей; *16* – головна балка моста; *17* – механізм переміщення вантажного візка; *18* – рейка вантажного візка; *19* – механізм переміщення крана;

контейнерні майданчики і т. д.) вони переміщуються по шляхах, укладених на спеціальних естакадах.

До мостових кранів загального призначення відносяться крани, що використовуються для роботи з різноманітними вантажами і які мають в якості вантажозахватних органів гаки. Згідно із статистичними дослідженнями ці крани складають близько 2/3 усіх експлуатованих мостових кранів. Штучні вантажі, що призначаються для підйому та переміщення такими кранами, навішують на гак за допомогою стропів (канатних, ланцюгових) або різних спеціальних захоплень.

Мостові крани за типом мостів підрозділяються на однобалкові, двобалкові та багатобалкові. Однобалковий мостовий кран має консольний візок, який переміщається по одній прогінній балці прогоном від 5 до 17 м. Іноді кран забезпечується двома візками: опорним – з механізмом головного підйому та консольним – з механізмом допоміжного підйому, що сприяє підвищенню маневреності та кращому використанню крану. Однобалкові мостові крани, в яких як вантажний візок застосовують самохідний електричний таль (кран-балки), поділяють на два конструктивних типи: опорні – вантажністю до 25 т (рис. 1.8, б) та підвісні – вантажністю до 15 т (рис. 1.8, в).

Підвісними називаються крани, підвішені до нижніх полиць двотаврових балок, верхні полиці яких прикріплені до стельових конструкцій будівель. Своїми ходовими колесами крани спираються і переміщуються по внутрішній стороні нижніх полиць двотаврових балок.

Опорні крани спираються ходовими колесами і переміщуються по рейках, закріплених на підкранових балках, що встановлюються на естакади, консольні виступи колон або підвішуються до стельових конструкцій.

**Козлові крани** – це спеціалізована група вантажопідйомних машин, які застосовують для виконання вантажно-розвантажувальних та транспортних робіт на складських територіях підприємств і комбінатів будівельних виробів й конструкцій, попереднього складання конструкцій та основних монтажних роботах на будівництві естакад, шляхопроводів, мостів та метрополітену (при відкритому способі будівництва), а також монтажу будівель та технологічного обладнання промислових будівель і споруд. До недоліків козових кранів відносяться мала маневреність та складність монтажу. На складах

застосовують козлові крани загального призначення вантажопідйомністю до 32 т, що піднімають робочий орган на висоту до 9 м.

Козлові крани класифікуються за наступними ознаками:

1. По конструктивній ознаці, вони підрозділяються на:

козлові крани без консолей (рис. 1.9, *а*);

козлові крани з однією консолюю (рис. 1.9, *б*);

козлові крани з двома консолями (рис. 1.9, *в*);

козлові крани з підйомною консолюю (рис. 1.9, *г*).

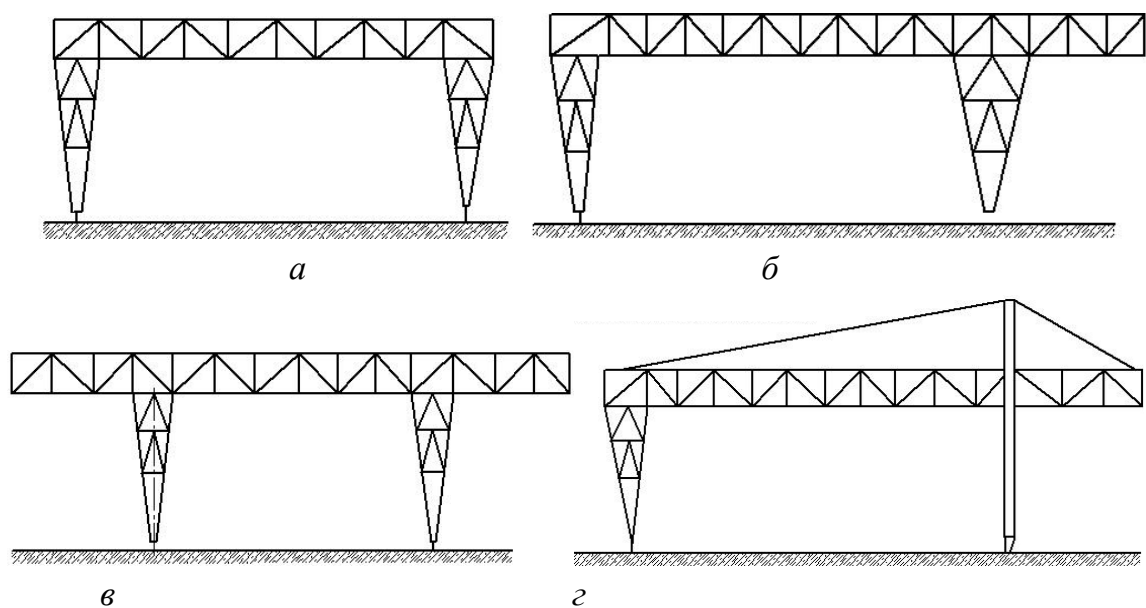


Рис. 1.9. Козлові крани за конструктивною ознакою

2. Залежно від профілю обслуговуваного майданчика:

козлові крани з опорними ногами розташованими на одному рівні (рис. 1.10, *а*);

козлові крани з опорними ногами розташованими на різних рівнях (рис. 1.10, *б*);

козлові крани у яких один з ходових візків розташований на рівні пролітної будови (напівкозлові крани) (рис. 1.10, *в*).

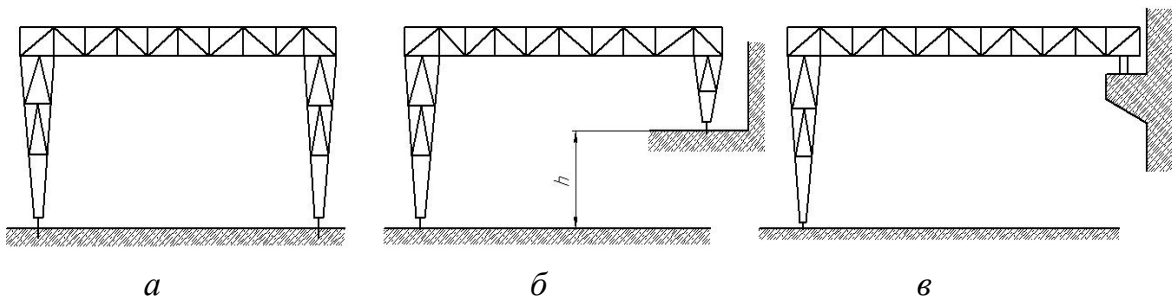


Рис. 1.10. Козлові крани в залежності від профілю обслуговуваного майданчика

Схематично конструкція козлового крана для промислового будівництва складається з прольотної частини 8 (рис. 1.11, а, б) об'ємно-гратчастого типу (сталевий прокат чи труба), по якій пересувається вантажний візок 3 з вантажопідйомною траверсою 10, гаковою обіймою 9 і поліспастами 12.

Міст з однією з опор 1 з'єднаний жорстко, а з іншою б – шарнірно, для запобігання деформації згину в крані внаслідок температурних коливань. Опори крана встановлюються на ходові візки 11, що пересуваються по дворейковому шляху 7. Для обслуговування транспортних засобів поза прольотом крана, прольотна споруда виконується з консолями 2, 4. По нижньому поясу моста пересувається додатковий вантажопідйомний візок 5.

Пересування вантажного візка виконується канатами електрореверсивної фрикційної лебідки 15 (рис. 1.11, з). Підіймання вантажу здійснюється двома поліспастами, канати яких закріплені на барабанах лебідок 13, 14 (рис. 1.11, б, в). Підіймання вантажу може виконуватися однією лебідкою або, для збільшення швидкості підіймання, – двома. На деяких великовантажних кранах, з метою більш широкого маневрування швидкістю підіймання, застосовують чотири вантажопідйомні лебідки.

Переміщення вантажного візка здійснюється за допомогою канатної тяги від лебідки пересування візка або від механізму пересування, встановленого безпосередньо на візку.

Ходові візки крана оснащуються пристроями проти гоніння, які автоматично вмикаються в роботу при швидкості вітру вищій за допустиму.

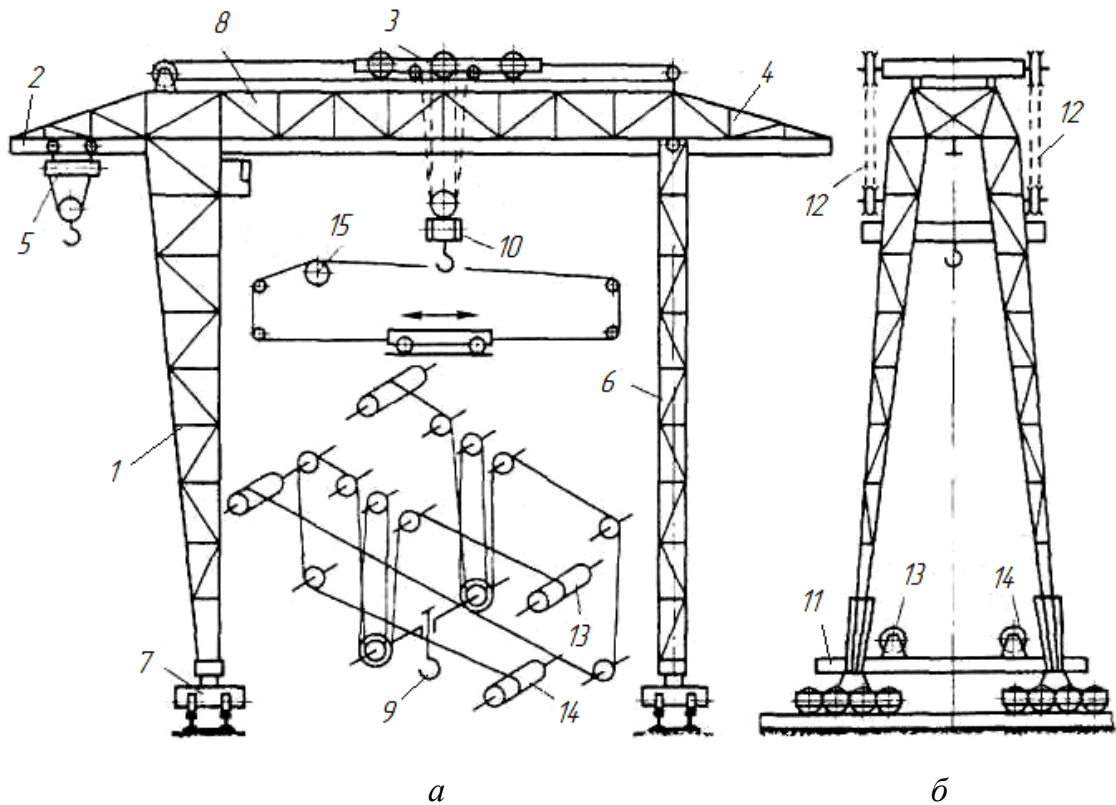


Рис. 1.11. Кран козловий:

*а* – загальний вигляд; *б* – вигляд збоку; *в* – схема запасування каната вантажопідйомного механізму; *г* – схема запасування каната механізму пересування візка; *1* – опора жорстка (нога); *2, 4* – консоль; *3* – основний вантажний візок; *5* – додатковий вантажний візок; *6* – опора рухома (шарнірна); *7* – рейковий шлях; *8* – прольотна споруда; *9* – крюкова обойма; *10* – траверса; *11* – ходові візки; *12* – поліспаст; *13, 14* – вантажні лебідки; *15* – механізм пересування вантажного візка з фрикційною лебідкою

Міст (ригель) козлового крана складається з однієї або двох ґратчастих ферм три- або чотирикутного перерізу з постійним або змінним перерізом на консолях та може бути попередньо навантаженими або не навантаженим. Мости кранів малої (до 5 т) вантажопідйомності виготовляють у вигляді просторової опорної ферми та їздової балки двотаврового профілю. Мости кранів середньої та великої вантажопідйомності виконують у вигляді чотирипоясної ґратчастої ферми прямокутного або трапецеїдального перерізу. На перевантажувальних кранах обидві опори можуть мати просторову форму з кутового профілю. Широкого розповсюдження набули козлові крани, які виготовляють із суцільних металоконструкцій зі застосуванням спеціальних профілів коробчастого типу.

**Канатні (кабельні) крани** використовують для транспортування вантажів і будівельних конструкцій через водні, ярові чи інші перешкоди в умовах ускладненого підвозу звичайними транспортними засобами. Для цього одна із щогл 2 крана встановлюється в районі розвантаження, друга 1 – на площадці завантаження, куди підвозять чи складають матеріали (рис. 1.12). Між щоглами натягують несучий канат 3, яким пересувається вантажний візок 4. У нижній частині візка прикріплені нерухомі блоки обойм вантажного поліспафта 5 (рухомий блок входить у пристрій крюкової обойми). Візок переміщується тяговим канатом 6. Лебідки пересування і підйому вантажу закріплені на щоглах.

Кабельні крани можуть бути протяжністю до 1000 м, вантажопідйомністю – до 25 т.

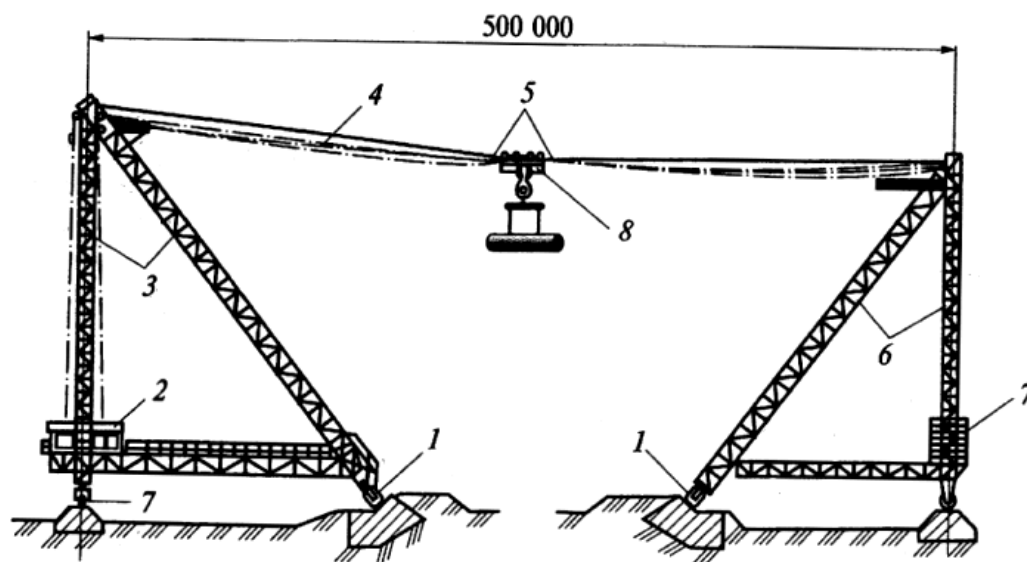


Рис. 1.12. Канатний кран:

1 – анкер; 2 – майданчик з механізмами крана; 3, 6 – щогли; 4 – тяговий канат; 5 – несучий канат; 7 – баласт; 8 – вантажний візок

**Монорейкові крани** переміщуються по одній нитці рейки, на практиці, одержали назву велосипедних кранів.

Монорейкові крани знаходять широке застосування в цехах з вузькими проходами і невеликої висоти цеху, там де установка мостових або інших вантажопідйомних машин викликають великі утруднення. Наприклад: у залізничних депо, металургійних

підприємствах як допоміжний підйомно-транспортний засіб на складах і т.д.

На рис. 1.13 представлена схема монорейкового пересувного крана.

Монорейковий кран складається з легкої конічної колони 3 закріпленої у втулці 11, яка жорстко зв'язана за допомогою болтів з рухомим монорельсовим ходовим візком 1, встановленим на двох ходових колеса, що переміщуються по одній рейці. На колону крана 3 спирається металоконструкція крана 4, що має у верхній своїй частині траверсу 5 в якій встановлені горизонтальні ролики 6 з обох боків охоплених направляючими прокладеними уздовж шляху переміщення крана (ділянки, цеху). На консолі металоконструкції розташовується противага 8 і механізм підйому вантажу 7. На рамі монорейкового ходового візка встановлюється механізм пересування крана 10 і механізм повороту крана 9.

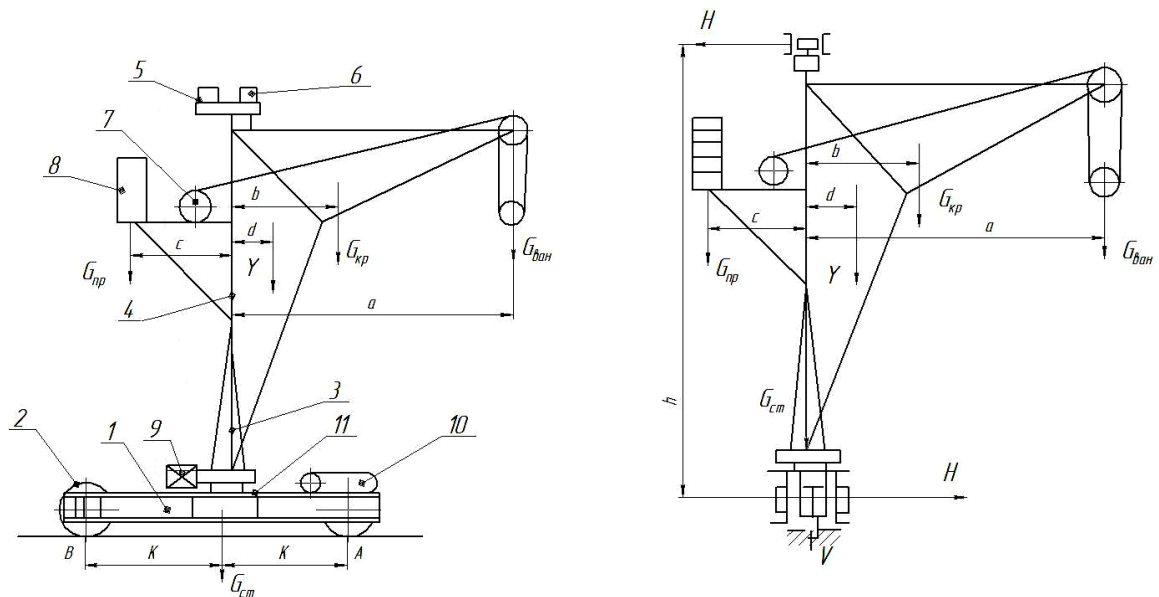


Рис. 1.13. Схема монорейкового пересувного крана

Монорейкові крани мають три рухи - підйомні, поворотні і подовжньо-поступальні. Залежно від типу металоконструкції монорейкові крани підрозділяються, на:  
 типової гратчастої конструкції (рис. 1.14, а);  
 ромбічної конструкції (рис. 1.14, б);  
 молотовидної конструкції (рис. 1.14, в);  
 суцільностінної конструкції (рис. 1.14, г).

**Консольні крани** відносяться до монорейкових стріловидних пересувних кранів. Настінні консольні крани призначені для обслуговування робочих площ, розташованих безпосередньо біля стін цеху, де обслуговування мостовими кранами затруднено.

Консольні крани класифікуються за наступними ознаками:

*по конструктивній ознаці:*

настінні консольні пересувні неповоротні крани;

настінні консольні пересувні поворотні крани,

*по типу металоконструкції консолі:*

консольні крани з їздою по верхньому поясу;

консольні крани з їздою по нижньому поясу.

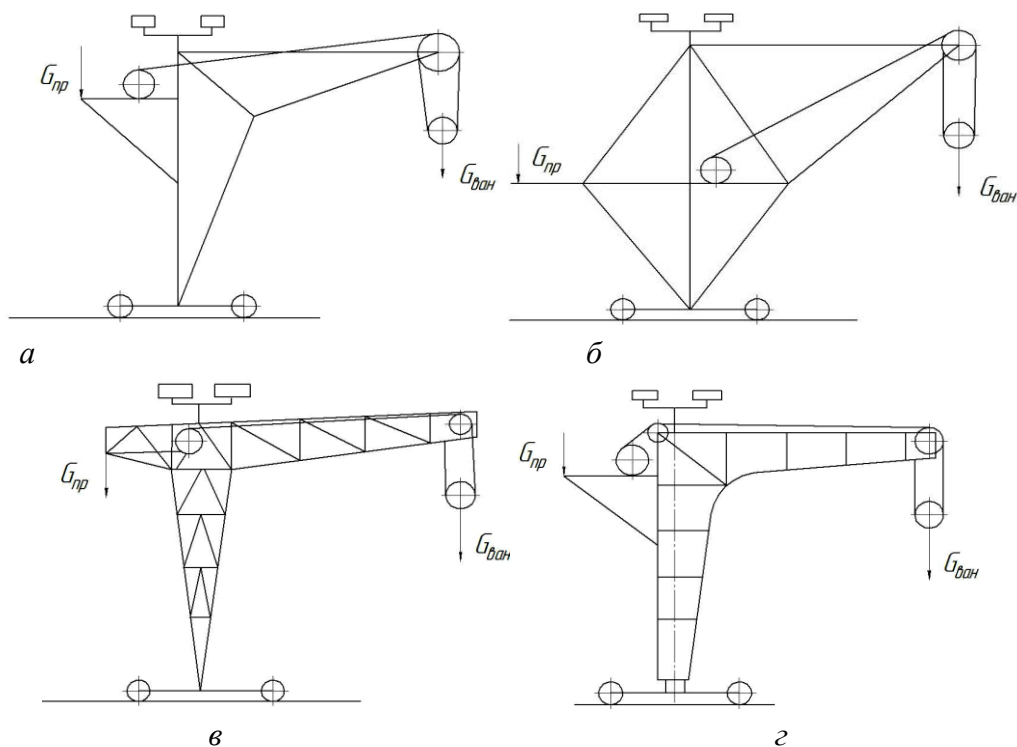


Рис. 1.14. Монорейкові крани за типом металоконструкції

### *Консольні неповоротні крани*

Зміна вильоту стріли у неповоротних консольних кранів здійснюється за допомогою вантажного візка, що пересувається по консолі крана по верхньому або нижньому поясу.

На рис. 1.15 наведено настінний поворотний консольний кран з їздою "по низу".

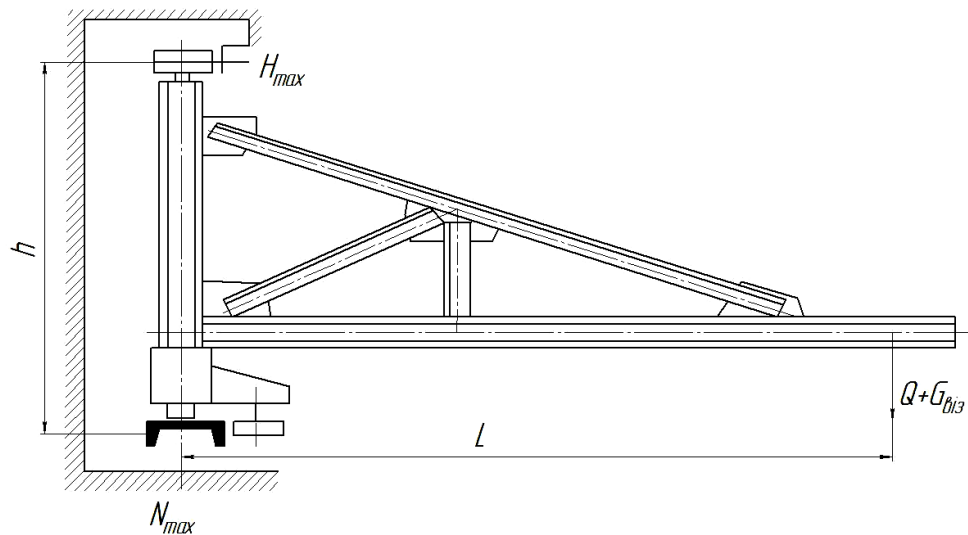


Рис. 1.15. Настінний поворотний консольний кран з їздою "по низу".

На рис. 1.16 показано настінний консольний кран з їздою "по верху"

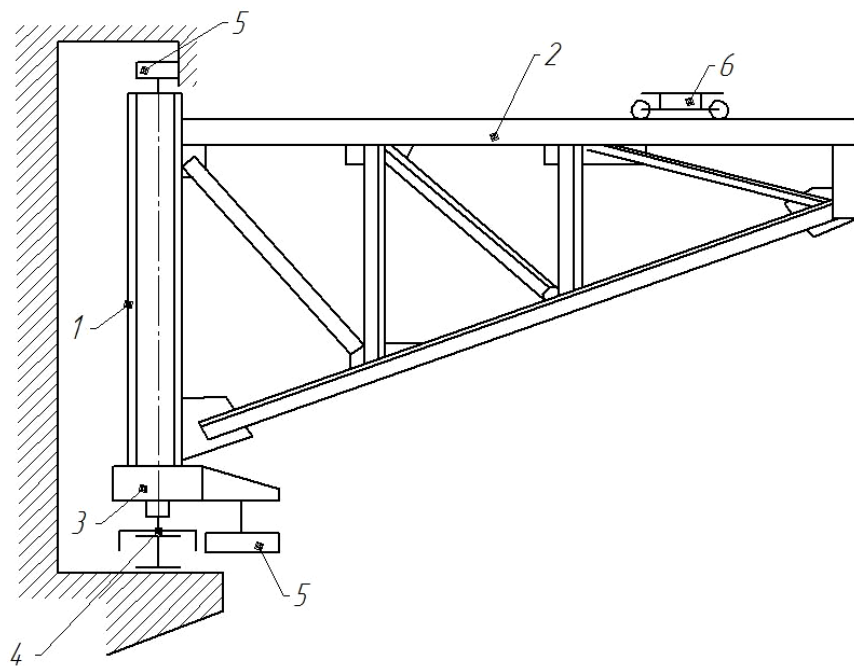


Рис. 1.16. Настінний консольний кран з їздою "по верху"

Консольний кран складається з жорсткої вертикальної рами 1, консолі 2, ходового візка 3, двох ходових коліс 4, верхнього і нижнього, горизонтальних роликів 5 і вантажного візка 6.

Якщо як механізм підйому вибрана електроталь, то для її пересування звичайно береться двотавр прикріплений з низу до консолі крана – кран з їздою по нижньому поясу.

Якщо механізм підйому виконаний аналогічно механізму підйому мостового крана, то використовується типовий візок крана. В цьому випадку консоль крана є двохбалковою конструкцією з рейками для вантажного візка переміщувана по верхньому або нижньому поясу консолі. Головні ферми консольного крана виконуються як ґратчастими так і суцільностінними.

Механізм пересування консольного крана представлений на рис. 1.17.

Необхідне число приводних коліс встановлюється по запасу зчеплення ходових приводних коліс з рейкою.

Механізм пересування (рис. 1.17) складається з двигуна 1, гальма 3, двох черв'ячних або конічних редукторів 4, муфт 2 і ходових коліс 5.

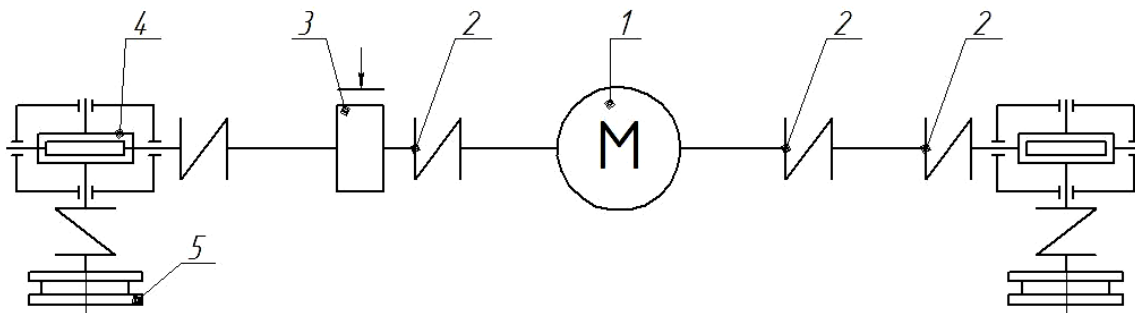


Рис. 1.17. Механізм пересування консольного крана

#### *Консольні поворотні крани*

Консольний поворотний кран (рис. 1.18) складається з поворотної і неповоротної частини. Неповоротна частина крана включає візок 1. У центрі візка встановлена нерухома колона 3, яка служить для передачі зусиль поворотної частини і згинального моменту, діючого на кран, з поворотної конструкції крана на неповоротну частку крана.

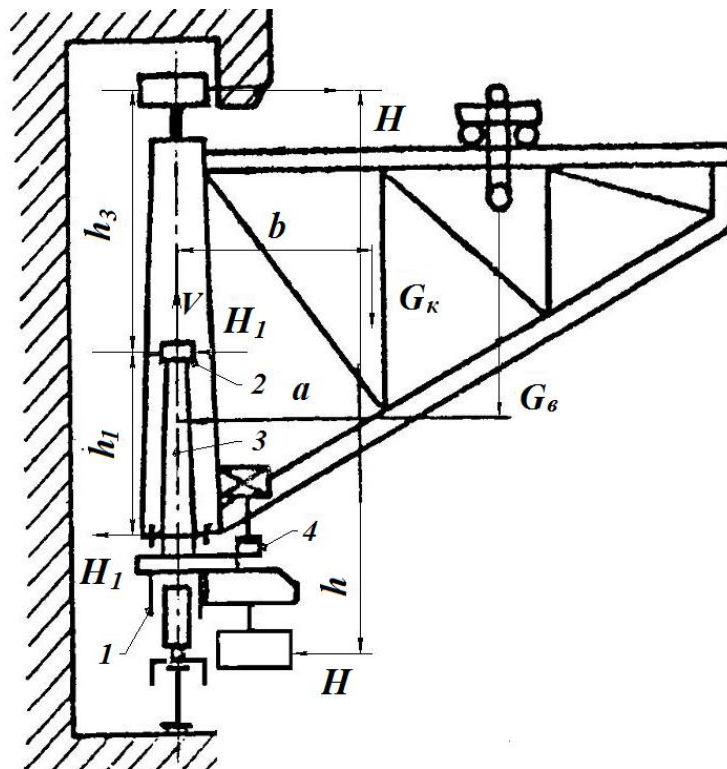


Рис. 1.18. Розрахункова схема консольного поворотного крана

У траверсі колони крана 2, для передачі вертикальних і горизонтальних навантажень встановлені опорний і радіальний підшипники. Внизу на конструкції крана, що обертається, встановлюється роликівна коробка 4, сприймаюча горизонтальні навантаження від перекидаючого моменту вантажу, що викликається масою, вантажним візком і стріловидною поворотною частиною крана.

Зміна вильоту стріли у поворотних консольних кранів здійснюється, якщо кран без вантажного візка, шляхом повороту консолі, якщо кран має вантажний візок, то одночасно поворотом консолі і пересуванням візка.

При положенні консолі паралельно рейковому шляху верхні і нижні горизонтальні ролики не навантажені.

*Автонавантажувачі* (рис. 1.19) призначені для перевантаження штучних вантажів на відкритих і закритих складах, будівництвах, промислових і торговельних підприємствах, вантажних залізничних станціях і портах. Назва утвердилася за цим типом машин з часом, коли їх робоче обладнання монтували на скороченому і посиленому шасі вантажного автомобіля.



Рис. 1.19. Вилочний автовантажувач з телескопічною щоглою, що нахиляється

Сьогодні головною відмінною особливістю автовантажувачів є вантажопідйомна щогла (або рама), на якій монтуються вантажозахватні органи. Щогла шарнірно кріпиться до рами автовантажувача (рис. 1.20) нижніми кінцями стійок і утримується у вертикальному або похилому положень гідروциліндром або гвинтовим механізмом. Щогла складається з декількох телескопічно сполучених секцій, що розсовуються телескопічними гідроциліндрами або спільними поліспастиами з плоских роликів ланцюгів і гідроциліндрів.

По напрямних щогли піднімається і опускається каретка, до якої кріпиться вантажозахватний орган: вила, вантажопідйомний гак або траверса. Автовантажувачі комплектуються дизельними двигунами гідромеханічною трансмісією з гідротрансформатором і автоматичною коробкою передач.

Ведучим є тільки передній міст, так як сили тяги, забезпечується їм завдяки масі вантажу, що перевозиться, вистачає для переміщення по рівній поверхні, на яких працюють автовантажувачі.

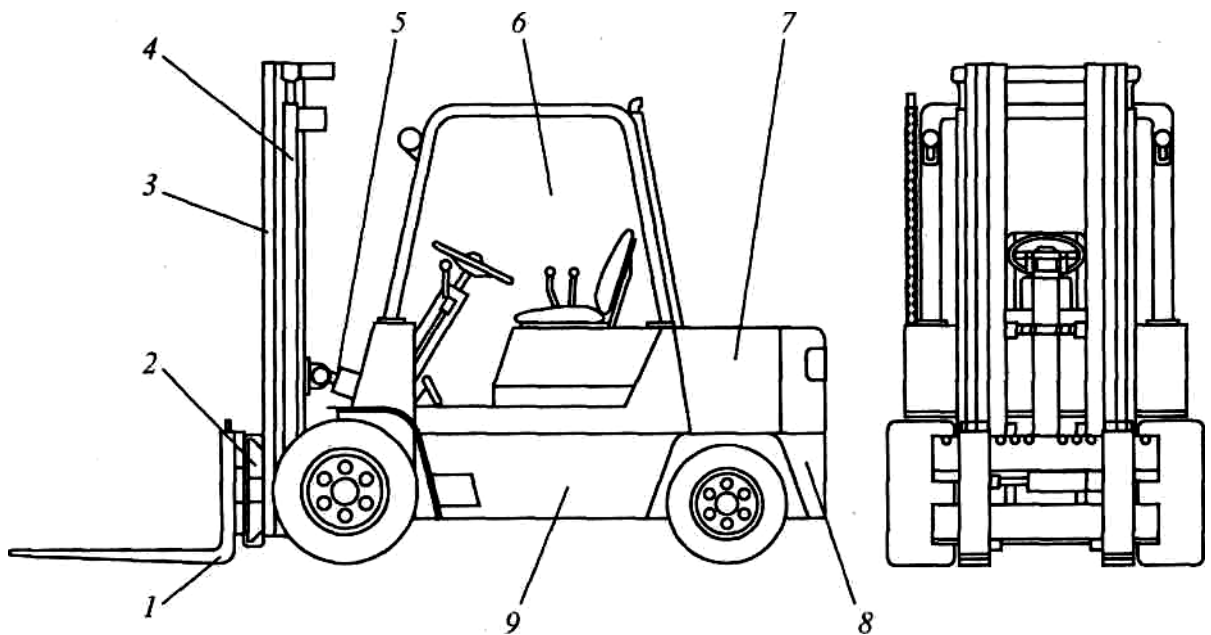


Рис. 1.20. Будова автонавантажувача:

1 - вили; 2 - каретка для кріплення робочого органу; 3 – телескопічна щогла; 4 - гідроциліндри підйому/ опускання; 5 - механізм нахилу щогли; 6 – кабіна машиніста; 7 - моторний відсік; 8 - противага; 9 - рама базового шасі

Маневрування здійснюється тільки задніми колесами, керованими гідроциліндрами (рис. 1. 21).

Для вітчизняних навантажувачів встановлений ряд вантажопідйомності 1; 2; 3,2; 5; 10; 16 та 20т. Випускаються з вантажопідйомністю до 60 т.

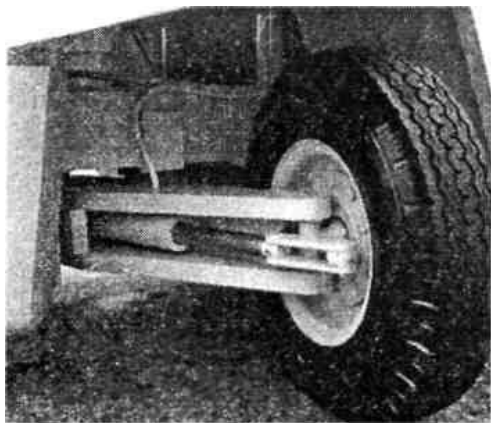


Рис. 1.21. Гідроциліндр керування задніми колесами

Згідно ГОСТ [17] автонавантажувачі загального призначення мають умовні позначення АПП-3,2; АПІ-5; АПП-5; АПІ-10; АПІ-16 та АПІ-20.

Букви АП означають автонавантажувач, римська цифра І – нормальний тип, цифра ІІ – машина покращеної маневреності, а арабські цифри – вантажопідйомність в т.

Ці навантажувачі відповідають відповідно моделям 4013; 4013І; 4014; 4014І; 4045Р; 4028 Львівського заводу автонавантажувачів.

Навантажувачі з електродвигунами (*електронавантажувачі*) використовуються для переміщення штучних вантажів в складах, цехах, а також для пересування вантажів з критих вагонів.

В залежності від числа опор їх ділять на чотирьохколісні та трьохколісні. Чотирьохколісна ходова частина забезпечує навантажувачу більшу поперечну стійкість, та більші швидкості пересування та підйому вантажу, більшу висоту його штабелювання. Вона виконується в малогабаритних навантажувачах моделей 4004, ЕП-103, ЕП-106, ЕВ 677-22-7 фірми „Балканкар”, ЕП-201, ЕП-202.

У вибухонебезпечних приміщеннях та зовнішніх установках, де за умовами роботи можливе утворення вибухонебезпечних сумішей, використовують електронавантажувачі ЕПВ-104, ЕПВ-105.

На трьохколісному шасі виготовлені малогабаритні електронавантажувачі підвищеної маневреності моделей ЕП-0601, ЕП-0801, ЕП-1003 та ЕП-1201.

В табл. 1.1 наведені технічні характеристики деяких електронавантажувачів.

*Таблиця 1.1*

**Технічні характеристики електронавантажувачів**

Параметри	Моделі електронавантажувачів			
	ЕПВ-105	ЕП-106	ЕП-202	ЕП-0801
Вантажопідйомність, кг	750	1000	2000	800
Висота підйому, м	1,8; 2,8; 4,5	1,8; 2,8; 4,5	1,8; 2,8; 4,8	3000
Швидкість пересування, м/с	1,9	2,6	3,8	2,5
Швидкість підйому, м/с	0,13	0,15	0,17	0,17
Потужність двигуна, кВт	2,5	4	5,5	2*7,3
Маса, кг	2310; 2330; 2440	2300	3640	1680

Чотирьохколісний електронавантажувач (рис. 1.22) встановлений на масивних гумових шипах. До рами шасі 5 навантажувача жорстко закріплений передній ведучий міст 11 обидва ходових колеса якого отримують обертання від електродвигуна 8 через диференціал.

Задній міст 6 опирається через дві ресори на раму і обладнаний двома колесами, керованими водієм навантажувача за допомогою рульового механізму 3.

Над ведучим мостом шарнірно закріплена рама вантажопідйомника, на якій встановлені плунжерний односторонньої дії

гідроциліндр підйому і каретка 10 з вилочними захватами 9. Рама обладнана двома гідроциліндрами 2 нахилу її вперед при захваті вантажу, і назад при його транспортуванні.

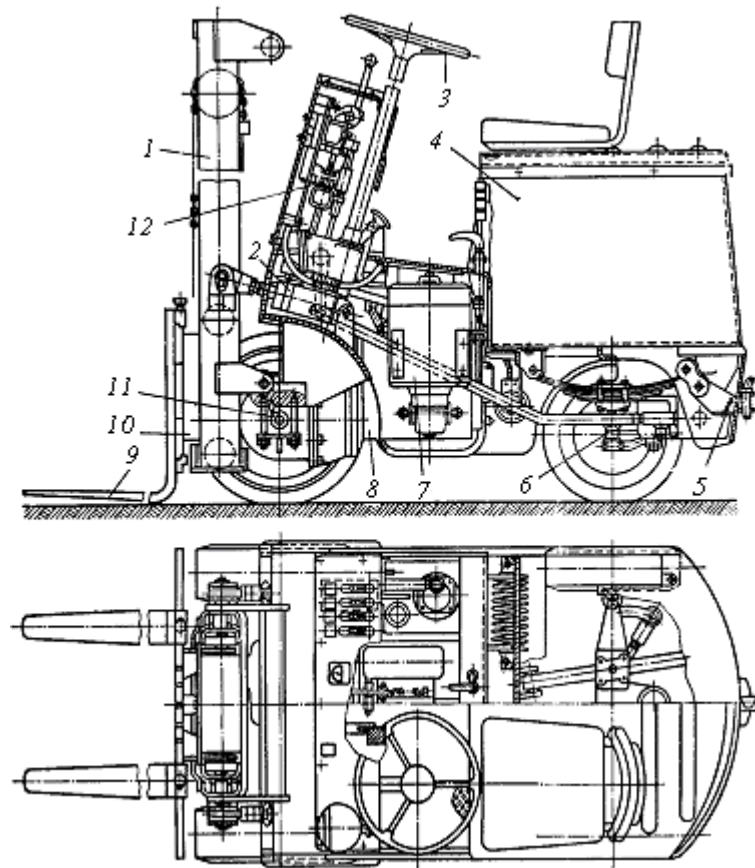


Рис. 1.22. Вилочний електронавантажувач ЕП-103

Навантажувач моделі ЕП-106 повторює конструкцію моделі ЕП-103, відрізняється від останнього обладнанням ходових коліс пневматичними шинами.

Телескопічні навантажувачі-маніпулятори (рис. 1.23) можуть використовуватися практично у всіх сферах промислового та сільськогосподарського виробництва.

У будівництві їх застосовують для вивантаження будівельних матеріалів і обладнання з автотранспорту, переміщення вантажів по будівельному майданчику та подачі їх в зону дії баштових кранів, подачі і позиціонування металевих конструкцій при складанні несучих каркасів промислових корпусів і установок.

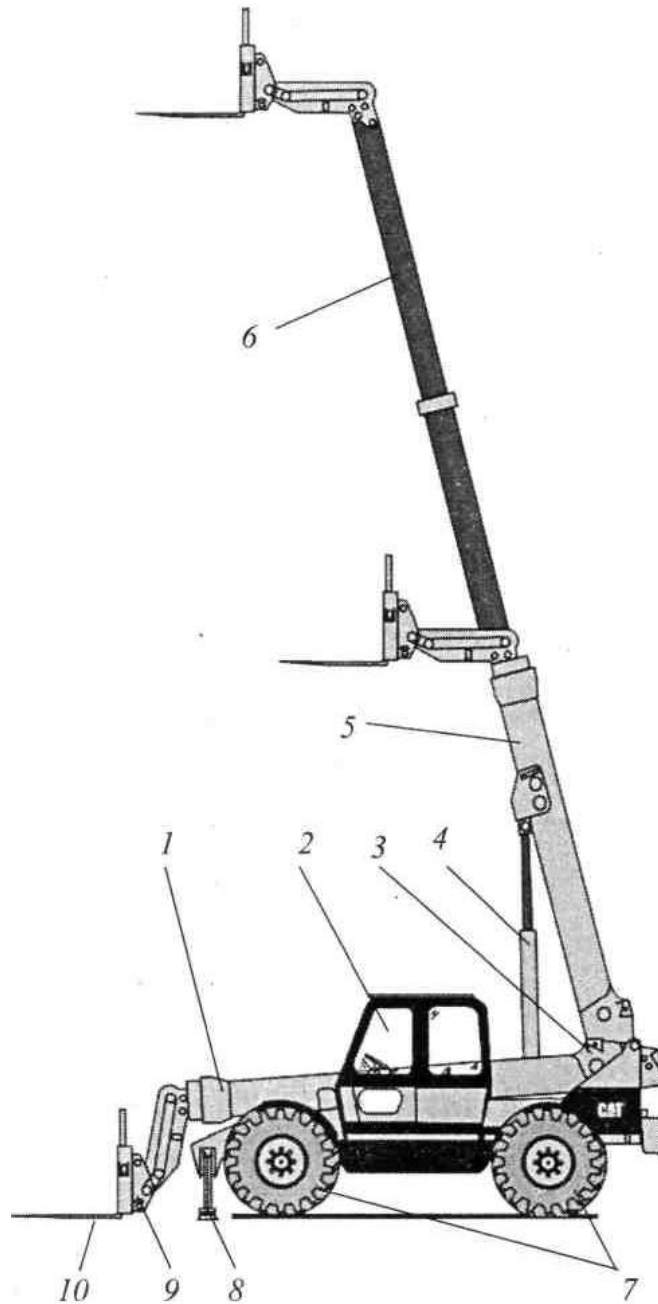


Рис. 1.23. Телескопічний навантажувач:

1 – зібрана стріла в транспортному положенні; 2 – кабіна оператора; 3 – малий гідроциліндр підйому стріли; 4 – великий гідроциліндр підйому стріли; 5 – зібрана стріла під максимальним кутом нахилу; 6 – повністю розсунута телескопічна стріла під максимальним кутом нахилу; 7 – пневмоколісне шасі; 8 – висувні опори (аутригери); 9 – швидкодіюче захоплення змінного обладнання; 10 – вила для штучних вантажів

Від інших типів навантажувачів ці машини відрізняються більшою висотою підйому вантажу (до 20 м і більше), хорошою

маневреністю, універсальністю і точністю подачі вантажів. Досягається це використанням набору типових для більшості телескопічних навантажувачів технічних рішень: телескопічна стріла; швидкодіюче захоплення змінних робочих органів; додаткові гідравлічні контури для активних робочих органів (щелепні ковші, бетонозмішувачі, і т. п.) з швидкокороз'ємними з'єднувальними муфтами; поворот передніми або задніми колесами, «крабом» і «колія в колію»; повнопривідне шасі; розширений набір змінних робочих органів (неповноповоротний екскаватор, багатоцільовий щелепний ківш, вила, підмітальні щітки, кранова стріла з лебідкою, цебер для бетону, бетонозмішувач, пасажирська платформа).

Зазначені переваги дозволяють телескопічним навантажувачів з високою-кою ефективністю виконувати практично будь-які роботи в будівництві, в тому числі і транспортному. Велика частина машин оснащена передніми аутригерами та компенсаційних пристроєм, який утримує шасі в горизонтальному положенні при роботі на поперечних ухилах до  $10^\circ$ . Телескопічна двох- або трьохсекційна вантажна стріла має коробчатий перетин, а її оголовок обладнаний швидкодіючим захопленням робочих органів. Підйом, опускання і розсування стріли здійснюється гідроциліндрами.

Телескопічні навантажувачі-маніпулятори вдало поєднують в собі переваги, щонайменше, трьох класів машин: фронтальних одноківшових навантажувачів, самохідних стрілових кранів і навантажувачів підвищеної прохідності.

**Міні-навантажувачі з бортовим поворотом** (рис. 1.24) призначені для виконання невеликих обсягів вантажно-розвантажувальних робіт і перевезення вантажів на невеликі відстані. Вантажопідйомність більшості сучасних міні-навантажувачів з бортовим поворотом знаходиться в діапазоні 300...1500 кг.

Міні-навантажувачі з бортовим поворотом являють собою короткобазові чотириколісні повнопривідні шасі, що низько сидять, з невеликим дорожнім просвітом і гідрооб'ємною ходовою трансмісією. Колеса лівого і правого бортів приводяться в дію окремими гідромоторами і можуть працювати в режимі протиобертання. Завдяки

цьому міні-навантажувачі маневрують, гальмуючи колеса одного з бортів або змушуючи колеса протилежних бортів обертатися в різні боки.



Рис. 1.24. Міні-навантажувач з бортовим поворотом

Колеса одного борту, як правило, приводяться в дію від валу гідромотора ланцюговою передачею, що забезпечує кінематичне узгодження їх кутових швидкостей, але зустрічаються і варіанти з гід्रोоб'ємними мотор-колесами, в яких узгодження кутових швидкостей здійснюється гідравлічно. Гальмування здійснюватись припиненням подачі рідини до всіх гідромоторів або гідромоторами одного борту і гарантується гідрозамками. Бортовий поворот робить ці машини надзвичайно маневреними, але наділяє їх рядом недоліків. Серед них: підвищений знос шинного протектора, жорсткі вимоги до стабільності тиску в пневмоколесах (поворот при тиску нижче номінального призводить до пошкодження боковини камерного і розгерметизації безкамерного колеса), обмеження швидкості, втрата поздовжньої стійкості, пошкодження шинами м'яких штучних, трав'яних і ґрунтових покриттів .

Стандартне ходове обладнання міні-навантажувачів включає безкамерні шини з розвиненим протектором для роботи на ґрунтах. У випадку, якщо умови роботи пов'язані з підвищеним ризиком пошкодження шин, можна використовувати колеса, обід яких набраний з

декількох гумових секторів, з ізольованою повітряною порожниною всередині кожного. Пошкодження одного з секторів не приводить до виходу колеса з ладу, а кожен із секторів може бути замінений незалежно від інших. Можлива також комплектація міні-навантажувача гусеницями зі сталевими або гумовими траками, що одягаються на колеса і знижують питомий тиск машини на ґрунт при одночасному підвищенні її прохідності.

Робоче обладнання міні-навантажувача включає, як правило, змінний робочий орган, швидкодіючу захоплення, вантажну стрілу і гідросистему, що забезпечує підйом / опускання стріли, нахил ковша і роботу органів з автономним гідроприводом. Асортимент змінних робочих органів досить широкий і включає ковші різного об'єму з фронтальним і бічним розвантаженням, виличні й грейферні захвати, навісний екскаватор «зворотна лопата», фрези, дискові пили, вібротрамбовки, гідромолоти, траншеєкопачі, бури, бетонозмішувачі, підмітальні щітки, відвали, снігоприбиральні пристрої і т.д.

**Підвісні лебідки (талі) і тельфери** розподіляються на ручні і з електричним приводом.

У ручної талі з черв'ячною передачею (рис. 1.25) вантажопідйомне зусилля прикладається до ланцюгового колеса 8 через ланцюг 9.

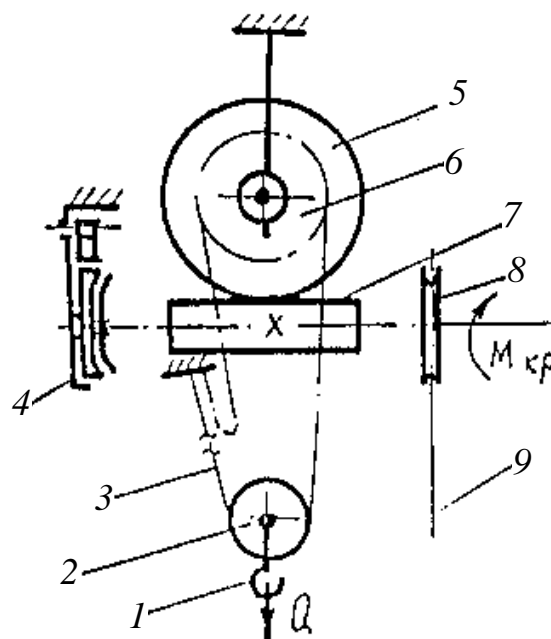


Рис. 1.25. Схема ручної талі:

1 – гакова обойма; 2 – шків; 3 – вантажний ланцюг; 4 – вантажоупорне гальмо; 5 – черв'ячне колесо; 6 – зірочка; 7 – черв'як; 8 – ланцюгове колесо; 9 – ланцюг

Колесо міцно закріплене на валу двозахідного черв'яка 7, з'єднаного з вантажоупорним гальмом 4. На валу черв'ячного колеса 5 закріплена зірочка 6, зубці якої зачеплені з ланками вантажного ланцюга 3, на якому підвішений шків 2 з крюковою обоймою 1, яка утримує вантаж  $Q$ .

Колове зусилля  $F$ , яке прикладається до ланцюгового колеса 8 для підйому вантажу  $Q$ , визначається з виразу:

$$\frac{1}{2} F r_1 \eta = \frac{1}{2} Q r_1, \quad (1.1)$$

де  $r$  і  $r_1$  – відповідно, радіуси ланцюгового колеса й зірочки;  $i$  – передаточне число черв'ячної передачі;  $\eta$  – ККД талі.

Вантажопідйомність ручних талей – до п'яти тонн.

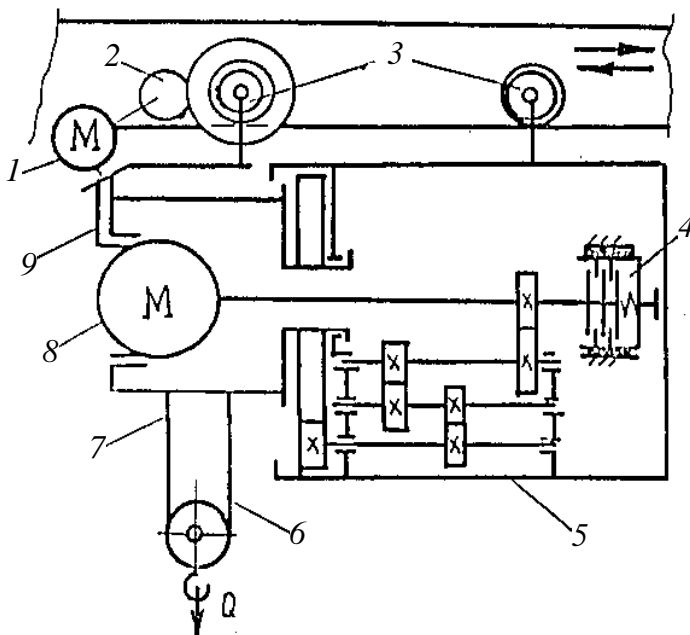


Рис. 1.26. Схема тельфера:

1 – двигун механізму переміщення; 2 – редуктор; 3 – котки; 4 – гальмо; 5 – редуктор; 6 – канат; 7 – барабан; 8 – двигун вантажопідйомного механізму; 9 – корпус

Таль з електричним приводом підйому вантажу рухається по металевій балці (тельфер) таврового (двотаврового) перерізу за допомогою механізму пересування, який включає електродвигун 1, редуктор 2, конічні котки 3 (рис. 1.26). Механізм підйому вантажу складається з корпусу 9, всередині якого розташовані кінематично зв'язані

між собою електродвигун 8, редуктор 5, барабан 7 та електромагнітне гальмо 4.

Розгальмований вал електродвигуна обертає вали чотириступінчатого редуктора. На вихідному валу редуктора закріплений барабан, який, обертаючись, намотує на себе вантажний канат 6.

Підймання й опускання вантажу виконується в реверсивному режимі роботи двигуна. При будь-якій зупинці двигуна спрацьовує гальмо.

Електроталі випускаються вантажопідйомністю 5...10 т, швидкість підймання вантажу – 0,13 м/с, швидкість переміщення (для тельферів) – 0,33 м/с, висота підймання – 6 м.

*Ліфти* застосовують для переміщення вантажів між поверхами.

Ліфт – стаціонарний підйомник перервної дії, у якого кабіна (або платформа) переміщається жорсткими вертикальними напрямними, встановленими в огороженій з усіх боків шахті. Пасажирські ліфти мають вантажопідйомність від 320 до 1600 кг та швидкість руху 0,5...7 м/с. Вантажні ліфти випускають вантажопідйомністю до 10 т за швидкостей руху 0,18...0,5 м/с. Висота підйому – до 150 м.

Ліфт (рис. 1.27) складається з кліті (кабіни) 6, підвішеної за допомогою траверси на канатах 5 і пересувається вертикально в напрямних шахти 3. Канати огинають канатоведучий барабан і напрямні шківів 7. Кількість канатів залежить від вантажопідйомності ліфта.

Для зменшення навантаження електродвигуна лебідки кабіни і половина номінальної маси вантажу врівноважуються противагою 4, яка підвішена до канатів і переміщається в напрямних 2. При підйомі вантажу противагу опускається, а при опусканні кабіни – піднімається.

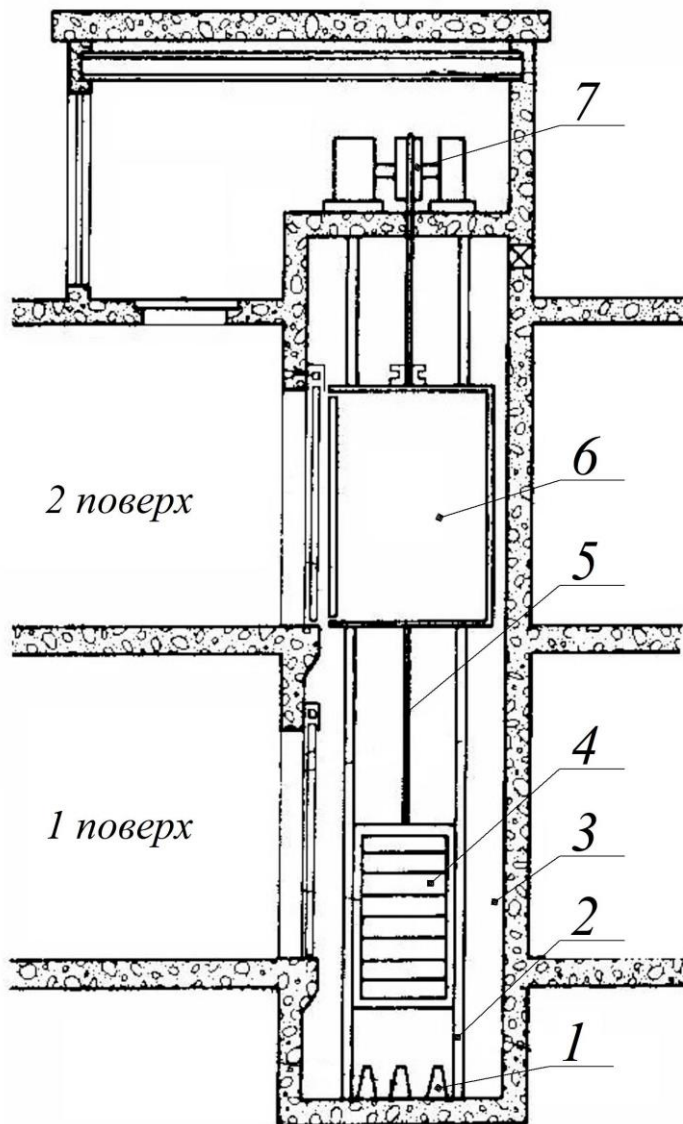


Рис. 1.27. Ліфт

**Стрічкові конвеєри** широко застосовуються на заводах будівельних матеріалів для переміщення насипних і штучних вантажів в горизонтальній і похилій площинах.

Стрічкові транспортери діляться на пересувні і переносні, що застосовуються при переміщенні матеріалів на невеликій відстані (від 5 до 20 м), напівстаціонарні і стаціонарні при переміщенні вантажів від 30 до 250 м.

Стрічковий транспортер представляє нескінченну гнучку стрічку, що огинає два кінцевих барабана, - привідний і натяжний, - з яких привідний надає стрічці рух. У прольоті між барабанами стрічка спирається на низку роликів, встановлених з певним інтервалом на рамі.

Гілка стрічки, що несе вантаж, називається робочою на відміну від нижньої - холостої.

З метою збільшення продуктивності транспортера робочої гілки стрічки дуже часто надається жолобоподібна форма. Це досягається спеціальною конструкцією підтримуючих роликів. На відміну від них для запобігання стрічки під час руху від зсуву в сторони іноді встановлюють особливі запобіжні напрямні ролики.

При роботі по похилому напрямку кут підйому транспортеру не повинен перевищувати  $2/3$  кута природного укусу матеріалу в русі (зазвичай в середньому не вище  $22^\circ$ ).

Конфігурація стрічкових транспортерів у плані може бути тільки прямолінійною. У вертикальній площині вона може бути як прямолінійною, так і ламаною.

Продуктивність стрічкових транспортерів в залежності від ширини стрічки, швидкості її та роду транспортованого матеріалу коливається в досить широких межах і доходить до 2000 т/год.

При необхідності транспортування матеріалів на великі відстані встановлюються послідовно ряд транспортів напівстаціонарного типу, так званих ланкових транспортерів, що допускають швидкий монтаж і демонтаж.

Пересувний стрічковий конвеєр (рис. 1.28, а) використовують для подання будівельних матеріалів по похилій площині до місця їх укладання, на перевантажувальних роботах і як живильник для завантаження машин (дробарок, змішувачів і т.і.). Максимально допустимий кут нахилу обмежується кутом природного укусу матеріалу. Переміщувати сипкий матеріал конвеєром практично можна під кутом нахилу не більше  $20...24^\circ$ . При більших кутах він скочується по стрічці донизу і продуктивність конвеєра різко знижується. У цьому випадку застосовують спеціальні стрічки з поперечними планками і ребордами.

Прогумована нескінченна стрічка 1 шириною від 400 до 1000 мм є несучим і тяговим органом. Вона охоплює привідний 2 і натяжний 7 барабани.

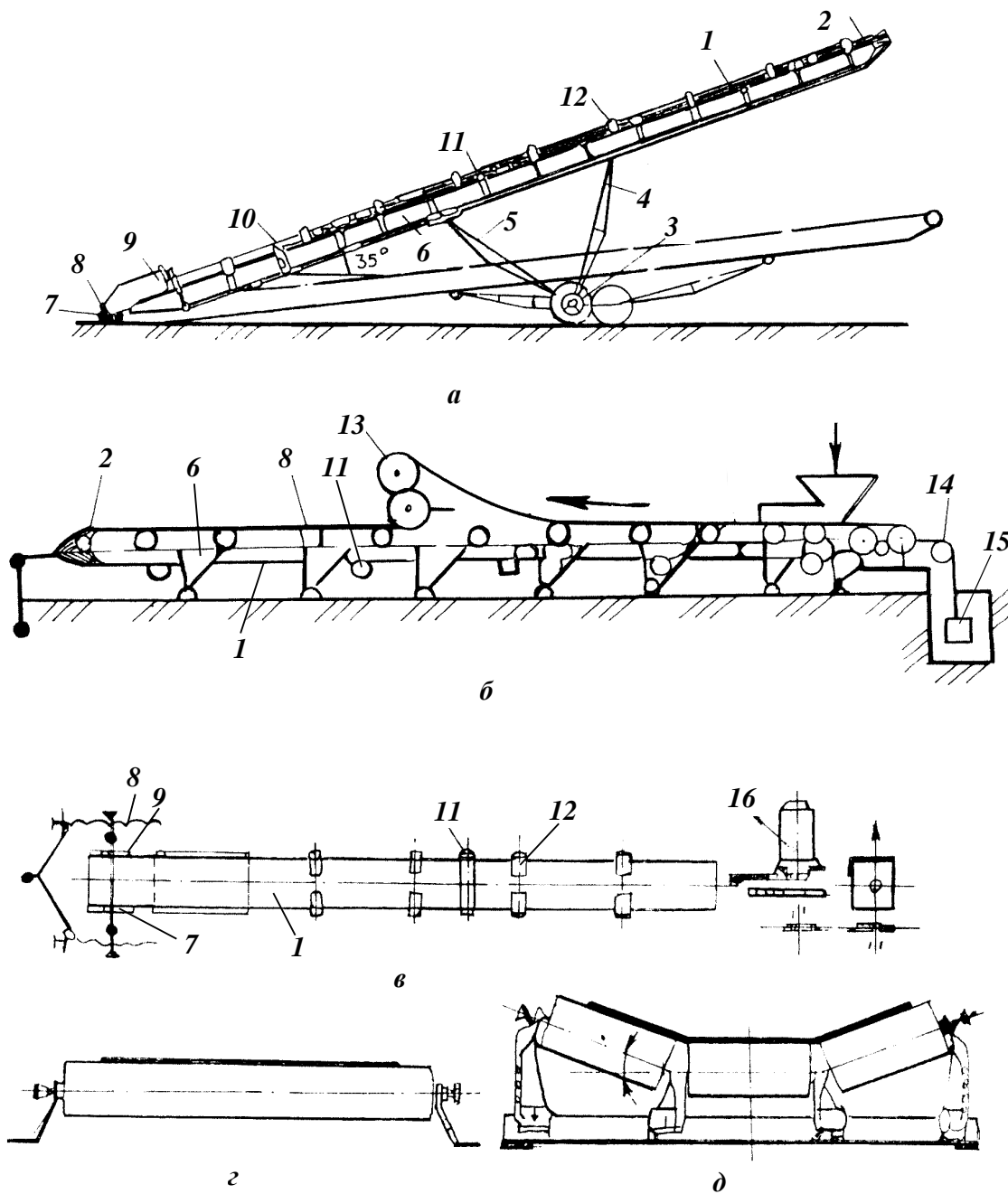


Рис. 1.28. Стрічкові конвеєри: *а* – пересувний; *б* – напівстаціонарний; *в* – схема конвеєра; *г* – схема плоскої роlikоопори; *д* – схема жолобчастої роlikоопори: 1 – стрічка; 2 – привідний барабан; 3 – ходове обладнання; 4 – рухома опора; 5 – нерухома опора; 6 – несуча ферма; 7 – натяжний барабан; 8 – поліспаст; 9 – воронка; 10 – лебідка; 11 – підтримуючі ролики; 12 – опорні ролики; 13 – розвантажувальний візок; 14 – натяжний пристрій; 15 – вага; 16 – електродвигун

У проміжку між барабанами верхня робоча гілка підтримується опорними роликами 12, а нижня (холоста) – роликами 11. Барабани та

ролікоопора закріплені на несучій фермі 6. Барабан 2 приводиться в рух електродвигуном 16 через зубчастий редуктор і ланцюгову передачу.

Несуча ферма за допомогою нерухомої 5 і рухомої 4 опор встановлена на двоколісний хід 3. Нерухома опора з фермою та віссю колісного ходу з'єднана шарнірно, а рухома – шарнірно з колісним ходом і через напрямні з фермою 6. До верхньої частини рухомої опори приєднаний поліспаг 8, один кінець каната якого закріплений на барабані ручної лебідки 10. З їх допомогою змінюють кут нахилу ферми до горизонту.

Стрічка конвеєра приводиться в рух силою тертя, яка виникає між привідним барабаном і стрічкою. Натяг стрічки, для забезпечення необхідної сили тертя, досягають переміщенням барабана 7 натяжним пристроєм 14. Матеріал на стрічку конвеєра завантажують через воронку 9, а вивантажують скиданням, коли стрічка огинає барабан 2.

Ролікоопори під робочу гілку стрічки роблять плоскими (рис. 28, з) і жолобчастими (рис. 1.28, д). Стрічка, розташована на ролікоопорах, копіює їх форму. Конвеєри з жолобчастою стрічкою при переміщенні сипких матеріалів мають більшу продуктивність.

Напівстаціонарні (ланкові) стрічкові конвеєри (рис. 1.28, б) застосовують для переміщення великих мас ґрунту, піску, гравію тощо на порівняно великі відстані при спорудженні гідротехнічних об'єктів, у тимчасових кар'єрах і на складах. Ширина стрічки досягає 1600 мм при швидкості пересування ґрунту, піску та гравію – 2...3 м/с, каміння – до 1,5 м/с, бетонної суміші – 0,8...1 м/с.

Будова несучого та тягового органів у напівстаціонарних конвеєрах така сама, як і в пересувних. Несуча ферма зібрана з окремих ланок і встановлена нерухомо на окремі опори-фундаменти. На верхньому поясі ферми 6 крім ролікоопор прокладені дві рейки, на які встановлений розвантажний візок 13. Стрічка 1 огинає привідний 2 та натяжний 7 барабани конвеєра й напрямні барабани візка-скидальника. Якщо наявний такий візок, то матеріал можна скидати із стрічки в будь-якій точці по довжині конвеєра. Для цього візок зупиняють у потрібному місці. При русі стрічки від верхнього до нижнього напрямних барабанів візка матеріал скидається із стрічки на лоток, розташований перед візком, і звідти на один чи обидва боки (залежно від конструкції лотка) у відвал.

Натяг стрічки регулюється автоматично вагою  $15$ , маса якої підібрана з умови нормальної роботи конвеєра.

Стаціонарні стрічкові конвеєри відрізняються від напівстаціонарних тільки фермою, яку монтують на постійному фундаменті. Їх застосовують на допоміжних підприємствах будівництва та складах, розрахованих на довгий період експлуатації.

Завдяки достатнім силам тертя, які виникають між стрічкою та привідним барабаном, стрічка приводиться в рух і служить одночасно тяговим елементом та несучим органом.

Рух стрічки транспортера здійснюється від електродвигуна змінного струму короткозамкнутого загального призначення типу 4А або кранового виконання типу МТКФ.

Стрічкові конвеєри встановлюють горизонтально (рис. 1.29, *a*) і похило. Вони можуть змінювати напрям транспортування з похилого в горизонтальне (рис. 1.29, *б*) і навпаки (рис. 1.29, *в*); у останньому випадку щоб уникнути підведення стрічки над роликami перехід виконують по радіусу ( $R = 70 \dots 80$  м). Можуть виконуватися з проміжним перевантаженням (рис. 1.29, *г*) та напрямним розвантаженням (рис. 1.29, *д*).

Для транспортування сипких вантажів при великих кутах нахилу стрічку роблять ребристою і збільшують кут нахилу роликів до  $45^\circ$ . За літературними даними такі конвеєри можуть транспортувати матеріал під кутом до  $60^\circ$ .

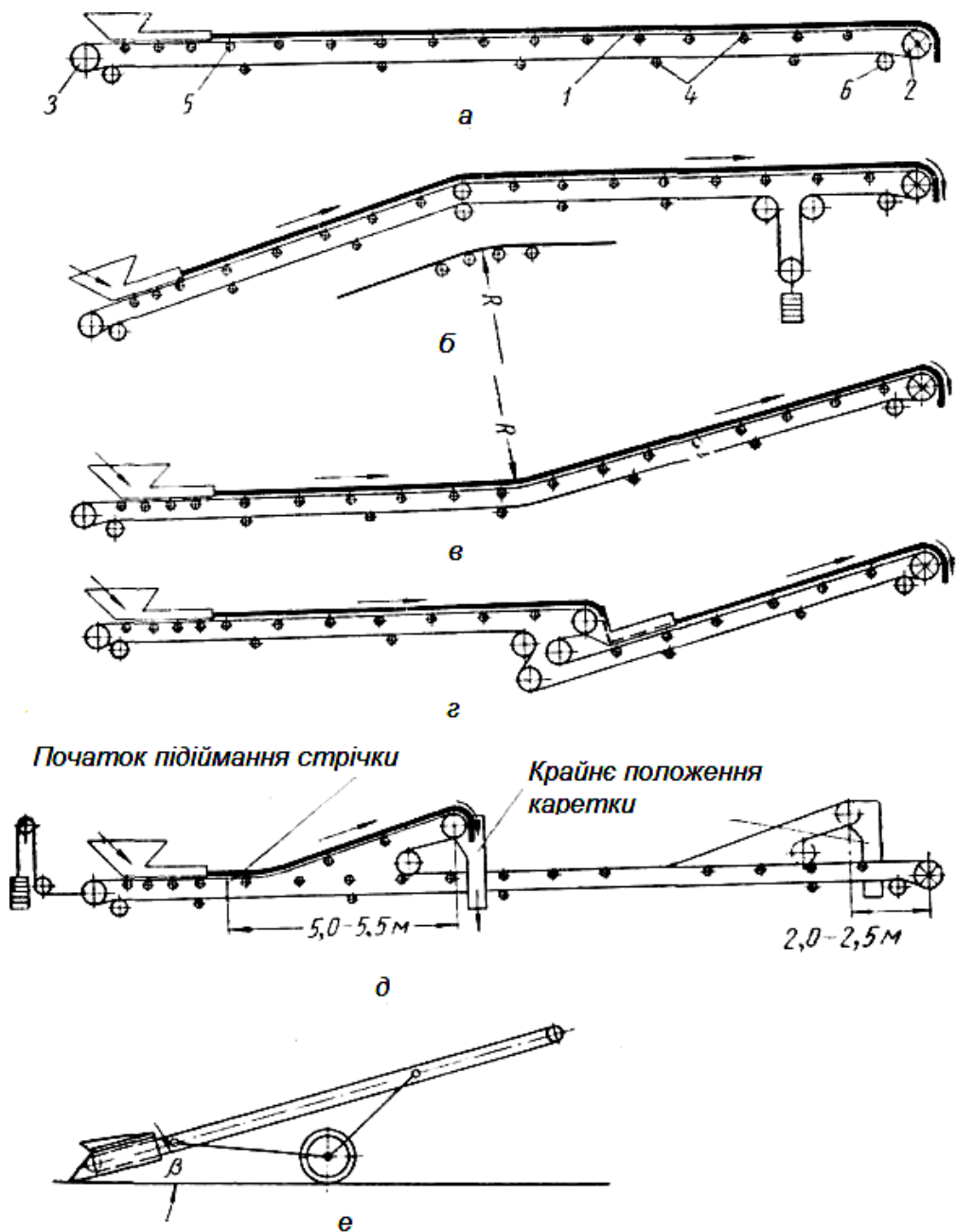


Рис. 1.29. Схеми стрічкових конвеєрів:

1 – стрічка; 2 – привідний барабан; 3 – натяжний барабан; 4,5 – ролики;  
б – обвідні ролики

**Пластинчасті конвеєри** застосовують для транспортування гарячих, а також і важких матеріалів з гострими кромками або штучних вантажів великої маси, для яких стрічковий транспортер мало придатний, наприклад, для подачі крупного каменю в дробарки, а також для транспортування гарячих матеріалів, деталей та виробів на машинобудівельних заводах і заводах будівельних конструкцій.

Вантаж розміщується на плоских або фасонних пластинах, прикріплених до тягового органу - ланцюга або сталевого каната.

Допустимий кут нахилу пластинчатого конвеєра з плоскими пластинами зазвичай менше, ніж стрічкового, оскільки кут тертя матеріалу вантажів об метал пластин в 2,5...3 рази менше, ніж об гумовотканинну стрічку. Фасонні пластини, що мають поперечні виступи на робочих поверхнях, дозволяють збільшити кут нахилу конвеєра.

Пластинчаті конвеєри (рис. 1.30) переміщують матеріал на стрічці, що складається з однієї або двох нескінченних тягових ланцюгів 4, що охоплюють зірочки 3 і 5, до яких прикріплені пластини 2, що утворюють настил (лускату стрічку). Пластинчата стрічка підтримується роликками 1, що рухаються по напрямних станини 6.

Тяговим органом у цих конвеєрів є два нескінченні ланцюга 4. Ширина пластинчатого настилу зазвичай складає 0,4...1,6 м, а швидкість руху - 0,01...1 м/с.

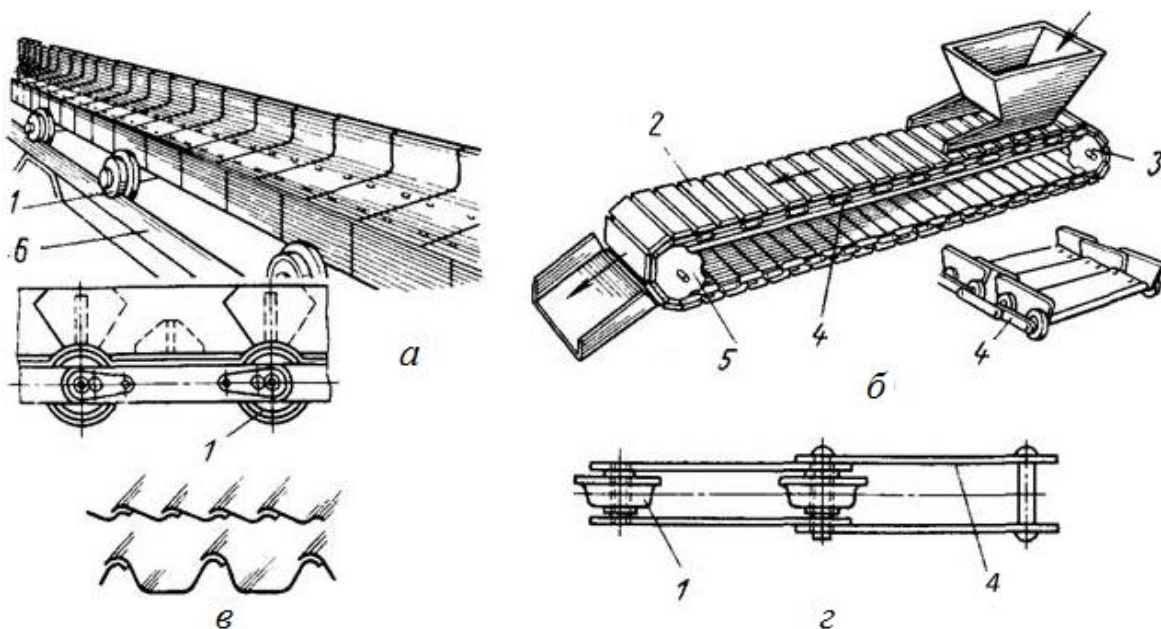


Рис. 1.30. Схеми пластинчастих конвеєрів: *а* – лотковий; *б* – плоский; *в* – схеми сполучення пластин; *г* – елемент тягового ланцюга

При переміщенні сипких матеріалів пластини мають лоткову форму, тому такі конвеєри називають лотковими. Для попередження розсипу матеріалу пластини перекривають одна іншу (рис. 1.40, *в*). Пластинчаті конвеєри можуть переміщати матеріал як в горизонтальному, так і похилому напрямках. Кут нахилу пластинчастих конвеєрів з плоскими пластинами, як і у стрічкових, не повинен

перевищувати  $15...20^\circ$ , але в конвеєрах з пластинами, що утворюють поглиблення, може досягати  $35^\circ$ .

Основною частиною **роликів конвеєрів (рольгангів)** є ролики, найчастіше виготовлені зі сталевих труб, змонтованих на рамі у підшипниках кочення. На роликах переміщуються штучні вантажі, наприклад, залізобетонні вироби.

За способом дії роликові конвеєри можуть бути неприводними (рис. 1.31) та приводними (рис. 1.32). На перших вантажі переміщуються під дією мускульної енергії робітника, який надає вантажу імпульс (при горизонтальних конвеєрах), чи під дією складової сили тяжіння вантажу (при гравітаційних пристроях), коли роликові секції встановлюються в транспортувальному напрямку під незначним ухилом  $-3...5^\circ$ .

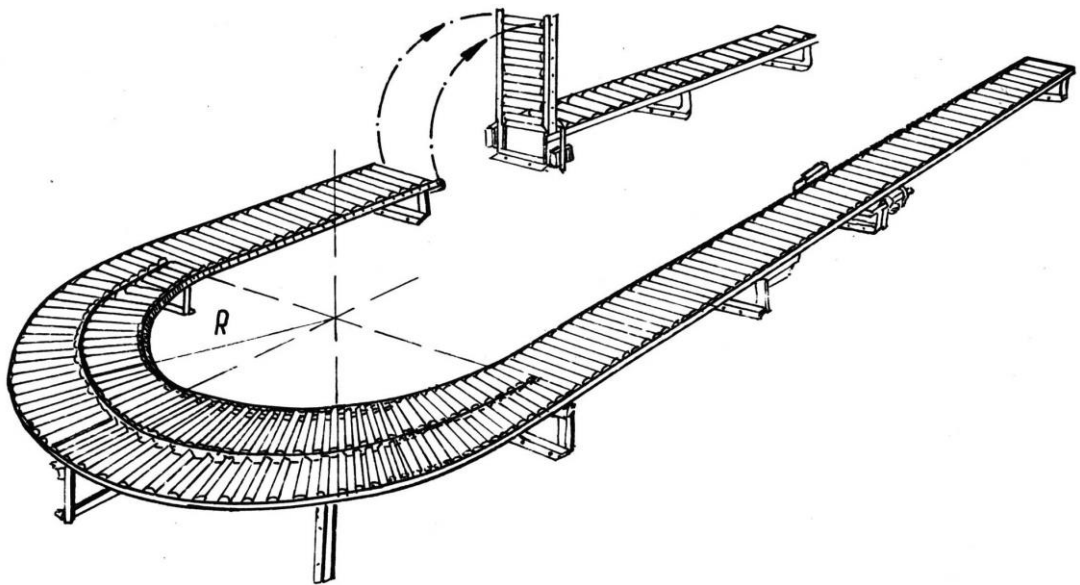


Рис. 1.31. Схема неприводного роликового конвеєра

На других ролики приводяться до обертання через привід і тертям надають рух вантажам (рис. 1.32).

У приводних конвеєрах ролики приводяться до обертання від індивідуального електродвигуна при транспортуванні важких вантажів, а при транспортуванні невеликих габаритів – клинопасовим приводом (рис. 1.32, *а*), від загального вала з зубчастими конічними передачами (рис. 1.32, *б*), ланцюговою чи канатною тягами.

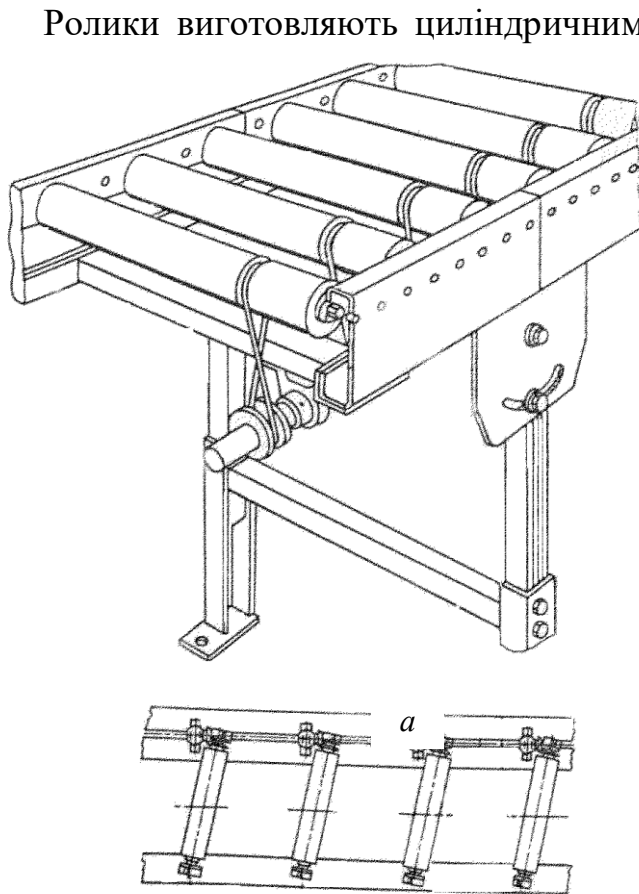


Рис. 1.32. Приводи роликів конвеєрів: *а* – клинопасовий; *б* – з зубчастими передачами

Ролики виготовляють циліндричними, конічними і циліндрично-конічними, гладкими, з рифленнями, литими зі спіраллю і з наварною спіраллю. Останні два види можуть бути виготовлені з односторонньою спіраллю – для скидання вантажу в один бік, чи з двосторонньою – для скидання в різні від напрямку руху вантажу боки. Для скидання матеріалу в сторону також застосовуються гладкі ролики, що встановлені під кутом до поперечної осі конвеєра.

Пристрої у яких вантаж масою  $m$  переміщується вниз під

дією складової власної сили тяжіння  $mg \sin \alpha$  (рис. 1.32) називають **гравітаційними**. Розрізняють чотири види гравітаційних пристроїв: прості, роликіві, візкові та гвинтові.

Прості гравітаційні пристрої виконують у вигляді прямої похилої площини (рис. 1.33, *а*) чи з гальмівною ділянкою внизу (рис. 1.33, *б*), у вигляді жолобів, труб, лотків різної форми і т.і.

Для транспортування вантажу донизу (рис. 1.33, *в*) застосовують гравітаційні гвинтові пристрої, які можуть бути площинними чи роликівими. Вантаж в такому випадку рухається по гвинтовій поверхні. Гвинтова площина складається з окремих штампованих секцій, які прикріплюються до центральної стійки. Секції достатньо часто виготовляють дерев'яними і армують листовою сталлю. Швидкість руху вантажу у гвинтовому гравітаційному пристрої залежить від типу вантажу, кута нахилу гвинтової поверхні та її стану.

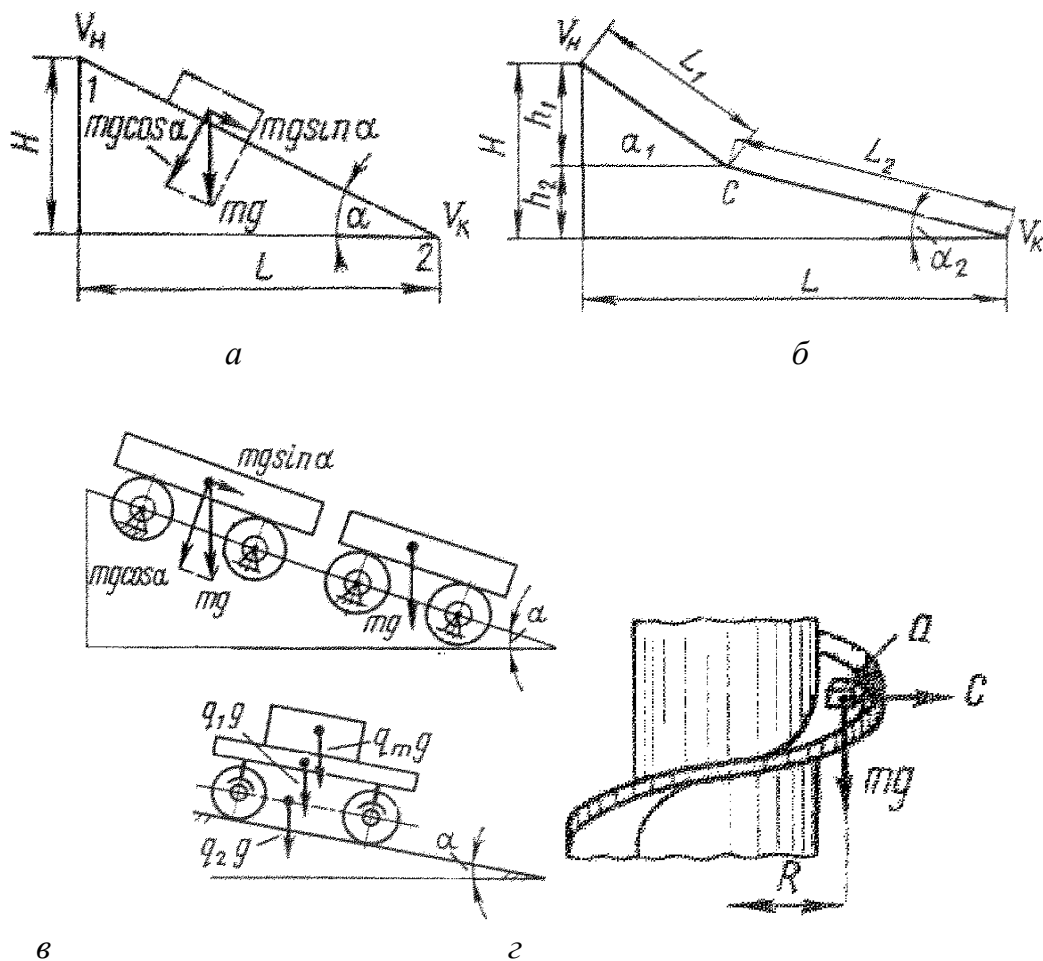


Рис. 1.33. Схеми гравітаційних пристроїв:  
 а – простого; б – простого з гальмівною ділянкою;  
 в – роликового; г – гвинтового

### Запитання для самоперевірки

1. Класифікація підйально-транспортного обладнання за функціональним призначенням, ступенем механізації та родом перероблюваного вантажу.
2. Класифікація баштових кранів, в тому числі за видами башт, стріл, рушіїв.
3. Види механізмів баштових кранів та їх будова.
4. Призначення та будова порталних кранів.

5. Класифікація стрілових самохідних кранів, в тому числі за видами стріл.
6. Характеристики та будова пневмоколісних кранів.
7. Види кранів на спеціальному шасі автомобільного типу, їх вантажопідйомність.
8. Призначення, класифікація та будова мостових кранів, їх вантажопідйомність.
9. Класифікація козлових кранів, їх вантажопідйомність.
10. Призначення, будова та характеристики канатних кранів.
11. Призначення, класифікація та будова монорейкових і консольних кранів.
12. Призначення, характеристики та будова авто і електронавантажувачів.
13. Особливості конструкції та характеристики телескопічних навантажувачів-маніпуляторів.
14. Особливості конструкції та характеристики міні-навантажувачів.
15. Призначення, класифікація та будова талів та тельферів.
16. Класифікація, будова, застосування стрічкових конвеєрів.
17. Будова, застосування пластинчастих та роликкових конвеєрів.
18. Застосування та види гравітаційних пристроїв.

## **Розділ 2. Стелажні крани та обладнання**

### ***2.1. Пакування та контейнеризація вантажів***

Вантажі, у тому числі експортні та імпорتنі, які за своїми розмірами та властивостями можуть бути сформовані в транспортні пакети, мають пред'являтися відправником до перевезення у вагонах та контейнерах тільки в пакетному вигляді.

*Транспортний пакет* – це збільшене вантажне місце, сформоване з декількох окремих місць у тарі (ящиках, мішках, бочках тощо) або без тари (дошки, шпали, труби, тарна дощечка тощо), скріплених між собою за допомогою універсальних чи спеціальних, разового або багаторазового користування пакувальних засобів, на піддонах або без них.

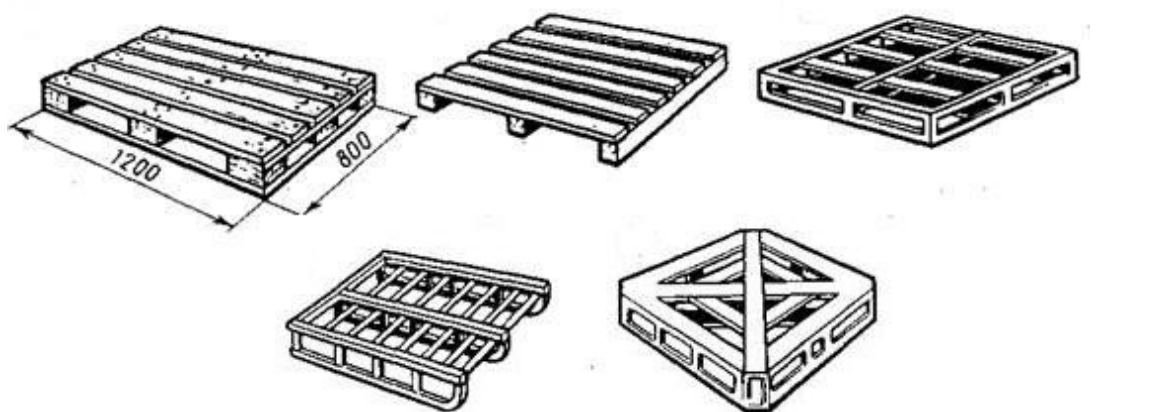
Необхідно, щоб засоби кріплення вантажу в пакети мали контрольні знаки відправника й унеможлилювали вилучення окремих

вантажних місць з пакета без порушення кріплення та контрольних знаків.

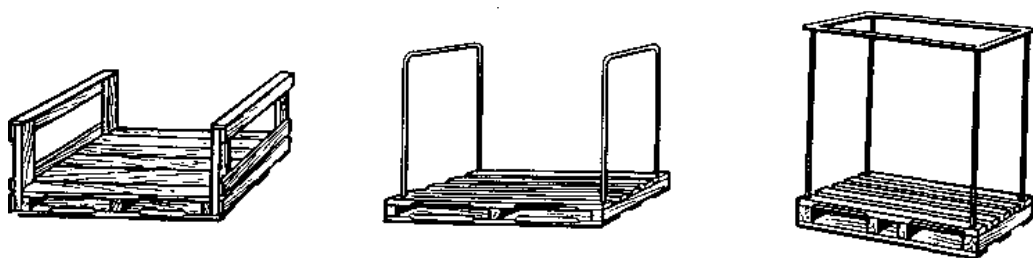
*Контрольними знаками можуть бути:* пломба з найменуванням відправника; контрольна стрічка, скріплена в замок; усадкова плівка. Приймання до перевезення вантажів, сформованих у пакети з порушенням зазначених вимог, не допускається. На пакеті вказується кількість місць у ньому. Параметри пакетів, спосіб укладання та кріплення вантажів у пакеті мають відповідати стандартам. При перевезенні в критих вагонах параметри транспортного пакета із застосуванням піддона багаторазового використання розмірами 800x1200 мм (євро) не повинні перевищувати 840x1240 мм. Можуть використовуватися пакети розміром 1000x1200 мм. Маса транспортного пакета (маса вантажу разом з пакетувальними засобами) при перевезенні в критих, ізотермічних вагонах і великовантажних контейнерах не повинна перевищувати 1 т, у середньотоннажних контейнерах – 120 кг. У разі перевезення транспортних пакетів на відкритому рухомому складі їх маса погоджується між відправником і одержувачем.

На рисунках 2.1 і 2.2 зображено види піддонів і схеми укладання і кріплення вантажів на плоских піддонах.

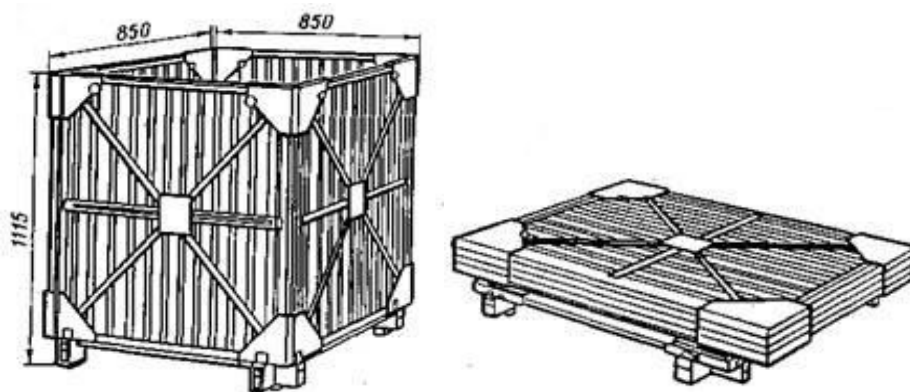
На практиці застосовують різні методи пакетування вантажних одиниць, такі як обандеролювання сталевими або поліетиленовими стрічками, мотузками, гумовими зчіпками, клейкою стрічкою та ін. Одним з найбільш прогресивних методів формування вантажних одиниць є пакетування вантажів за допомогою термоусадкової плівки. Метод побудовано на здатності полімерної плівки скорочуватися не менше ніж на 20 % під впливом температури, що перевищує температуру розм'якшення полімеру. На піддоні (або без нього) формують вантажний пакет із штучних вантажів, який обгортають або обандеролюють полімерною плівкою. Після короткочасного нагрівання плівка остигає, її поверхня скорочується (температура усадки плівки – 250 °С, витримка – 40 с). Усадка плівки викликає її натяг навколо вантажу, що сприяє збереженню геометричної форми пакета у процесі проведення з ним різних операцій.



*a*



*б*



*в*

Рис. 2.1. Види піддонів: *a* – піддони плоскі; *б* – стоякові піддони;  
*в* – пратчастий ящиківий піддон

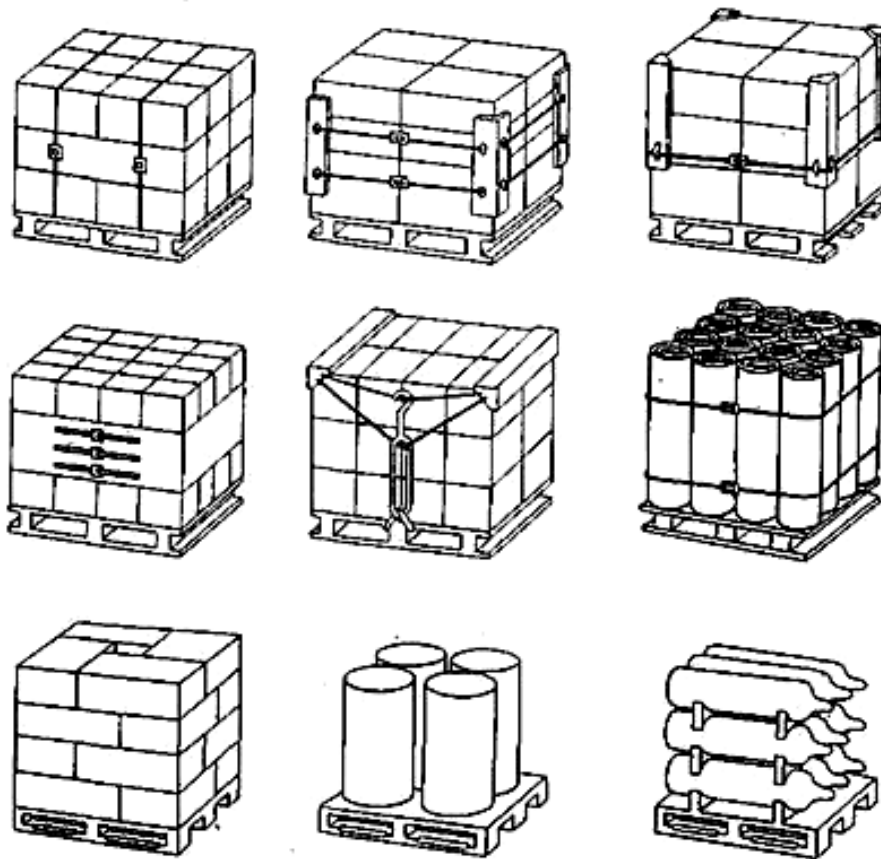


Рис. 2.2. Схеми укладання і кріплення вантажів на плоских піддонах

**Піддони.** Важливим технічним елементом системи транспортування тарно-пакувальних та штучних вантажів є піддони, використання яких дозволяє уніфікувати розміри вантажних місць, застосовувати пакетоформувальні машини і тим самим знизити собівартість перевантаження тарно-пакувальних та штучних вантажів. Технічна характеристика плоских піддонів наведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Технічна характеристика плоских піддонів**

Тип	Найменування	Розміри у плані, мм		Вантажопід- йомність, т
		довжина	ширина	
1	2	3	4	5
П2	Однонастільний	1200	800	1,0
	двозахідний	1200	1000	1,0
П4	Однонастільний	1200	800	1,0
	чотиризахідний	1200	1000	1,0
2П4	Двохнастільний чотиризахідний	1200	800	1,0

1	2	3	4	5
2ПО4	Двохнастильний чотиризахідний з вікнами у нижньому настилі	1200 1200	800 1000	1,0 1,0
2ПВ2	Двохнастильний двозахідний з виступами	1800	1200	2,0; 3,2
2ПВ02	Двохнастильний двозахідний з виступами та вікнами	1600	1200	2,0; 3,2

Найбільш поширеним типом плоского піддону є дерев'яний двохнастильний чотиризахідний з вікнами в нижньому настилі (рис. 2.3) та розмірами 1200x800x130 мм.

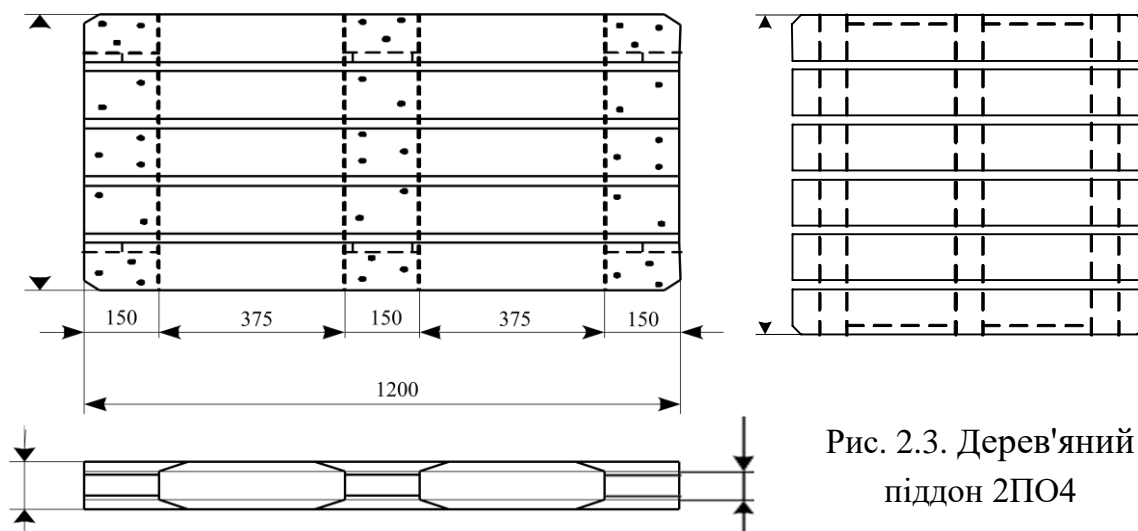


Рис. 2.3. Дерев'яний піддон 2ПО4

Плоский дерев'яний піддон складається з двох настилів (двохнастильний) та шашок. Верхній настил служить основою укладання матеріалів, нижній виконує функцію опори. Зазори, які утворюються між шашками, розташованими на деякій відстані один від одного, дають можливість піднімати піддон виловним вантажозахоплювальним пристроєм з будь-якої з чотирьох сторін. Ці типи піддонів відповідають стандартним розмірам, прийнятим Транспортною комісією Міжнародної торгової палати та задовольняють технічним вимогам при змішаних перевезеннях за участю двох та більше видів транспорту.

На внутрішніх шляхах сполучень можуть бути використані піддони 2ПВ2, 2ПВ02.

Ящикові та стійкові піддони мають також уніфіковані розміри, найчастіше 1200x800x1200 мм.

На закритих складах пакети встановлюються в ряди по 2 або 4 пакети в кожному. Ряди встановлюють паралельно або перпендикулярно до заїзних воріт, з проміжками між ними достатніми для розвороту штабелерів (навантажувачів). Допускається встановлення пакетів один на одного до 5 ярусів.

*Засоби скріплення та формування пакетів.* Важливим напрямом підвищення рівня комплексної механізації є широке впровадження транспортних пакетів, до яких належать укрупнені вантажні одиниці, сформовані різними способами з штучних вантажів у тарі або без неї із застосуванням засобів пакування, що зберігають форму в процесі обігу, та забезпечують можливість комплексної механізації ПРР та складських операцій.

Для скріплення пакетів використовують різні засоби, вибір яких залежить від роду вантажу, маси пакета, місцевих та інших умов. Як основні критерії вибору рекомендуються: надійність, експлуатаційні можливості та економічна ефективність скріплення. Стяжки та пояси застосовують для тарно-пакувальних вантажів невеликих розмірів: ящиків, пачок, рулонів.

Широке застосування для скріплення пакетів отримала сталеві стрічка, а останнім часом – стрічки зі штучних матеріалів. Обв'язка пакета вантажу стрічкою або дротом виконується за допомогою різноманітних автоматів, механізмів і пристроїв. При повній автоматизації процесу обв'язування пакета використовуються, як правило, стаціонарні обв'язувальні автомати, які розташовуються слідом за машиною, що пакує, і пов'язані з нею конвеєром. Технічні характеристики пакетоформуєчих та стрічкообв'язувальних машин дано в літературі.

Понад 80% готової продукції галузі перевозиться залізницями в критих вагонах або контейнерах. Універсальні контейнери вантажопідйомністю 3,5,10,20 і 30 т розміщують на відкритих залізничних платформах або автомобільних контейнеровозах. Перевага використання контейнерів полягає в тому, що крім транспортної вантажної одиниці, вони є і ємністю-сховищем, що не вимагає будівництва спеціальних критих складів і забезпечує надійне збереження вантажу.

Залізницею середньотоннажні контейнери перевозяться в універсальних напіввагонах і платформах, великотоннажні на

довгообазних платформах - контейнеровозах і іноді на універсальних платформах. Для збереження вантажів, що перевозяться, контейнери на вагонах розміщуються дверима один до одного таким чином, щоб доступ до дверей контейнерів в дорозі виключався.

Для перевезення контейнерів автомобільний транспорт має у своєму розпорядженні автомобілі та автопоїзди – контейнеровози, деякі моделі з них обладнані пристроями для самонавантаження та саморозвантаження, що дозволяє використовувати їх ефективно при перевезеннях на невеликі відстані.

Для перевезення малотоннажних та середньотоннажних контейнерів можуть використовуватись загальнотранспортні засоби, що мають недоліки: погана стійкість; недостатня плавність ходу; немає спеціальних елементів кріплення та обмежувачів переміщення контейнерів. У зв'язку з цим, як показав досвід, найефективнішим є перевезення середньотоннажних та великотоннажних контейнерів спеціалізованим рухомим складом, що складається зі спеціалізованих напівпричепів та сідельних тягачів.

Напівпричепи-контейнеровози поділяються на дві групи. Перша для перевезення великотоннажних контейнерів, що мають спеціальні пристрої у вигляді фітингів для кріплення, друга – середньо- та малотоннажних контейнерів, що не мають спеціальних пристроїв для кріплення.

При перевезенні вантажів на відстань менше 30 км або при обсязі вантажно-розвантажувальних робіт менше 5 т на добу доцільно використовувати автомобілі-самонавантажувачі. При цьому досягається значний економічний ефект порівняно з варіантом використання стаціонарних або пересувних засобів механізації та звичайного рухомого автомобільного складу. Автомобілі-самонавантажувачі незамінні в тому випадку, коли пункти навантаження-вивантаження не обладнані засобами механізації.

Криті вагони загального призначення мають об'єм кузова 90, 106 та 120 м<sup>3</sup>. В окремих випадках використовують напіввагони із застосуванням укриттів продукції від впливу атмосферних опадів. Вагони мають на стінах велику кількість незнімного штатного обладнання – кронштейнів, скоб, стійок, виступів тощо. Низьке допустиме навантаження на підлогу (1,5 ÷ 2,0 т на колесо), малі розміри дверних прорізів вагона (ширина 2 м і висота 2,1 м) обмежують

вантажопідйомність та габарити електро- та автотранспорту, що застосовуються для вантажно-розвантажувальних робіт, а також масу та розміри продукції, що завантажується у вагон механізованим способом.

Існує кілька способів завантаження вагонів готовою продукцією. Для рулонної продукції найбільш поширеним є їхнє завантаження у вертикальному положенні. Завантаження здійснюється за допомогою універсальних навантажувачів, обладнаних щелепними поворотними захватами. Послідовність установки рулонів навантажувачами у вагон представлена на рис. 2.4, а.

При завантаженні вагонів рулонами невеликої довжини (до 1,0 м) здійснюють їх установку в два яруси в тому ж порядку, як і за одного. Особливу увагу слід приділяти розміщенню рулонів біля дверного отвору. Розміщувати рулони слід таким чином, щоб на місці розвантаження можна було безперешкодно відчиняти двері з обох боків, не пошкоджуючи при цьому рулони.

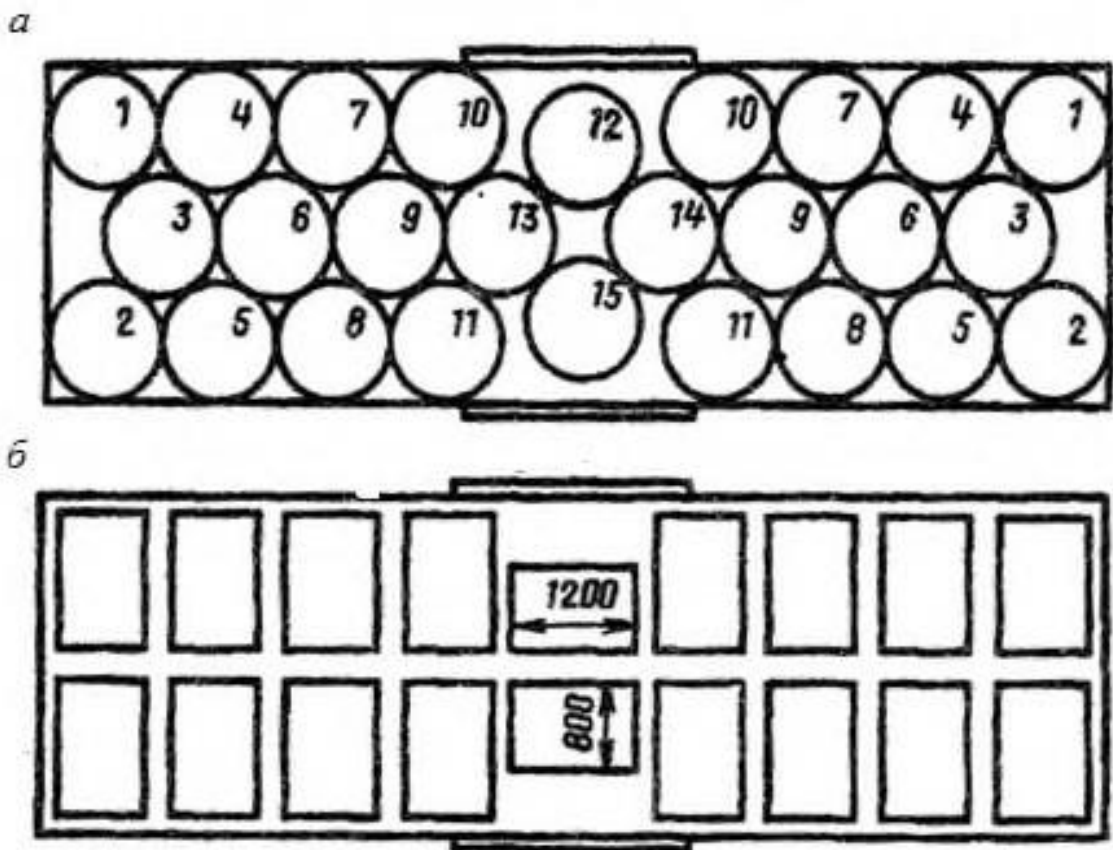


Рис. 2.4. Схеми завантаження вагонів готовою продукцією:  
а – рулонної; б - листової на піддонах

Рулони паперу та картону масою понад 1500 кг завантажують в універсальні криті вагони в накат і перевозять у горизонтальному положенні.

Найчастіше використовують стандартні піддони щитового типу із дощок із зазором у світлі 120 мм для введення вил навантажувача. Схема розташування стандартних піддонів у вагоні представлена на рис. 2.4, б. В універсальних контейнерах перевозять усі пакетовані та перевезені поштучно вантажі (пов'язані метали в пачках, металовироби, продукцію хімічної промисловості, будівельні матеріали, запасні частини, консерви, сушені фрукти, кондитерські вироби, меблі, килими, тканини, папір, текстильні вироби, посуд та багато інших) інші вантажі, що перевозяться у критих вагонах).

Універсальні контейнери по масі брутто та конструкції підйомних пристроїв поділяються на:

великотоннажні масою брутто від 10 т і вище з кутовими фітингами;

середньотоннажні масою брутто від 3 до 10 т з римами;

малотоннажні масою брутто менше 3 т з римами та на колесах.

Крім того, контейнери обладнуються отворами в нижній рамі, призначеними для виконання вантажних операцій за допомогою вантажників.

Крупно- та середньотоннажні контейнери використовуються для перевезення вантажів залізничним, морським, річковим та автомобільним транспортом, а малотоннажні в основному автомобільним.

Основні параметри універсальних уніфікованих контейнерів наведено у табл. 2.2.

Конструкція контейнерів дозволяє при необхідності штабелювати середньотоннажні три яруси, а великотоннажні шість.

Зовнішня довжина найбільшого контейнера прийнята 40 футів (12192 мм), інші довжини кратні основному модулю 1524 мм (5 футів) з урахуванням прийнятих зазорів (76,2 мм). Висота та ширина контейнерів для міжнародних перевезень прийнято 2438 мм. Проріз дверей має розміри на всю ширину і висоту контейнера. Деякі контейнери будують із бічними дверима.

Залізницею середньотоннажні контейнери перевозяться в універсальних напіввагонах і платформах, великотоннажні на

довгобазних платформах - контейнеровозах і іноді на універсальних платформах.

Таблиця 2.2

### Основні параметри універсальних контейнерів

Типи контейнерів	Позначення типорозміру	Маса бруто, т		Внутрішній об'єм м <sup>3</sup> , не менше	Зовнішні, мм			Внутрішні, мм			Маса тари, т
		номінальна	максимальна		Довжина	Ширина	Висота	Довжина	Ширина	Висота	
Великотоннажні	IAA	30	30,48	65,6	12192	2438	2591	11988	2330	2350	4,05
	IA	30	30,48	61,3	12192	2438	2438	11988	2330	2197	3,95
	IAХ	30	30,48		12192	2438	2438	11988	2330		
	IBV	25	25,40	48,9	9125	2438	2591	8931	2330	2350	2,90
	IB	25	25,40	45,7	9125	2438	2438	8931	2330	2197	2,80
	IBX	25	25,40		9125	2438	2438	8931	2330		
	ICС	24	24,00	32,1	6058	2438	2591	5867	2330	2350	2,28
	IC	24	24,00	30,0	6058	2438	2438	5867	2330	2197	2,115
	ICX	24	24,00		6058	2438	2438	5867	2330		
	ID	10	10,16	14,3	2991	2438	2438	2802	2330	2197	1,200
IDX	10	10,16		2991	2438	2438	2802	2330			
Середньотоннажні	УУКП-5(6)	5	6,00	11,3	2100	2650	2591	1950	2515	2310	0,94
	УУКП-5	5	5,00	11,3	2100	2650	2591	1950	2515	2310	
	УУК-5(6)	5	6,00	10,4	2100	2650	2400	1950	2515	2128	
	УУК-5	5	5,00	10,4	2100	2650	2400	1950	2515	2128	0,96
	УУК-5У	5	5,00	5,1	2100	1325	2400	1980	1216	2128	1,00
	УУКП-3(5)	3	5,00	5,7	2100	1325	2591	1980	1225	2380	
	УУК-3(5)	3	5,00	5,1	2100	1325	2400	1980	1225	2128	0,56
Малотоннажні	АУК-1,25	1,25	1,25	3,0	1800	1050	2000	1720	960	1820	0,280
	АУК-0,625	0,62	0,63	1,4	1150	1050	1700	1070	910	1520	0,150

Для перевезення контейнерів автомобільний транспорт має у своєму розпорядженні автомобілі та автопоїзди – контейнеровози, деякі моделі з них обладнані пристроями для самонавантаження та саморозвантаження, що дозволяє використовувати їх ефективно при перевезеннях на невеликі відстані.

Для перевезення малотоннажних та середньотоннажних контейнерів можуть використовуватись загальнотранспортні засоби, що мають недоліки: погана стійкість; недостатня плавність ходу; немає спеціальних елементів кріплення та обмежувачів переміщення контейнерів. У зв'язку з цим, як показав досвід, найефективнішим є

перевезення середньотоннажних та великотоннажних контейнерів спеціалізованим рухомим складом, що складається зі спеціалізованих напівпричепів та сідельних тягачів.

Напівпричепи-контейнеровози поділяються на дві групи. Перша для перевезення великотоннажних контейнерів, що мають спеціальні пристрої у вигляді фітингів для кріплення, друга – середньо- та малотоннажних контейнерів, що не мають спеціальних пристроїв для кріплення. Основні параметри напівпричепів-контейнеровозів наведено в табл. 2.3.

При перевезенні вантажів на відстань менше 30 км або за обсягом вантажно-розвантажувальних робіт менше 5 т на добу доцільно використовувати автомобілі-самонавантажувачі. При цьому досягається значний економічний ефект порівняно з варіантом використання стаціонарних або пересувних засобів механізації та звичайного автомобільного рухомого складу. Автомобілі-самонавантажувачі незамінні в тому випадку, коли пункти навантаження-вивантаження не обладнані засобами механізації.

Таблиця 2.3

### Основні параметри напівпричепів-контейнеровозів

Параметри	Напівпричіп-контейнеровоз				
	ЧМЗАП-9985	ЧМЗАП-99858	ЧМЗАП-9991	ЧМЗАП-99859	МАЗ-9389
тип контейнерів, що перевозяться	1С	1С, 1СС	1А, 2×1С	1А, 1 АА, 2×1С, 2×1СС	1А, 2×1С
Вантажопідйомність, кг	20320	20320	28000	30200	32700
Маса спорядженому стані, кг	4000	3750	4700	4500	6000
Вантажна висота, мм	1495	1395/1325*	1500/1400*	1315	1415*
Максимальна швидкість, км/ч	80	85	80	80	100
Тягач	МАЗ-504В	МАЗ-6422, АМАЗ-54112	МАЗ-6422	МАЗ-6422	МАЗ-6422

Контейнеровоз (рис. 2.5) складається з порталу 2, що спирається на пневмоколеса 3. Дизельний двигун 1 і коробка передач встановлені на верхньому майданчику навантажувача, який може захоплювати, піднімати та транспортувати контейнер. Він забезпечує двоярусне штабелювання контейнерів, навантаження та вивантаження їх з автомобільного рухомого складу. Габаритні розміри: ширина 4,6 м, висота 7,4 м. Мінімальний радіус повороту 9 м. Швидкість підйому 8 м/хв., рухи з вантажем 25 км/год., маса 25 т.

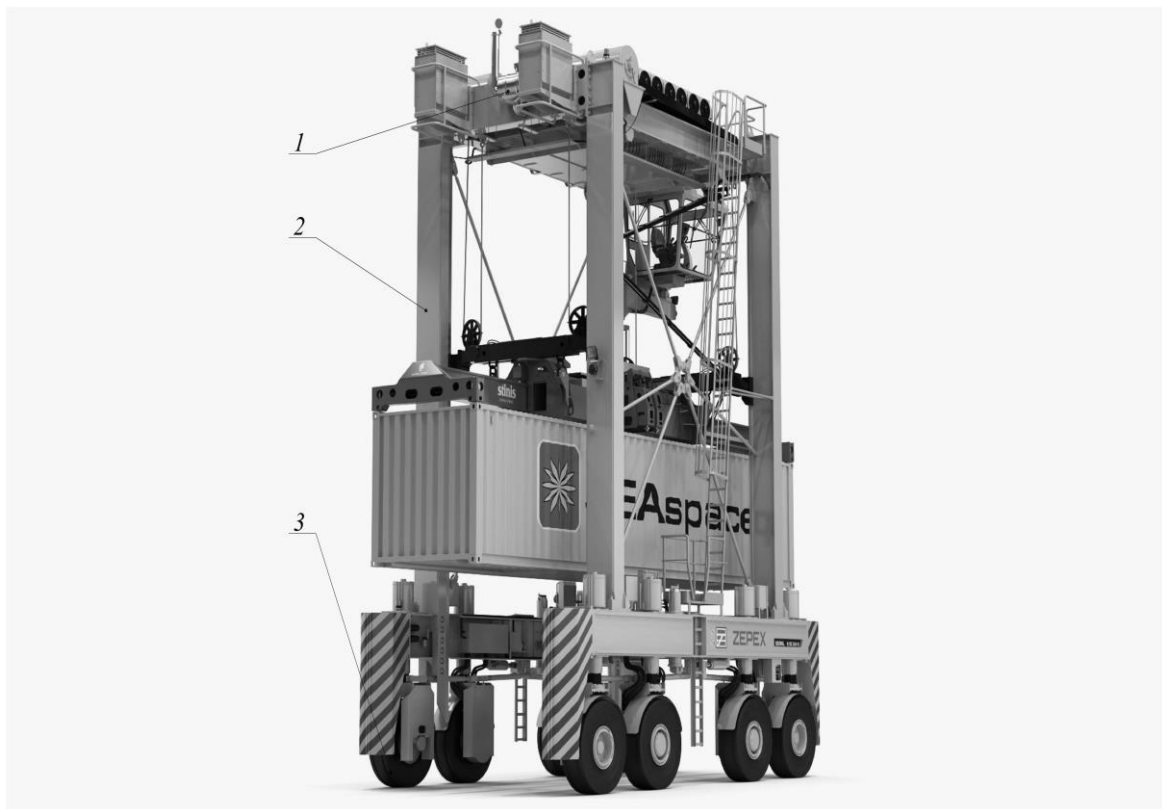


Рис. 2.5. Контейнеровоз

Контейнеровози-штабелери (рис. 2.6) забезпечують як транспортування, а й штабелювання контейнерів в 2...3 яруси.

Для переміщення контейнера вони наїжджають на нього своїм порталом 1, захоплюють його спеціальним захопленням 2 (спредер) і піднімають на необхідну висоту.

Деякі портално-бокові навантажувачі можуть захоплювати спредером 2 контейнер із залізничної платформи (автомобіля) та транспортувати до місця складування. В окремих навантажувачах всі 4 колеса влаштовують приводними, і можуть повертатися на  $90^\circ$ , що забезпечує рух навантажувача в усіх напрямках без розвороту.

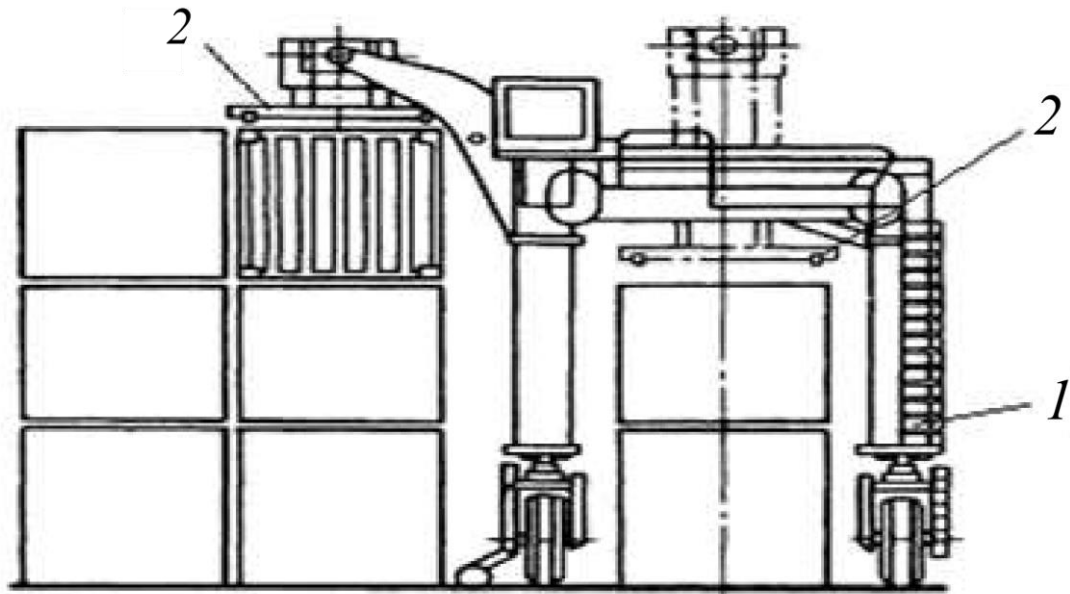


Рис. 2.6. Контейнеровоз-штабелер

## 2.2. Стелажні крани та обладнання

*Призначення та класифікація кранів-штабелерів.* Крани-штабелери використовують для встановлення стандартних пакетів та довгомірних вантажів на стелажі та знімання їх зі стелажів у високо механізованих складах з багатоярусним складуванням.

Крани-штабелери застосовують у різних галузях промисловості, але особливо ефективно - на транспорті, в машинобудуванні, металургійній промисловості, матеріально-технічному постачанні.

Кран-штабелер є вантажопідіймною машиною циклічної дії, що пересувається по рейкових коліях і обладнана вертикальною колоною, по якій переміщається захват або спеціальна платформа.

Схему класифікації кранів-штабелерів залежно від функціонального призначення, умов застосування, конструктивних особливостей наведено на малюнку 4.58.

Крани-штабелери мають такі позначення: ВП - мостовий опорний, керований з підлоги; ОК - мостовий опорний, керований із кабіни; ОКД - мостовий опорний для довгомірних вантажів; СА - стелажний автоматичний опорний; САД - стелажний автоматичний для довгомірних вантажів; СК - стелажний комплектувальний опорний.

*Будова, принцип дії, сфера застосування, основні параметри кранів-штабелерів.* До основних параметрів кранів-штабелерів відносяться: вантажопідйомність, висота підйому вантажу, розміри, швидкість механізмів, проліт (мостові).

Вантажопідйомність може бути від 0,1 до 30 т, висота підйому 6...40 м, швидкість підйому вантажозахоплювального органу 0,125...0,500 м/с, швидкість пересування крана 0,4...2,5 м/с, швидкість пересування вантажного візка 0,125...0,630 м/с, швидкість висування вантажозахоплювального органу 0,125...0,250 м/с.

Крани-штабелери вантажопідйомністю 0,125...1,000 т (як мостові, так і стелажні) застосовують на невеликих складах інструментів, технологічного оснащення, запасних частин, комплектуючих виробів на підприємствах машинобудування, радіоелектроніки, торгівлі, сфери обслуговування.

На великих складах підприємств транспорту, машинобудування, матеріально-технічного постачання переважають крани-штабелери вантажопідйомністю 1,0...2,0 т. Крани-штабелери вантажопідйомністю від 3,2 до 12,5 т застосовують на підприємствах металургії та на складах металу системи матеріально-технічного постачання. Мостові та стелажні вантажопідйомністю до 40 т використовують в основному на складах рулонів сталевих стрічки металургійних заводів та заводів автомобільної та тракторної промисловості.

Мінімальна висота складу, за якої можуть бути ефективно використані крани-штабелери, становить 6 м. Стелажні крани-штабелери застосовуються у всьому діапазоні висот складів (6...40 м).

У стелажних кранах (рис. 2.7, а,б,в) – візок переміщається рейковим шляхом у проході між двома рядами стелажів. Візок має колону з напрямними для підйомної платформи із захватом для вантажу. Для обслуговування складів з великою кількістю рядів стелажів потрібно кілька таких кранів-штабелерів.

Стелажний кран-штабелер з однією вантажопідйомною колоною підвісний на монорейці 1 (рис. 2.7, а) складається з візка 2, що спирається чотирма колесами на монорейку. Візок має механізми пересування 3 і підйому 4. По вертикальній фермі пересується підйомна каретка 5 з вантажозахоплювальними пристроями 7 і кабіною управління 6. Недоліком даної схеми є необхідність надійного прикріплення монорейки до стельових конструкцій.

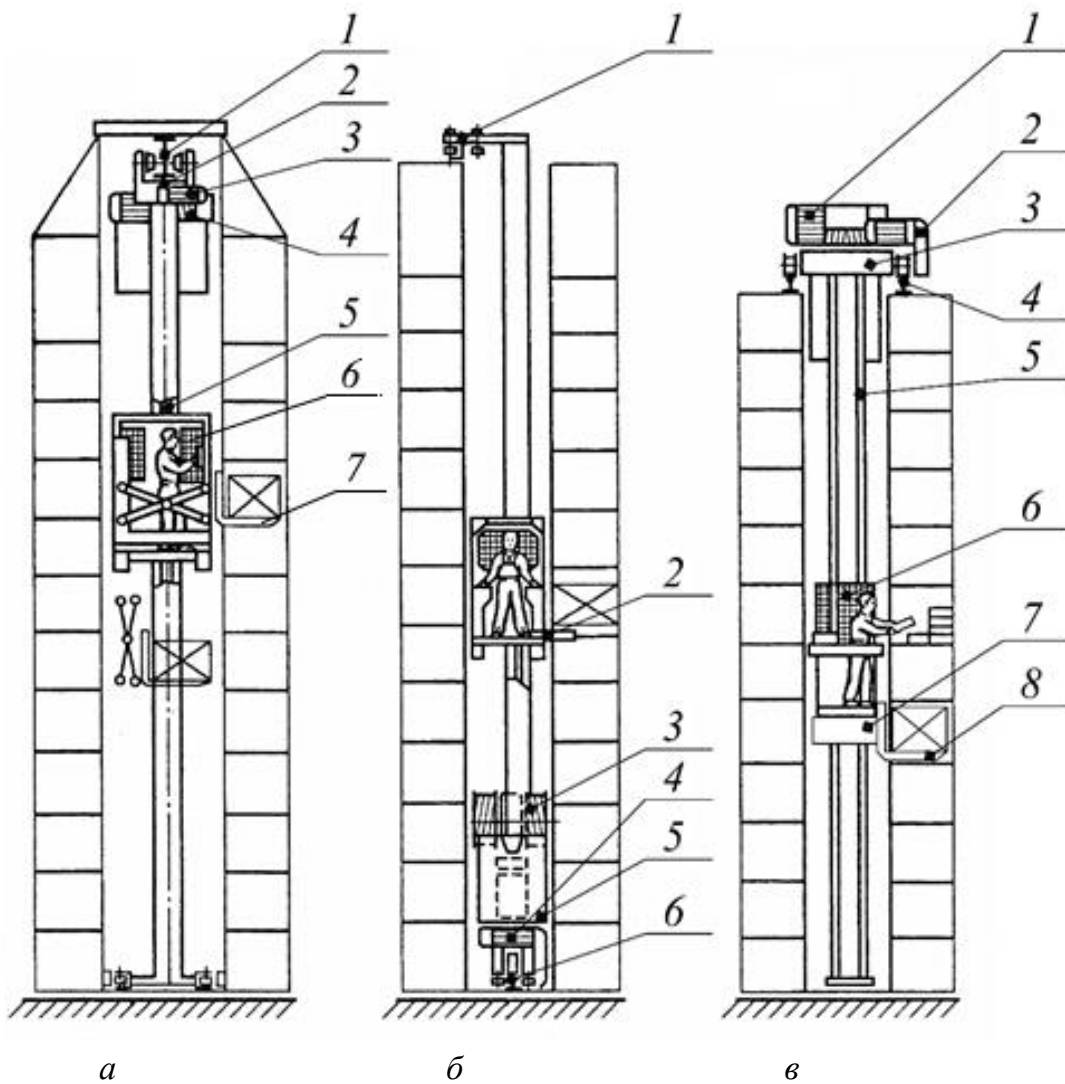


Рис. 2.7. Схеми установлення кранів-штабелерів:

*а* – стелажний підвісний на монорейці; *б*– стелажний, що спирається на підлогову рейку; *в* – стелажний, що спирається на стелажі

Стелажний кран-штабелер з однією вантажопідйомною колоною, що спирається на стелажі (рис. 2.7, *в*), складається з візка 3, що спирається чотирма колесами на рейки 4, покладені на стелажі. Візок має механізми підйому 1 і пересування 2. По вертикальній фермі пересувається підйомна каретка 6 з вантажозахоплювальними пристроями 8 і кабіною управління.

Крани-штабелери, що спираються на стелажі, мають меншу власну масу, ніж крани-штабелери мостового типу. Однак у їх конструкції є істотні недоліки: збільшується навантаження на стелажі, не повністю використовується висота складського приміщення для влаштування стелажів, утруднений доступ для ремонту та технічного обслуговування

механізмів підйому та пересування візка. Для передачі штабелерів цього типу з одного проїзду між стелажми в інший використовують спеціальний передавальний візок, який переміщається поперек складу по рейках. Візок має стикувальні шляхи для з'єднання з рейками.

Стелажні крани-штабелери з однією вантажопідйомною колоною, що спираються на підлогову рейку 6 (рис. 2.7, б), виключають недоліки попередніх, тому вони набули найбільшого поширення на практиці. Приводи механізмів підйому 3 і пересування 4 та візка 5 розташовані внизу і зручні для ремонту і технічного обслуговування. Візок пересувається по рейці 6 встановлену на підлогу. Вертикальна ферма жорстко закріплена на візку, а вгорі підтримується через ролики напрямною рейкою 1. По вертикальній фермі пересувається підйомна каретка 2 з вантажозахоплювальними пристроями і кабіною управління.

В кранах-штабелерах в механізмах підйому та пересування застосовують електродвигуни постійного струму. Це дозволяє забезпечити більш точну установку вантажів у складські комірки стелажів. Управління кранами-штабелерами може бути ручне та автоматичне за допомогою ЕОМ за заздалегідь розробленою програмою.

Мостові крани-штабелери з однією вантажопідйомною колоною підвісні (рис. 2.8, а) і опорні (рис. 2.8, б) мають міст 1 що перекриває весь проліт складу. На кінцевих балках моста встановлено механізми пересування 8. Міст пересувається вздовж складу по рейках (двотаврах) 9. Міст може бути у вигляді двотавра або балок.

В мостових стелажних кранах (рис. 2.8, а, б) вздовж поздовжніх балок моста 1 пересувається візок 2 з закріпленою вертикальною поворотною колоною 3, на якій розташовується підйомна каретка 5 з вантажозахоплювальними вилами 6 і кабіною управління або пультом віддаленого керування 4. Візок може бути опорного і підвісного типів. На платформі візка розміщують механізми підйому каретки з вантажозахоплювальними вилами та повороту колони. Поворот колони здійснюють на 90, 180 та 360°. Подача електроенергії до всіх механізмів проводиться гнучким кабелем 7. На каретці 5 встановлені висувні або поворотні вантажозахоплювальні вили. Висувні вили дозволяють встановлювати вантаж на стелажі з одного боку проїзду, а поворотні – на обидві сторони.

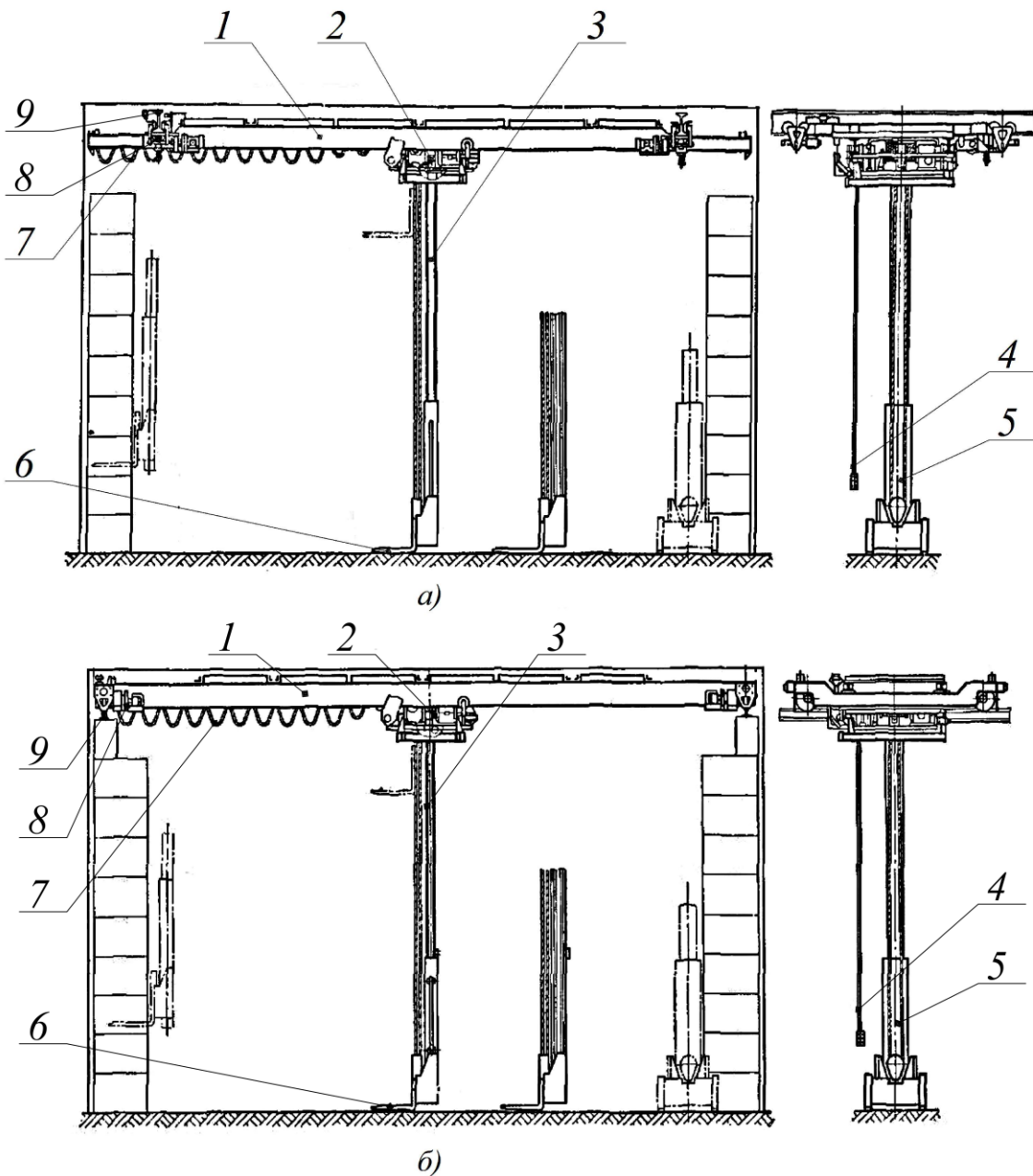


Рис. 2.8. Мостові стелажні крани: *а* – підвісний; *б* – опорний

Мостові крани-штабелери мають вантажопідйомність 0,125...12,0 т, прольоти 5,1...28,5 м, висота підйому вантажозахоплювального органу 4,8...13,2 м, швидкість підйому вантажу 0,125...0,300 м/с . Поворотні колони можуть бути виконані суцільними або висувними телескопічними. Залежно від типу перевантажуваних вантажів замість вантажозахоплювальних вил застосовують вакуумні, магнітні, кліщові та інші види вантажозахоплювальних пристроїв.

Мостові крани-штабелери, що керуються з підлоги, застосовують на складах з висотою до 7,2 м (поганий огляд верхніх комірок), а керовані з кабіни з висотою не менше 8,4 м і не більше 13,2 м для кранів

вантажопідйомністю до 5 т та до 15,6 м для кранів вантажопідйомністю до 12,5 т. Це викликано тим, що для створення необхідної жорсткості колони з вантажем та металоконструкцій моста при збільшенні висоти крана-штабелера понад вказану необхідно збільшити його масу та габарити і, отже, погіршити його економічні показники.

У багатопрогонових складах крани-штабелери підвісного типу забезпечують можливість передачі вантажів з одного прольоту до іншого. Для цього між прольотами встановлюють нерухомі монорейкові шляхи, на які пересувають візки з вантажем.

Мостові опорні крани-штабелери із двома колонами використовуються на складах довгомірних вантажів (до 7 м). Вантажопідйомність цих кранів до – 5 т. Кран (рис. 2.9) складається з моста 1, візка 2 та вантажної платформи 3, пов'язаної з підйомною кабіною оператора 4.

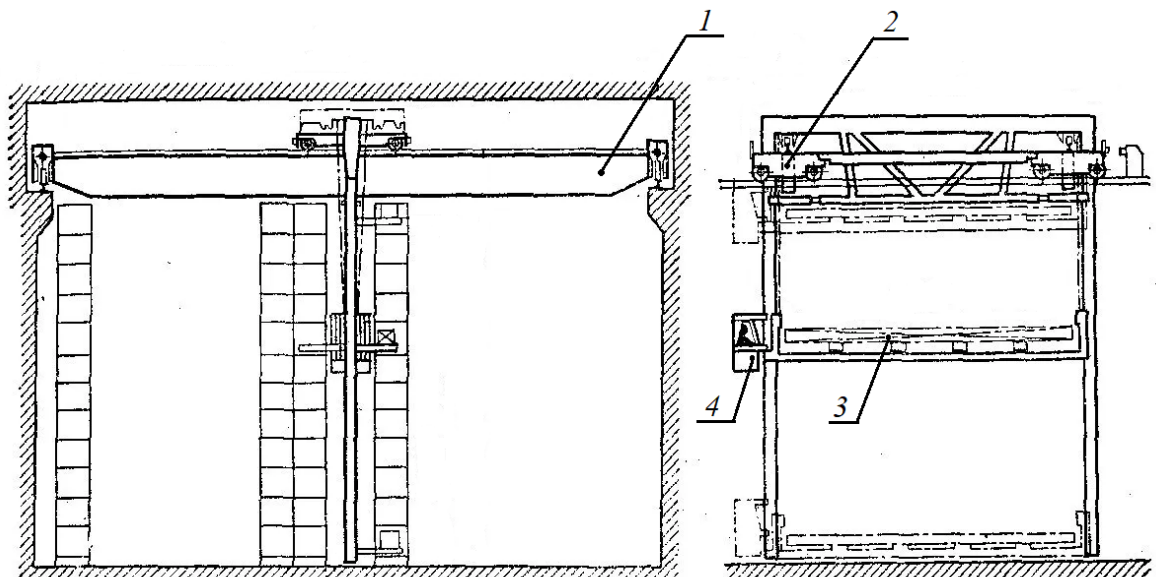


Рис. 2.9. Мостовий стелажний кран з двома колонами

Схема стелажного двоколонного крана-штабелера, що спирається на рейку наведена на рис. 2.10.

Кран-штабелер обслуговує два стелажі, в проході між якими укладено рейку для переміщення крана. Зверху стелажі пов'язані у горизонтальній площині металоконструкціями, до яких прикріплені напрямні рейки, що утримують кран у вертикальному положенні.

Основним елементом крана-штабелера є рама 1. На ній змонтовані ходові 2 і напрямні колеса 3, приводи, вантажна платформа 4. Рама має дві колони: першу - посилену, у вигляді плоскої ферми 5, в нижній

частині спирається на кінцеву балку з двома ходовими колесами, і другу - у вигляді коробчатої балки б, що також спирається на кінцеву балку з двома ходовими колесами. Кожну з колон встановлюють ходовими колесами на кранову рейку. Зверху та знизу колони з'єднані шарнірними тягами.

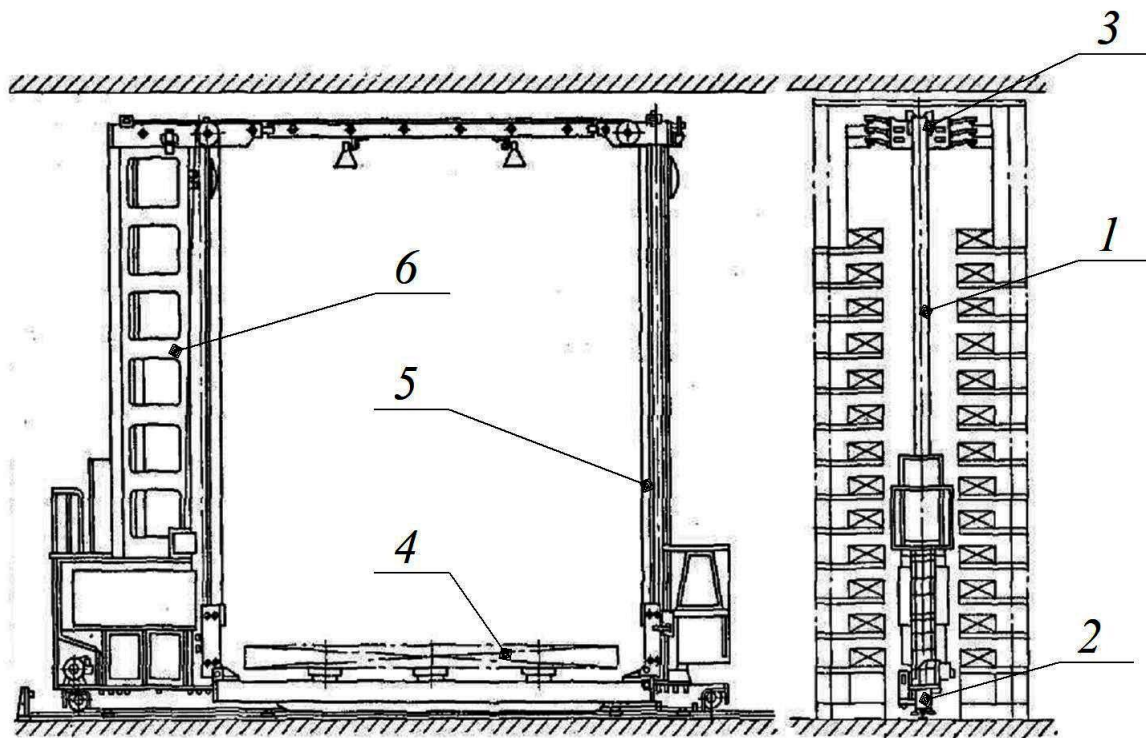


Рис. 2.10. Стелажний двоколонний кран-штабелер, що спирається на підлогову рейку

*Вимоги до встановлення кранів-штабелерів у складі.* Крани-штабелери повинні встановлюватися з дотриманням вимог, що забезпечують безпечну роботу як для кранів-штабелерів, так і для обслуговуючого персоналу складу. Ширина проходу, розташованого перед фронтом стелажів і робітника для переміщення вантажного візка і розвороту колони з вантажем, повинна бути не меншою за суму двох радіусів обертання, найбільш віддалених від центру обертання елементів крана-штабелера або вантажу та додаткового розміру.

Сучасні вимоги до місць складування вантажів та більша вартість (дефіцит) землі змушують будувати криті склади вище та компактніше, тому все частіше використовується мала складська техніка, найбільшого поширення з якої набули штабелери. Вони при відносно невеликій ціні

дуже маневрені і функціональні, а також не вимагають спеціального навчання та ліцензування обслуговуючого персоналу.

Усі типи штабелерів можна розділити на три групи: ручні гідравлічні штабелери та електроштабелери, які у свою чергу можна поділити на ручні (ведені) та самохідні штабелери (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Ручний (а) и самохідний (б) електроштабелери

Самохідні електроштабелери, як правило, мають більшу вантажопідйомність та швидкість пересування порівняно з ручними.

Основні характеристики штабелерів представлені у табл. 2.4, 2.5.

В окрему групу виділяються висотні штабелери або річтраки (рис. 2.12), які мають дуже високу швидкість підйому та пересування (до 0,6 м/с та 12 км/год відповідно), порівнянної з показниками кращих сучасних навантажувачів, продуману ергономіку, висоту підйому до 11 метрів. При цьому ширина міжстележного проходу для встановлення піддонів становить 2,6...2,9 м, що робить ці машини незамінними на сучасних висотних складах, обладнаних фронтальними стелажми. Слід особливо наголосити, що застосування техніки такої вартості та з такими можливостями на невеликих висотах складування економічно не виправдане, тому річтраки, як правило, працюють зі стелажми вище 6 м.

Таблиця 2.4

**Техніко-експлуатаційні характеристики ручних штабелерів «Тура»**

Модель	T-0515П	T-1015	T-1030	Э-1030
1	2	3	4	5
Вантажопідйомність, кг	500	1000	1000	1000
Висота підйому, мм	1600	1500	1500	3000
Довжина, мм	1650	1650	1550	1850
Ширина, мм	680	680	680	950
Радіус розвороту, мм	1380	1380	1380	1580
Вага, кг	180	230	340	420
Тип	гідравлічний			електрогідравлічний

Таблиця 2.5

**Техніко-експлуатаційні характеристики самохідних штабелерів**

Модель	LM-EL 1035	Lifter GX 10- 16	Lifter GX 10- 20	SE 1231
1	2	3	4	5
Вантажопідйомність, кг	1000	1000	1000	1250
Висота підйому, мм	3500	1600	2000	3100
Довжина, мм	2040	1825	1825	1860
Ширина, мм	856	850	850	850
Швидкість підйому, м/с (з вантажем/ без вантажу)	<u>0,09</u> 0,15	<u>0,09</u> 0,12	<u>0,09</u> 0,15	<u>0,08</u> 0,15
Швидкість спуску, м/с (з вантажем/ без вантажу)	<u>0,4</u> 0,1	<u>0,4</u> 0,1	<u>0,4</u> 0,1	<u>0,15</u> 0,1
Швидкість руху, км/ч (з вантажем/ без вантажу)	<u>3,8-4,2</u> 4,5-5	<u>4,0</u> 5,0	<u>4,0</u> 5,0	<u>4,7</u> 6,0
Потужність двигуна підйому, кВт	2,3	2,2	2,2	2
Потужність двигуна руху, кВт	1,2	0,5	0,5	1,1
Радіус розвороту, мм	1700	1460	1460	1335
Маса, кг	900	390	410	674

Основні характеристики річтраків представлені в табл. 2.6.



Рис. 2.12. Річтрак с висувною кареткою і вантажозахватом (вилами)

Таблиця 2.6

**Техніко-експлуатаційні характеристики річтраків**

Модель річтрака	CQD 10C	CQD 15C	CQD 20C
Вантажопідйомність, кг	1000	1500	2000
Висота підйому, мм	6200	6200	6200
Довжина, мм	2410	2410	2380
Ширина, мм	1020	1020	1260
Швидкість підйому (спуску) , м/с (з вантажем/без вантажа)	<u>0,19</u> 0,20	<u>0,19</u> 0,20	<u>0,19</u> 0,20
Швидкість руху, км/год. (з вантажем/без вантажа)	<u>6,0</u> 6,2	<u>6,0</u> 6,2	<u>6,0</u> 6,2
Потужність двигуна підйому, кВт	5	5	6,3
Потужність двигуна руху, кВт	2	2	4,5
Радіус розвороту, мм	1690	1690	1820
Маса, кг	900	390	410

*Вантажні візки* призначені для горизонтального міжопераційного переміщення сировини, матеріалів, готової продукції в цехах та на складах. Візки розраховані для перевезення вантажів невеликої маси, невеликими партіями та на короткі відстані. Їхні розміри забезпечують хорошу прохідність у складах між стелажими та штабелями.

Візки виготовляють самохідними та несамохідними. Самохідні візки мають електричний привід пересування (акумуляторні та тролейні) від двигуна внутрішнього згоряння (автовізки) та від двигуна стисненого повітря або газу (пневмовізки).

У конструкційному відношенні візки розрізняють: з *жорсткою високою або низькою платформою*, що служить для укладання на неї вантажу; з *підйомною платоформою* для укладання вантажу на спеціальні низькі столики або стелажі, під'їжджаючи під які візок піднімає їх з вантажем, і після переміщення навантаженого столика до місця зберігання платформа з вантажним столиком опускається, столик встановлюється на підлогу, а візок звільняється для переміщення наступного; з *підйомним вилковим захопленням* для переміщення вантажів, попередньо укладених на піддони або сформованих у спеціальні пакети, що переміщуються візком, та малогабаритні тягачі для перевезення вантажу тільки на причіпних візках.

Вантажний несамохідний візок (рис. 2.13) із нерухомою платформою призначений для транспортування тарно-штучних вантажів.

Його можна використовувати як вантажонесучий орган на вантажопровідних ланцюгових конвеєрах.

Конструкція візка може передбачати встановлення змінного транспортного технологічного оснащення (етажерки-стола, етажерки зі знімними полицями, етажерки з відкидними полицями, бункера, стелажі тощо). Візок має чотири колеса, два з яких – на поворотних кронштейнах.

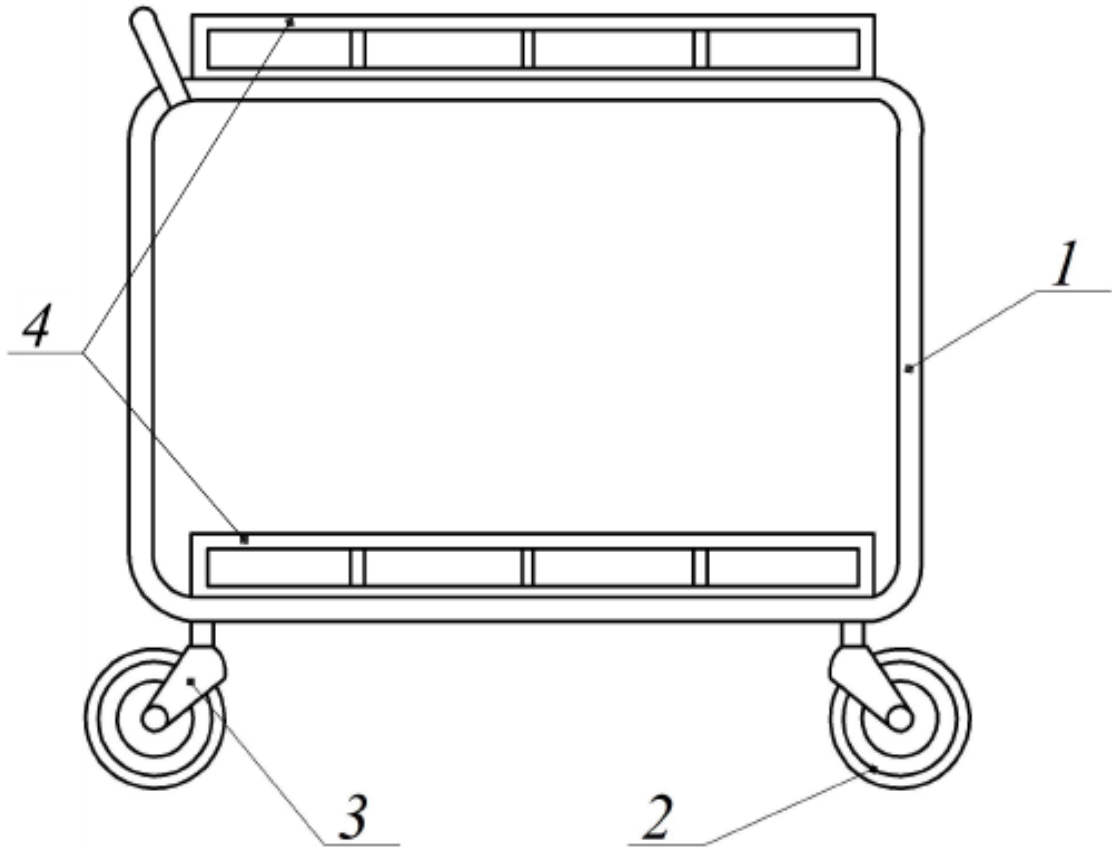


Рис. 2.13. Вантажний несамохідний візок  
*1* – рама; *2* – загумоване колесо; *3* – вертлюг; *4* – полки

Вантажний несамохідний візок з підйомною платформою (рис. 2.14) призначений для перевезення, підйому та опускання різних вантажів. Він складається з рами *2*, звареної з труб, підйомної платформи *3* та ручного приводу *1*. Рама візка спирається на чотири гумові колеса: два задніх – неповоротні, два передні – поворотні. За допомогою ланцюгової передачі *4* та гідроциліндра платформа може переміщатися по вертикальним напрямним рами вгору і вниз. Для переміщення платформи рукоятку приводу гідроциліндра *1* переміщують вручну вгору-вниз.

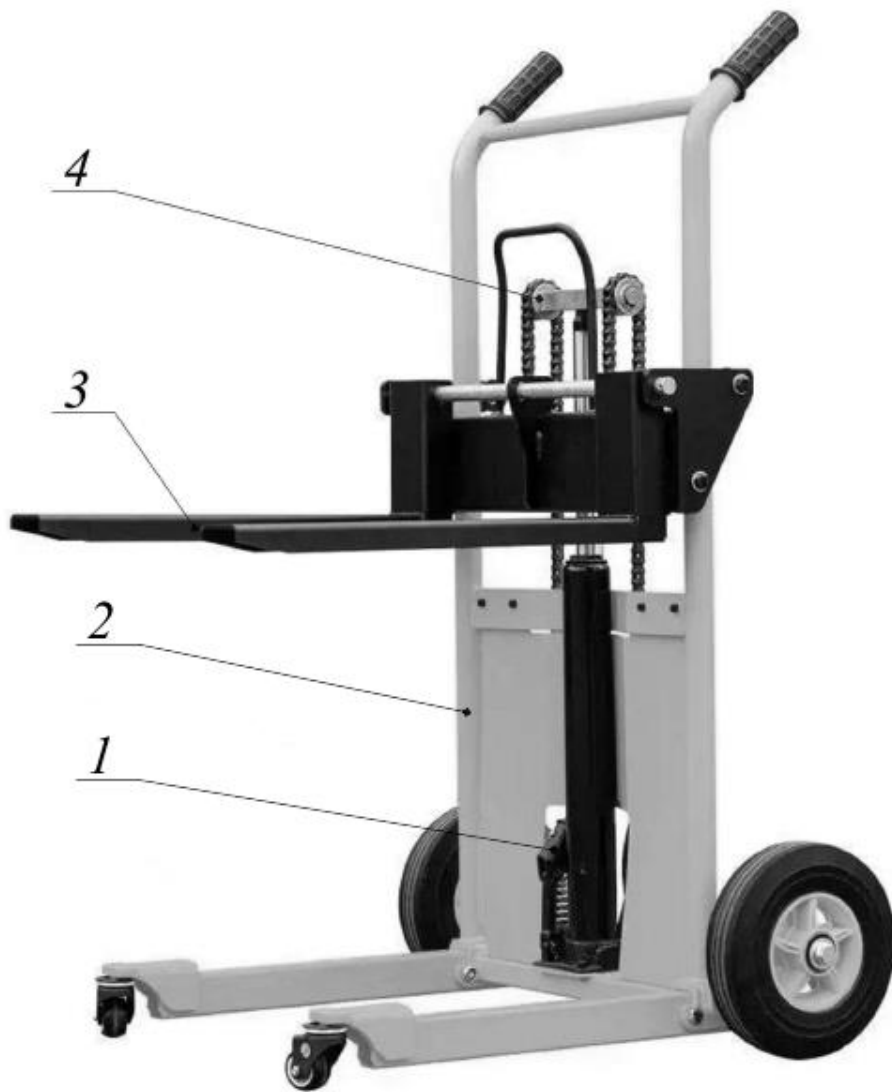


Рис. 2.14. Вантажний несамохідний візок з підйомною платформою

Ручний несамохідний візок з підйомними вилами (рис. 2.15) призначений для механізації вантажно-розвантажувальних, транспортних операцій з контейнерами та пакетами на стандартних піддонах у місцях, де неможливе застосування навантажувачів (малий радіус повороту, вузькі проходи тощо).

Підйом та транспортування здійснюються наступним чином. Оператор підкочує візок до пакета з вантажем таким чином, щоб вантажні вила б зайшли під основу піддону або типову виробничу тару. Під час руху рукоятки керування вниз-вгору за допомогою гідроциліндра 2 вила переміщуються вгору. Оператор рухає рукоятку керування доти, доки вила з вантажем не піднімуться на необхідну висоту. Потім вантажний пакет транспортується за призначенням. Для опускання вил із вантажем оператор натискає ногою на педаль управління гідроприводом.

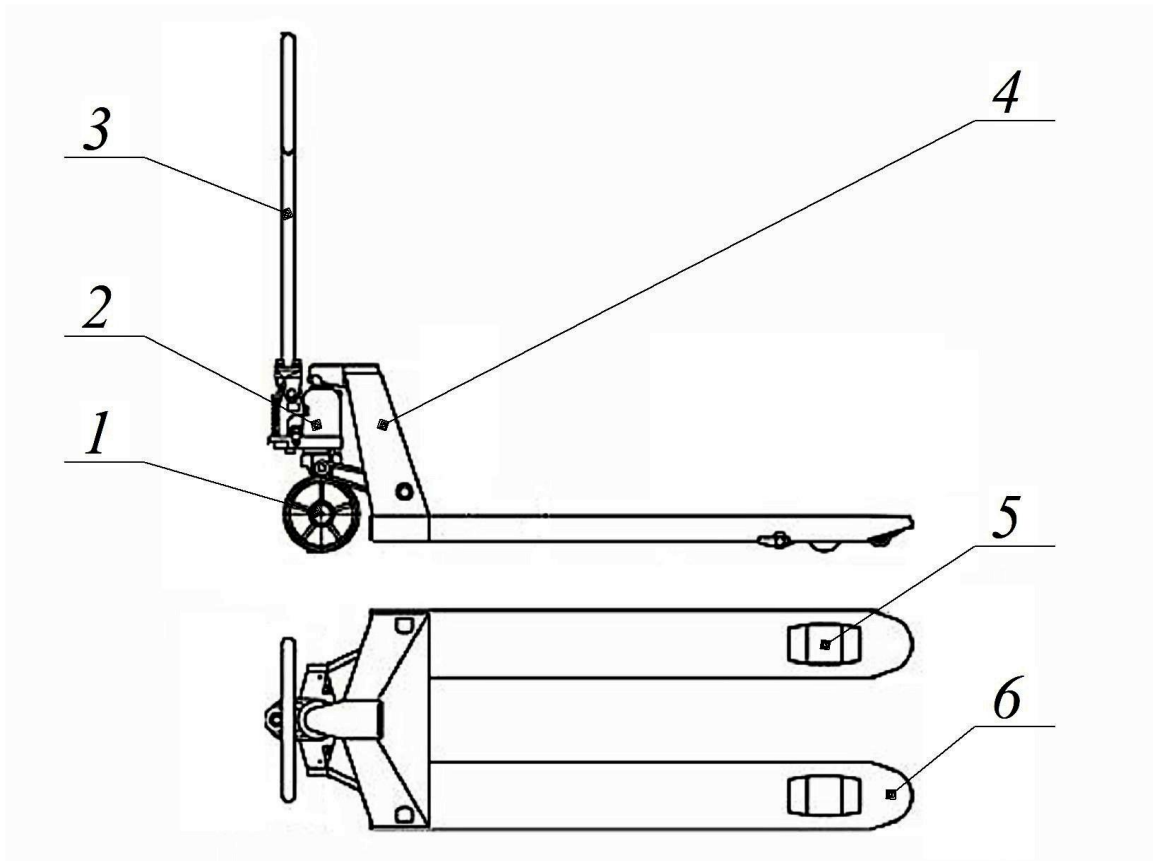


Рис. 2.15. Ручний несамохідний візок з підйомними вилами:  
1 – задній коток; 2 – гідроциліндр; 3 – водило; 4 – підйомна рама; 5 – поворотне колесо; 6 – вили

Самохідні візки з нерухомою платформою (рис. 2.16) застосовуються переважно для переміщення тарно-штучних вантажів між пунктами, що мають підйомно-транспортне обладнання для механізації навантаження та розвантаження. Вони часто дообладнуються поворотним краном. Джерелом енергії в них є акумуляторні батареї 6. Управління керованими задніми колесами та рухом самохідного візка здійснюється рукоятками управління 3.

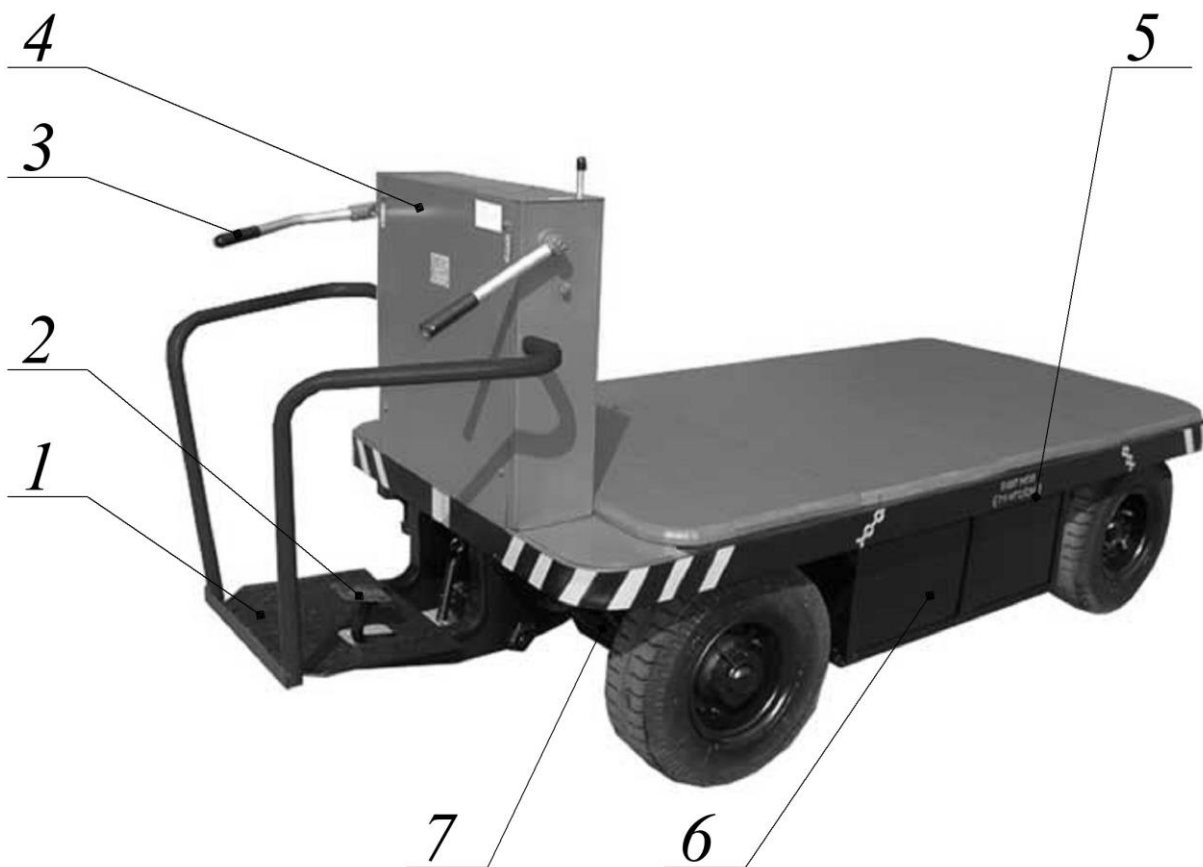


Рис. 2.16. Самохідний візок з нерухомою платформою:  
 1 – підніжка водія; 2 – педаль гальма; 3 – рукоятка управління;  
 4 – стійка; 5 – рама; 6 – батарея; 7 – тяговий електродвигун

Самохідні візки з підйомною платформою (рис. 2.17) використовуються для перевезення контейнерів на ніжках висотою 350 мм і відстанню між ніжками по ширині 800 мм.

Платформа підіймається на висоту до 400 мм з використанням гідроциліндрів шляхом переміщення рукоятки гідроприводу 5 вниз-вгору. Джерелом енергії в них є акумуляторні батареї 1.

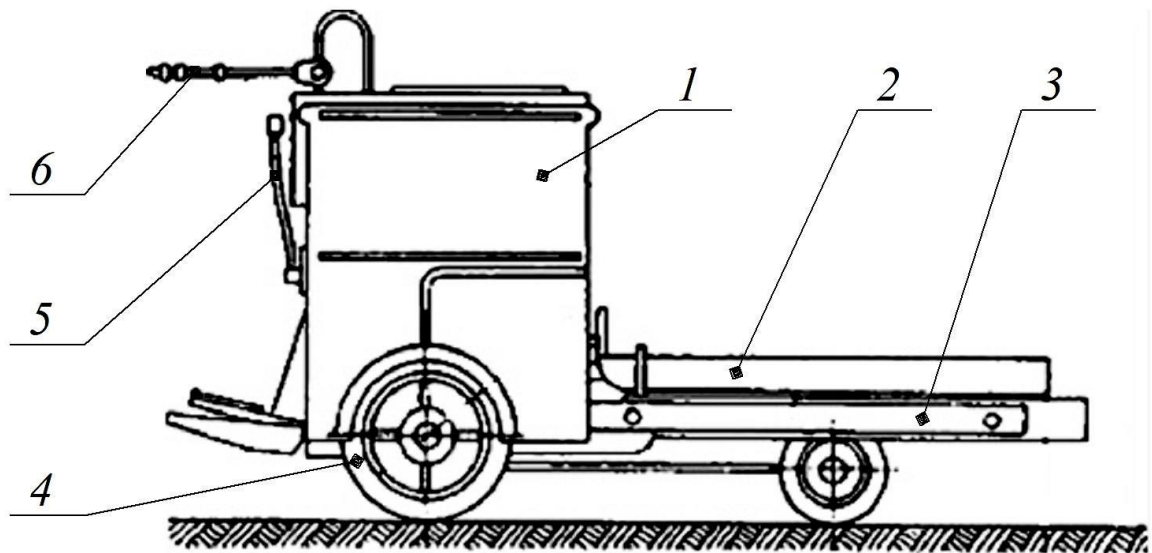


Рис. 2.17. Самохідний візок з підйомною платформою:

1 – акумуляторна батарея; 2 – підйомна платформа; 3 – рама; 4 – ведучі колеса;  
5 – рукоятка гідроприводу; 6 – рукоятка рульового управління

При дальності транспортування понад 500 м та масових вантажопотоках з метою доставки вантажів на склади, що обладнані підвісними кранами, економічно доцільніше застосовувати поїзди з електротягачів (рис. 2.18) та причіпних візків.

Електро- та автотягачі мають пристрій, аналогічний візкам, але у них відсутня платформа для укладання вантажу. За допомогою потужнішого тягового двигуна вони розвивають тягове зусилля до 10 кН, необхідне для переміщення причіпних візків. Тягачі мають велику зчипну вагу та радіус дії за рахунок потужніших акумуляторних батарей та більшого запасу пального. Джерелом енергії в електротягачах являються акумуляторні батареї 3 (рис. 2.18), приводом трансмісії – електродвигун постійного струму 4. В автотягачах джерелом енергії служать двигуни внутрішнього згорання, переважно бензинові. Швидкість переміщення електротягачів – 8...10 км/год, автотягачів – 10...20 км/год. Автотягачі застосовують для переміщення вантажів на відкритих майданчиках, електротягачі – в закритих приміщеннях.

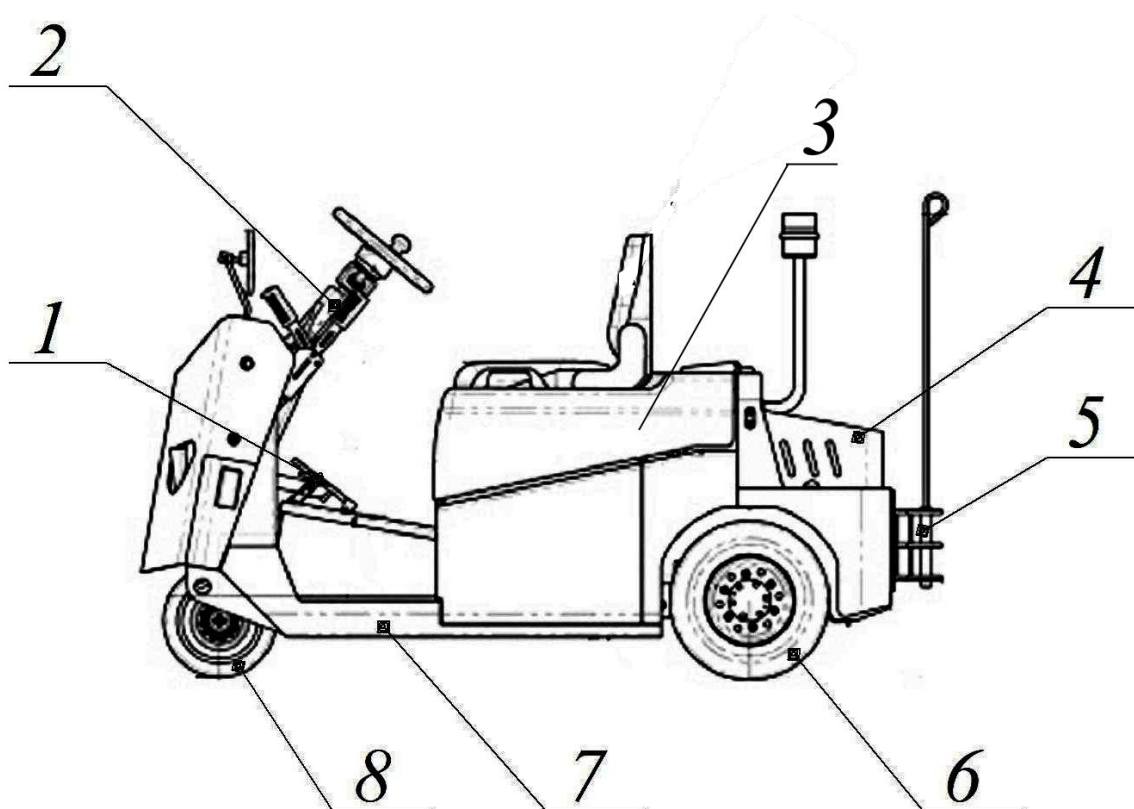


Рис. 2.18. Електротягач:

1 – педаль управління; 2 – рульова колонка; 3 – акумуляторні батареї;  
4 – електродвигун; 5 – зчіпний пристрій; 6 – ведуче колесо; 7 – рама;  
8 – кероване колесо

Ручні візки (рис. 2.19) — найпростіший і найпоширеніший засіб малої механізації для горизонтального транспортування вантажів. Перевагою цих пристроїв є їх велика маневреність і простота конструкції. Залежно від призначення ручні візки випускаються вантажопідйомністю від 50 до 3200 кг. Кожний тип візків має буквено-цифрову індексацію, де буквами позначають призначення, а цифрами — вантажопідйомність.

Візок ТГВ-500М (рис. 2.19, д) з гідравлічним підйомом вил вантажопідйомністю 500 кг призначається для переміщення вантажів у тарі, укладених на стандартних піддонах. Складається з двох підйомних вил з установленою на них поворотною опорою, на якій закріплюється ручний плунжерний гідравлічний насос. Поворотна опора сполучена з поршневым гідроциліндром і масляним баком. На ній установлено два колеса з гумовими шинами. Шток гідроциліндра закріплюється на рамі підйомних вил. Підйомні вили — це П-подібна ходова рама. На кінцях вил установлено чотири шарнірних колеса (парами — одна за одною).

Висота піднімання вантажу над рівнем підлоги становить 125 мм, маса візка—73 кг.

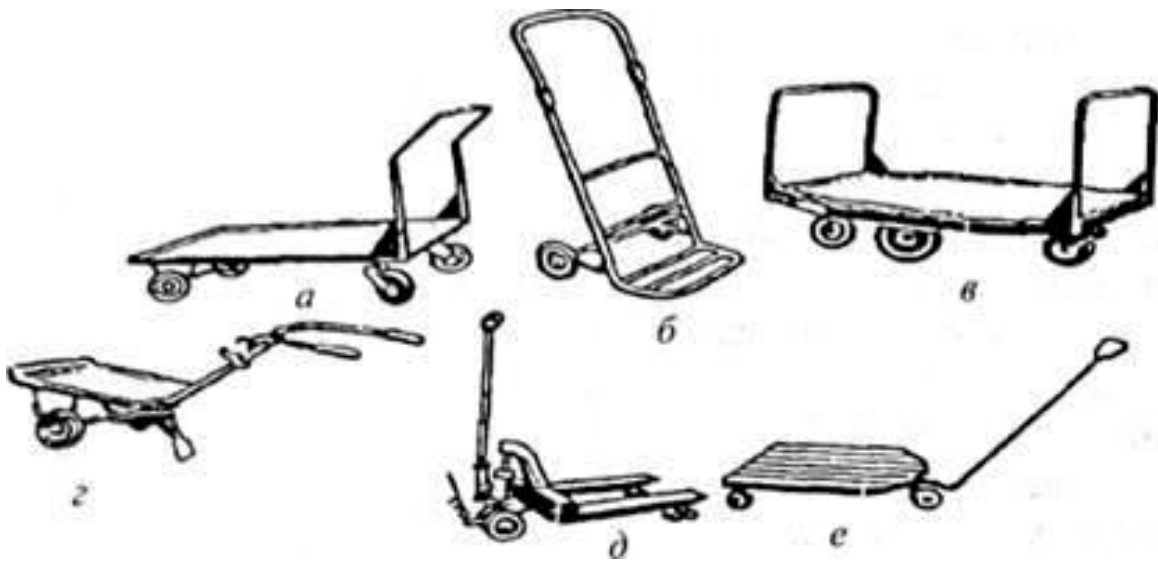
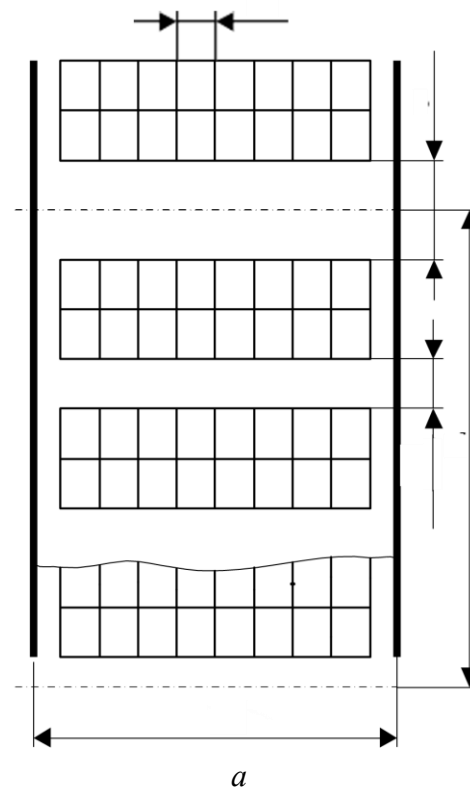


Рис. 2.19. Вантажні візки: *a* – ТГ-125; *б* – ТГМ-125; *в* – ТГ-1000М; *г* – ТГ-400; *д* – ТГВ-500М; *е* — ТГ-50е

Можливі два основні варіанти розміщення стелажів щодо поздовжньої осі секції (рис. 2.20): перпендикулярне та повздовжнє.



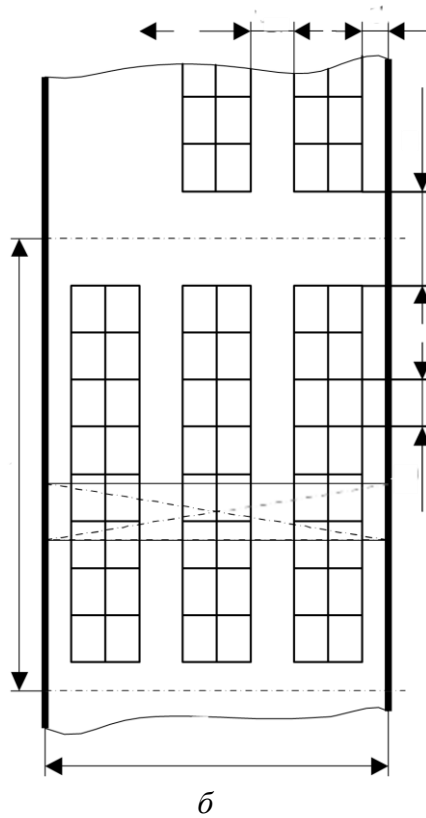


Рис. 2.20. Принципові схеми розташування стелажів щодо поздовжньої осі секції:  $a$  – перпендикулярне;  $b$  – паралельне

### Запитання для самоперевірки

1. Види пакетувальних засобів та піддонів.
2. Класифікація універсальних контейнерів по вантажопідйомності.
3. Призначення та будова контейнеровозів-штабелерів.
4. Засоби для перевезення контейнерів.
5. Призначення та параметри кранів-штабелерів.
6. Види та будова мостових кранів-штабелерів.
7. Види та будова стелажних кранів-штабелерів.
8. Види та характеристики штабелерів.
9. Особливості будови та характеристики висотних штабелерів (річтраків).
10. Класифікація вантажних візків, види несамохідних та самохідних візків.

## **Розділ 3. Машини та обладнання для переміщення насипних вантажів**

### **3.1. *Машини та обладнання для переміщення насипних вантажів***

*До машин та обладнання для переміщення насипних вантажів відносять: екскаватори, бульдозери, навантажувачі одноківшеві та багатоківшеві, автонавантажувачі, міні-навантажувачі, розвантажувачі, стрічкові, гвинтові, скребкові, ковшові конвеєри, пневмотранспортне обладнання.*

*Екскаватори – самохідні землерийні машини. Призначені для розроблення і переміщення ґрунту у відвал або в транспортний засіб. Область їх застосування: влаштування каналів, котлованів, траншей, дорожніх виїмок, насипів і гребель, роботи в кар'єрах.*

*Особливістю екскаваторів у групі землерийних і землерийно-транспортних машин є їх спеціалізація на розроблення і транспортування ґрунту тільки в робочій зоні.*

*Екскаватори підрозділяють на підгрупи залежно від принципу їх дії, виду робочого і ходового обладнання, типу приводу, поворотного устаткування.*

*За принципом дії розрізняють екскаватори циклічної і безперервної дії. До перших відносять одноківшеві екскаватори, основним робочим органом яких є ківш, до других – багатоківшеві, скребкові і фрезерні екскаватори.*

*Серед одноківшевих найбільше поширення отримали: пряма лопата – для виконання робіт (розроблення і навантаження ґрунту вище рівня стоянки екскаватора (рис. 3.1, а), зворотна лопата – для виконання робіт нижче рівня стоянки екскаватора (рис. 3.1, б); грейфер – для виконання навантажувальних і розвантажувальних робіт, а також для розроблення глибоких котлованів (рис. 3.1, г); драглайн – для виконання робіт нижче рівня стоянки екскаватора з більшим радіусом дії, у порівнянні з прямою і зворотною лопатами (рис. 3.1, в). Застосовуються також копер (для забиття пал'я і шпунту), струг, скребок, корчівник, планувальник укосів, навантажувач й інше змінне обладнання для опоряджувальних і допоміжних процесів.*

*Робоче обладнання може бути сконструйовано з гнучкою, жорсткою і телескопічною підвіскою робочого органу.*

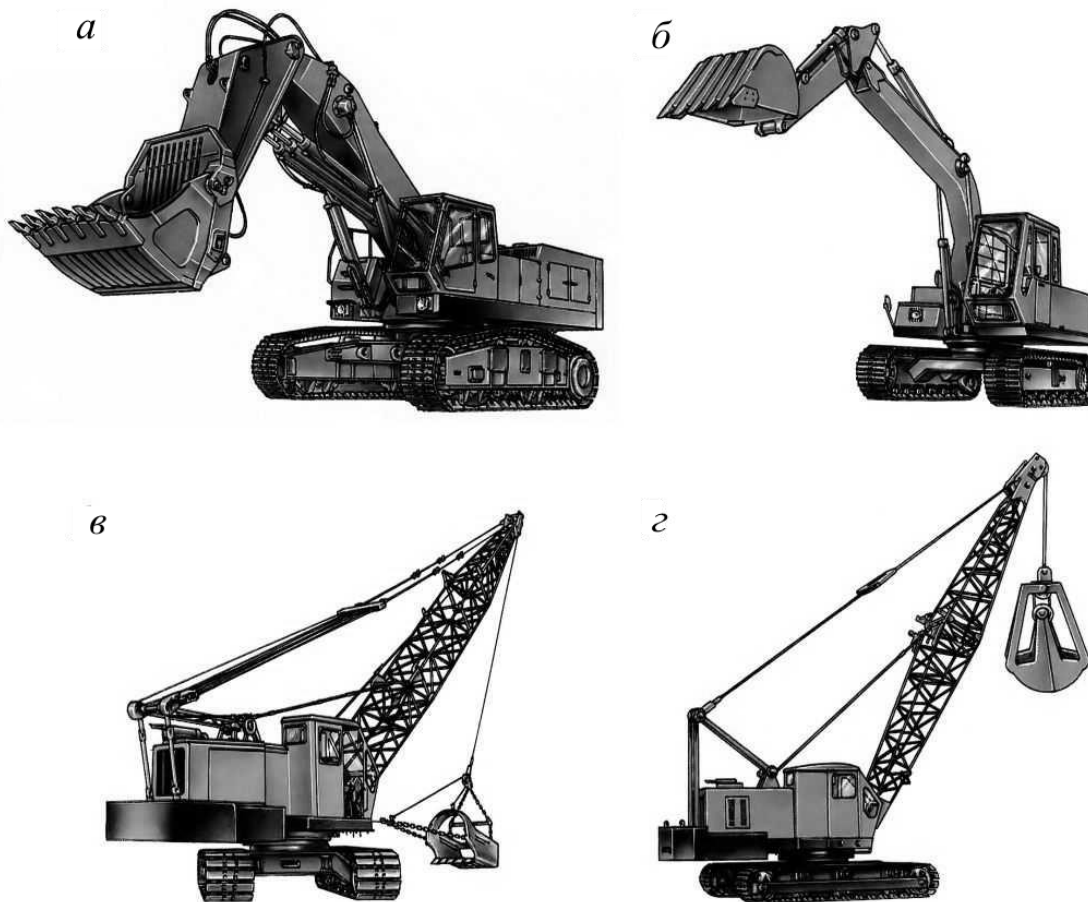


Рис. 3.1. Екскаратори одноківшеві: *а* – пряма лопата; *б* – зворотна лопата; *в* – драглайн; *г* – грейфер

Залежно від конструкції робочого обладнання екскаватори безперервної дії поділяються на ланцюгові з ківшовим ланцюгом або з ланцюгом із скребками і роторні (з ківшовим чи фрезерним ротором). Послідовний рух їх обертових робочих органів може бути поздовжнім (у площині руху машини), поперечним і радіальним.

За типом приводу розрізняють одномоторні екскаватори, якщо привід їх механізмів здійснюється від одного двигуна, і багатомоторні, у яких окремі механізми мають індивідуальний двигун.

За типом поворотного устаткування – повноповоротні (робоче обладнання повертається навколо вертикальної осі на  $360^\circ$ ) і неповноповоротні (вони випускаються на базі автомобілів і тракторів).

Ходове обладнання екскаваторів буває гусеничним, крокуючим, пневмоколісним, автомобільним і плаваючим.

Екскаватори з гідравлічним приводом (див. рисунки 3.1, *а*, *б*). Ці екскаватори забезпечують більші (у порівнянні з механічним приводом) зусилля копання. Головним параметром є місткість ковша, вона визначає виробничі можливості і, в першу чергу, продуктивність екскаватора. Типорозмірний ряд найбільш розповсюджених гідравлічних екскаваторів має місткість ковша: 0,25 ; 0,5 ; 0,65 ; 1,0 ; 1,6 і 2,5 м<sup>3</sup>. З них перші три типорозміри екскаваторів мають пневматичний хід, а останні чотири – гусеничний.

Між потрібною потужністю силової установки  $N$  (кВт) екскаватора на гусеничному ході і його головним параметром – місткість ковша  $q$  має місце залежність  $N \cong 89 q$  ; а для екскаваторів пневмоколісних –

$$N \cong (112...116) q .$$

Робоче обладнання гідравлічного екскаватора з найбільш розповсюдженим ковшем зворотна лопата (рис. 3.1, *б*) складається із стріли, яка включає верхню і нижню шарнірно з'єднані частини, рукояті і ковша. Такий механізм дозволяє здійснювати окремі робочі операції стрілою, рукояттю і ковшем, а також об'єднувати їх в технологічно потрібній послідовності. Робоче обладнання шарнірно кріпиться до поворотної платформи.

На поворотній платформі розташовані також дизель, гідронасос, механізм повороту і противага. Принцип дії механізму повороту полягає в передачі обертання від гідромотора до редуктора (з великим передаточним числом), який збільшує обертовий момент і зменшує частоту обертання платформи.

Гідропривід ходового обладнання складається з гідромоторів, редукторів, гальмівного пристрою і ходової рами.

Екскаватори з гнучкою підвіскою робочого органу (рис. 3.1, *в*, *г*). Вони мають механічний або дизель-електричний привід і блоково-канатний механізм керування робочим обладнанням. Будівельні екскаватори випускаються з ківшом місткістю 0,4 ; 0,65 ; 1,0 і 2,5 м<sup>3</sup>.

Складовою частиною екскаватора являється поворотна платформа, на якій розташовані двигун, кабіна і механізми керування, головний редуктор з лебідками, фрикціонами та гальмами, і робоче обладнання.

В дійсний час екскаватори з гнучкою підвіскою випускають тільки з робочим обладнанням драглайн (рис. 3.1, в). Основна відмінність цих екскаваторів полягає в застосуванні механічної трансмісії, яка включає головну лебідку підйому стріли, механізм реверса, фрикційні муфти з пневмоприводом, зубчасті і ланцюгові передачі.

**Б у л ь д о з е р** – землерийно-транспортна машина на базі гусеничного трактора або колісного тягача зі змінним навісним обладнанням для пошарового зрізання, транспортування й планування ґрунту (рис. 3.2). Обладнання складається з відвалу 1 – лобового щита з боковими відкрilками та ножами, штовхальної рами 4 і механізму керування відвалом.

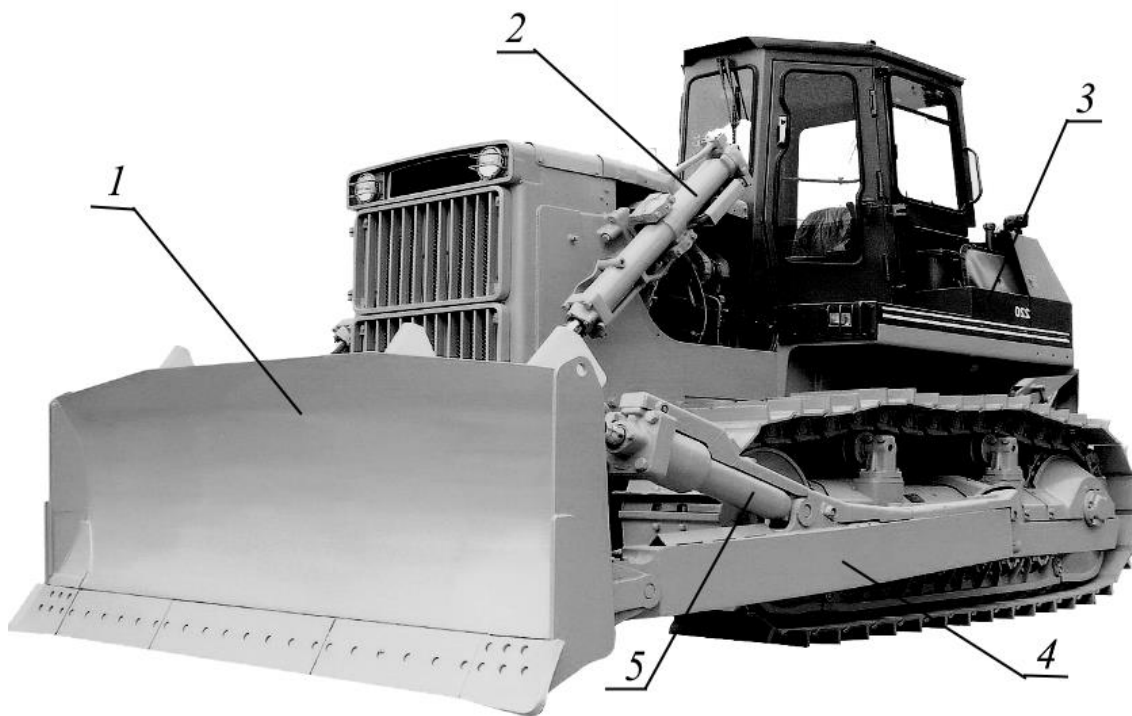


Рис. 3.2. Бульдозер: 1 – відвал; 2 – гідроциліндр підйому і опускання відвалу; 3 – базовий трактор; 4 – штовхальна рама; 5 – гідроциліндр перекосу відвалу

Застосовуються бульдозери з неповоротним і поворотним відвалом. Неповоротний відвал встановлений постійно перпендикулярно поздовжній осі трактора, і бульдозер може переміщувати ґрунт тільки попереду відвалу. У бульдозерів другого типу відвал можна повертати в будь-який бік і встановлювати під кутом  $60^{\circ}$  по відношенню до поздовжньої осі трактора і нахилити на  $6...10^{\circ}$  у вертикальній площині.

Такий бульдозер може переміщувати ґрунт в бік і виконувати грубі планувальні роботи, тобто має більші технологічні можливості.

За типом приводу бульдозери бувають: з механічним, гідравлічним і дизель-електричним приводом.

За типом керування відвалом розрізняють бульдозери з канатним і гідравлічним управлінням. Відвал сконструйовано таким чином, щоб забезпечити найбільш ефективну розробку: накопичення ґрунту в призму і його переміщення. Під час руху бульдозера шар ґрунту, що зрізається, накопичується до тих пір, доки не досягне верху відвалу.

Область застосування бульдозерів: розроблення і переміщення ґрунту на відстань до 100 м при влаштуванні автодорожніх і залізничних насипів, спорудження гребель, улаштування котлованів і каналів, планування площадок і впорядження земляних споруд. Бульдозери працюють і в комплекті з іншими землерийними машинами, виконуючи, наприклад, пошарове розрівнювання ґрунту для ущільнення при відсіпці насипів автосамоскидами. Їх використовують також як штовхачі скреперів при набиранні ґрунту. Потужні бульдозери мають навісне обладнання – розпушувачі, – що суттєво розширює область їх застосування. Така широка область застосування бульдозерів дозволила зробити ці машини найбільш розповсюдженими в будівництві. Ними виконується близько 40% загального обсягу земляних робіт.

Технічні характеристики бульдозерів наведені в табл. 3.1, 3.2.

Таблиця 3.1

**Технічна характеристика неповоротних бульдозерів на гусеничному ході**

Параметри	ДЗ-90С	Д-714С	ДЗ-35С	ДЗ-17	ДЗ-34С
	Базовий трактор				
	Т-130	Т-180	Т-180	Т-100	ЕТ-250
Розміри відвала, м:					
довжина	3,20	3,64	3,64	3,94	4,54
висота	1,30	1,23	1,23	1,00	1,55
Висота підйому, м	0,89	0,90	1,10	1,10	0,84
Глибина різання, м	0,33	0,30	0,60	0,40	0,40
Кут різання, °	60	45...35	55	50...63	50...60
Маса бульдозерного обладнання, т	1,80	4,905	2,286	2,20	3,98
Загальна маса, т	16,5	22,068	17,856	14,000	31,38

Таблиця 3.2

## Технічна характеристика бульдозерів на пневмоколісному ході

Параметри	Д-371	ДЗ-37	ДЗ-10	ДЗ-48
	Базовий трактор			
	Т-50АП	МТЗ-50/52	МТЗ-80	К-702
Розміри відвала, м:				
довжина	2,0	2,1	2,1	3,6
висота	0,62	0,65	0,65	1,2
Висота підйому, м	0,6	0,5	0,4	ІД
Глибина різання, м	0,2	0,2	0,2	0,47
Кут різання, °	55	60	55	50...60
Габаритні розміри з розширниками, м:				
ширина	2,0	2,1	2,5	3,6
довжина	4,0	4,6	4,6	7,5
висота	2,5	2,5	2,5	3,6
Маса бульдозерного обладнання, кг	280	440	600	310
Загальна маса, кг	3 200	3 600	4 000	18 100

Головним параметром бульдозера є тяговий клас, або тягове зусилля базового трактора (тягача). Найбільше розповсюдження в будівництві отримали три групи бульдозерів: 1) легкі, з тяговим зусиллям до 60 кН; 2) середні, з тяговим зусиллям 100...150 кН; 3) важкі, з тяговим зусиллям 250 кН і вище. Машини першої групи застосовують як комплектуючі на допоміжних і господарських роботах; машини другої групи – на основних роботах при розробці ґрунтів I – III груп (за класифікацією за складністю розробки машинами), а важкі бульдозери – на основних роботах при значних будівельних обсягах.

Експлуатаційна середньопогодинна продуктивність бульдозера визначається обсягом розробленого і переміщеного шільного ґрунту, м<sup>3</sup>/год:

$$P_e = \frac{V_{к} \cdot K_y \cdot K_{em}}{t_y \cdot K_p}, \quad (3.1)$$

де  $V$  – геометричний об’єм ґрунту в призмі, яка переміщується бульдозерним відвалом,  $\text{м}^3$ ;  $t_y$  – час робочого циклу бульдозера, год:

$$t_y = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (3.2)$$

де  $t_1, \dots, t_6$  – відповідно час на розроблення ґрунту, його переміщення і зворотний (порожній) хід, на піднімання відвалу в транспортне положення, переключення передач трактора і його повороти в кінці робочого ходу;  $k_e$  – коефіцієнт використання бульдозера упродовж робочого дня, дорівнює  $0,8 \dots 0,95$  залежно від технічного стану машини і кваліфікації обслуговуючого персоналу;  $k_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту в призмі, що переміщується (він завжди більший одиниці і дозволяє перераховувати об’єм  $V$  розпушеного ґрунту на об’єм у щільному тілі);  $k_y, k_{em}$  – відповідно коефіцієнти, які враховують ухил місцевості і втрати ґрунту при переміщенні.

Таким чином, продуктивність бульдозера  $P$  як машини циклічної дії пропорційна об’єму  $V$  ґрунту, який переміщується за цикл, і зворотно пропорційна часу циклу  $t_y$ .

*Однокішшеві навантажувачі* (рис. 3.3), особливо на пневмоколісному ході, завдяки високій мобільності і значній продуктивності, отримують все більш широке поширення в будівництві. Вони застосовуються як навантажувальне, вантажно-транспортне і допоміжне обладнання.

Робоче обладнання цих машин навішується на гусеничні чи колісні трактори, а також на спеціальні шасі. Пневмоколісні навантажувачі найбільш прийнятні в сільському будівництві, бо можуть самостійно переміщуватися з об’єкта на об’єкт із досить високими транспортними швидкостями руху ( $50 \dots 60$  км/год.).

Особливістю однокішшевих навантажувачів є їх універсальність, що дає можливість навішувати на машину змінне робоче обладнання, вантажні вила, крановий гачок, захвати для колод, викорчовувач тощо. У нашій країні серійно випускаються фронтальні навантажувачі на пневмоколісному ході, в основному малої потужності, з ковшем місткістю  $1 \dots 2 \text{ м}^3$ . Проїшли випробування дослідного зразка навантажувача ТО-21 вантажопідйомністю  $15 \text{ т}$  і місткістю ковша  $7,5 \text{ м}^3$ . Намічається створення потужних навантажувачів вантажопідйомністю  $25 \text{ т}$  (місткість ковша  $12,5 \text{ м}^3$ ) і  $40 \text{ т}$ .



Рис. 3.3. Одноківшеві навантажувачі:

*а* – фронтальний; *б* – грейферний; *в* – фронтальний гусеничний; *г* – напівповоротний

Універсальні одноківшеві навантажувачі на пневмоколісному ході (рис. 3.3, *а, г*) призначені:

для навантажувально-розвантажувальних робіт сипких і дрібнокускових матеріалів (гравію, щебеню, гальки, висівок, вугілля, шлаку тощо) об'ємною вагою до  $2...3 \text{ т/м}^3$ ,

розроблення піщаних та гравійних кар'єрів із завантаженням у відвал чи транспорт;

планувальних робіт на ґрунтах до II категорії, транспортування дрібнокускових піщаних матеріалів на відстань до 100 м;

монтажних і такелажних робіт із будівельними деталями малих та середніх розмірів.

Напівповоротний навантажувач - грейферний (рис. 3.3, *б*) призначений:

для навантаження сипких та дрібнокускових матеріалів в автотранспорт чи завантажувальні пристрої;

для транспортування й штабелювання штучних і тарних вантажів вагою до 1 т;

для розроблення ґрунту II категорії із завантаженням у відвал чи транспорт.

Універсальний навантажувач може застосовуватися для розроблення гравійно-піщаних кар'єрів і монтажно-такелажних робіт.

Гусеничні навантажувачі мають більші тягові зусилля, високу маневреність та прохідність і застосовуються при досить значному обсязі робіт.

Навантажувачі на гусеничних тракторах призначені для розроблення кар'єрних та штабельованих сипких і дрібнокускових будівельних матеріалів та ґрунтів III категорії, а також для планування площ, прибирання будівельного сміття, навантаження силосу, торфу, перегною, лісоматеріалів, переміщення розроблених будівельних матеріалів на відстань до 100 м. У деяких випадках (рис. 3.3, в) навантажувачами можна розпушувати змерзлі ґрунти I-III категорій.

Однокішіві навантажувачі, використовувані для земляних робіт, класифікують за напрямком розвантаження ковша: фронтальні (з переднім розвантаженням), напівповоротні (з бічним розвантаженням), перекидні (із заднім розвантаженням). При цьому навантажувальне обладнання виконують напівповоротним, комбінованим, перекидним і фронтальним. Для напівповоротного обладнання характерне бічне розвантаження ковша, комбіноване дає змогу здійснювати і переднє, і заднє розвантаження, перекидне — тільки заднє; в разі використання найпоширенішого фронтального обладнання можливе розвантаження ковша тільки з боку розроблення матеріалу.

Традиційно пневмоколісні навантажувачі оснащуються гідромеханічною трансмісією з гідротрансформатором і переключенням передач під навантаженням. Трансмісія складається з мостів підвищеної міцності з повністю розвантаженими півосями, диференціалами підвищеного тертя або, що блокуються, осьовими або бортовими знижувальними редукторами і осьовими або бортовими багатодисковими маслозануреними гальмами. Останні відрізняються надійністю, стійкістю до перегріву і невибагливістю до обслуговування. Іноді коробки перемикання передач під навантаженням оснащуються автоматом вибору швидкості залежно від величини робочих навантажень. У останні роки на фронтальних пневмоколісних навантажувачах стали застосовувати гідрооб'ємні трансмісії. Насос і гідромотор встановлюють між двигуном і коробкою передач, не

змінюючи інші елементи ходової трансмісії. При цьому підвищується ККД трансмісії, режим роботи двигуна оптимальний при змінних робочих навантаженнях, найбільше тягове зусилля досягається автоматично при максимально можливій швидкості і без буксування, величина тягового зусилля не залежить від витрати потужності на інші системи навантажувача, значно поліпшуються шумові характеристики трансмісії і знижується питома витрата палива. Сучасне навантажувачі оснащені автоматичними системами, що знімають з оператора турботу про рутинні операції, що найбільш часто зустрічаються у керуванні робочим процесом або спрощують їх виконання. У їх числі: адаптація швидкості до навантажень, перерозподіл гідравлічних потоків, повернення ковша у вихідне положення, кнопкове перемикання на нижчу швидкість, діагностика поточного стану агрегатів. Важливу роль для зниження стомлюваності машиніста грає поєднання операцій. Наприклад, при натисканні гальмівної педалі одночасно з початком гальмування відключається зчеплення, а перехід з передачі II на передачу I при заповненні ковша здійснюється натисканням кнопки з авто-автоматично підвищенням передачі при включеній заднього ходу. При напівавтоматичному перемиканні важелем задається бажана передача (вона може відрізнятись від поточної на кілька ступенів), після чого автомат сам переключає передачі, поки не буде досягнута задана.

Робоче обладнання стрілових навантажувачів (рис. 3.4) складається з просторової стрілової конструкції, однією віссю закріпленої на передній частині рами машини, а середньою частиною спирається на штоки гідроциліндрів опускання - підйому стріли.

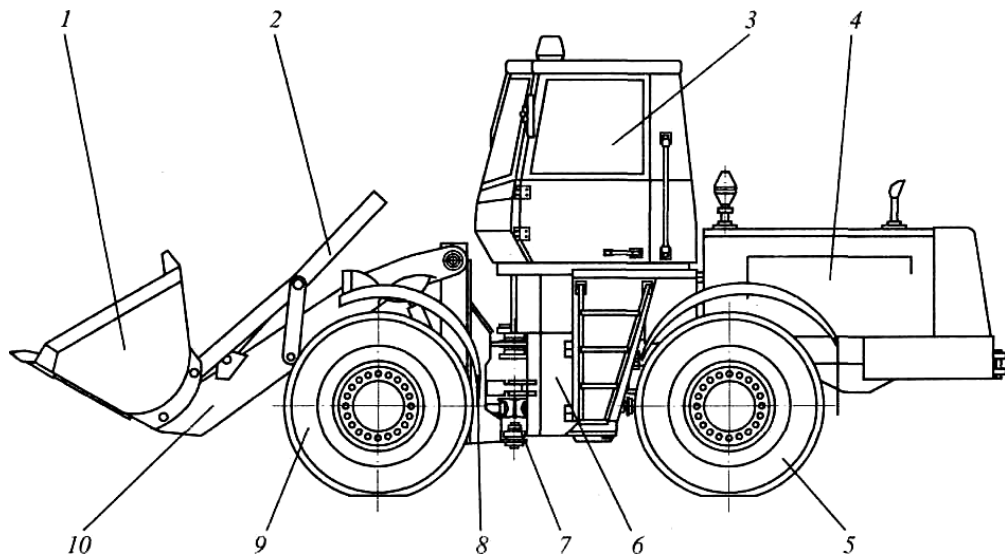


Рис. 3.4. Будова пневмоколісного одноківшевого фронтального навантажувача:  
1 – ківш; 2 – гідроциліндри управління ковшем; 3 – кабіна оператора;  
4 – двигун; 5 – задні пневмоколеса; 6 – задня рама; 7 – шарнірне зчленування рам; 8 – передня рама; 9 – передні пневмоколеса; 10 – стріла

Сучасні одноківшеві навантажувачі випускають як начіпне обладнання на гусеничні й колісні трактори (рис. 3.5), а також на колісні тягачі із шарнірно з'єднаною рамою. Одноківшеві фронтальні навантажувачі завдяки своїй універсальності застосовують дедалі ширше.

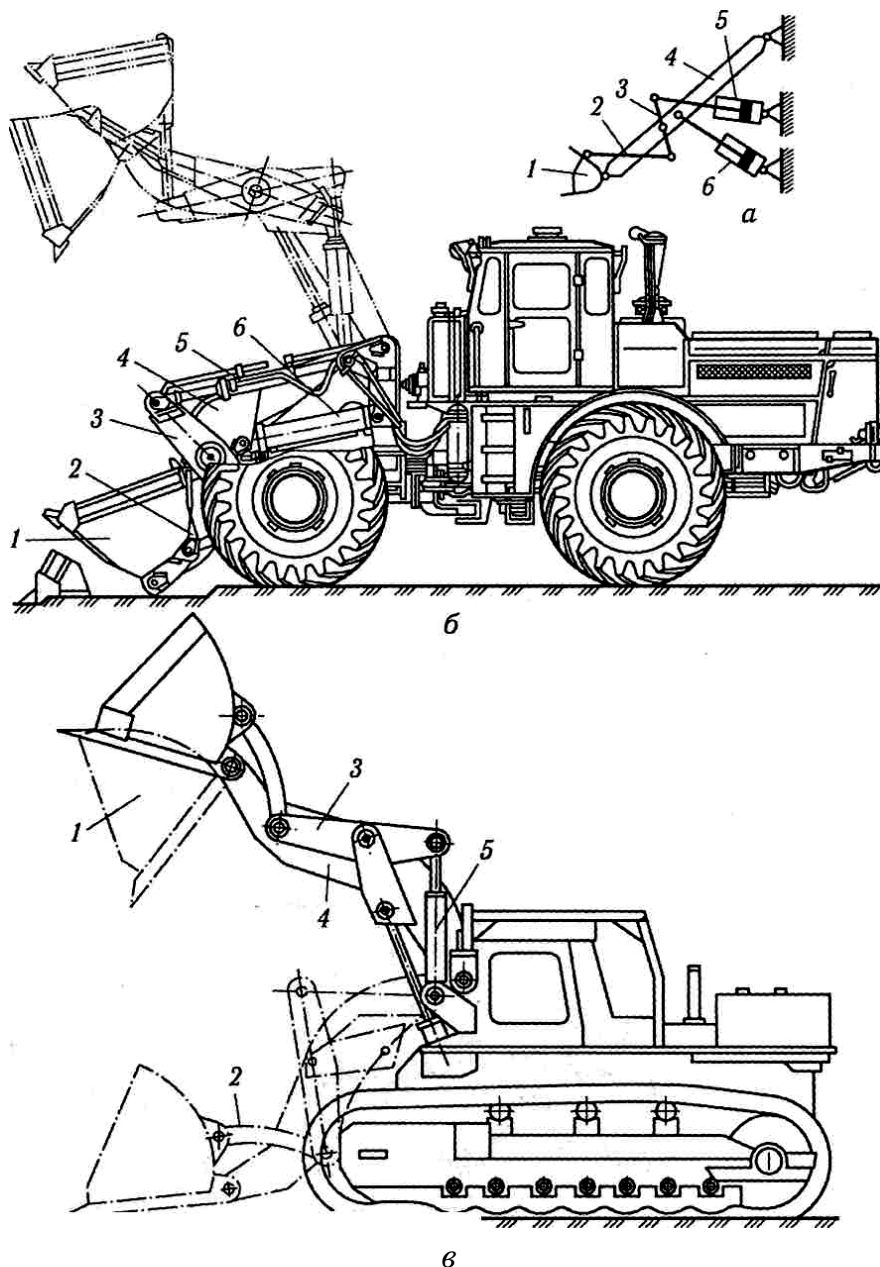


Рис. 3.5. Схема важільно-гідравлічної системи керування (а), пневмоколісний із шарнірно з'єднаною рамою (б) і гусеничний (в) одноківшеві фронтальні навантажувачі: 1 — ківш; 2,3 — важільні механізми; 4 — стріла; 5,6 — гідроциліндри

Залежно від призначення навантажувача використовують два типи механізмів повороту ковша: Z-подібний, що забезпечує підвищене зусилля відривання, і Н-подібний зі збільшеним кутом закидання (рис. 3.6 і 3.7).

Самі гідроциліндри шарнірно спираються на раму. На консольному кінці стрілової конструкції шарнірно кріпиться фронтальний ківш, нахил якого змінюється одним або двома гідроциліндрами через

важільний механізм нахилу ковша. У Z-механізмі (рис. 3.6) точка опори важеля знаходиться між точками прикладання сил, що забезпечує підвищене зусилля на кромці ковша (силу відриву). В Н-механізмі (рис. 3.7) точка опори важеля знаходиться з одного боку від точок прикладання сил, завдяки чому він відрізняється збільшеним кутом запрокидування ковша.

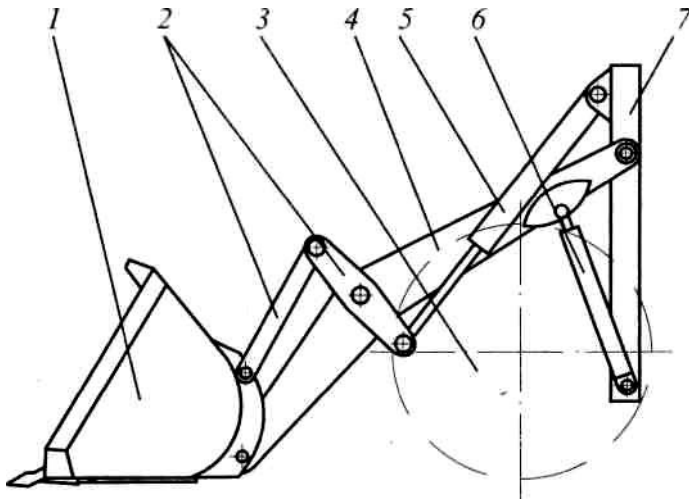


Рис. 3.6. Будова важільного Z - механізму фронтального навантажувача:

1 - ківш; 2 - важільний механізм; 3 - колесо; 4 - стріла; 5 - гідроциліндр нахилу ковша; 6 - гідроциліндр підйому / опускання стріли; 7- елемент рами навантажувача

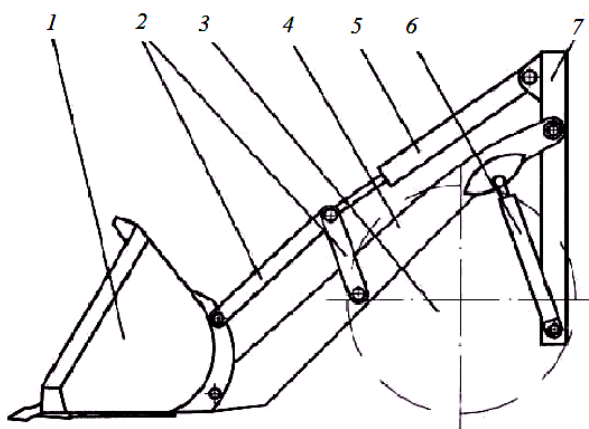


Рис. 3.7. Будова важільного Н- механізму фронтального навантажувача:

1 - ківш; 2 - важільний механізм; 3 - колесо; 4 - стріла; 5 - гідроциліндр нахилу ковша; 6 - гідроциліндр підйому/опускання стріли; 7 - елемент рами навантажувача

Стандартні ковші з прямою різальною крайкою використовуються при перевантаженні піску, гравію і глинистих ґрунтів з насипною щільністю від 1,4 до 1,8 т/ м<sup>3</sup>.

Додатково такі ковші можуть комплектуватися змінною двохсторонньою ріжучою крайкою (суцільною або з сегментів), виконаною зі зміцненої зносостійкої сталі дуже високої твердості. Щелепні ковші збільшують висоту вивантаження і дозволяють навантажувачам штовхати і пошарово розрівнювати ґрунт, планувати

поверхню, захоплювати сипучі і штучні вантажі. Щелепи ковшів керуються додатковими гідроциліндрами, тому навантажувач повинен оснащуватися спеціальним гідравлічним контуром.

Маневрування навантажувачів з вантажем значно скорочується в разі використання *напівповоротного робочого обладнання* (рис. 3.8), на якому стрілу з ковшем установлено на поворотній платформі. Проте конструкція таких навантажувачів складна, а місткість ковшів незначна.

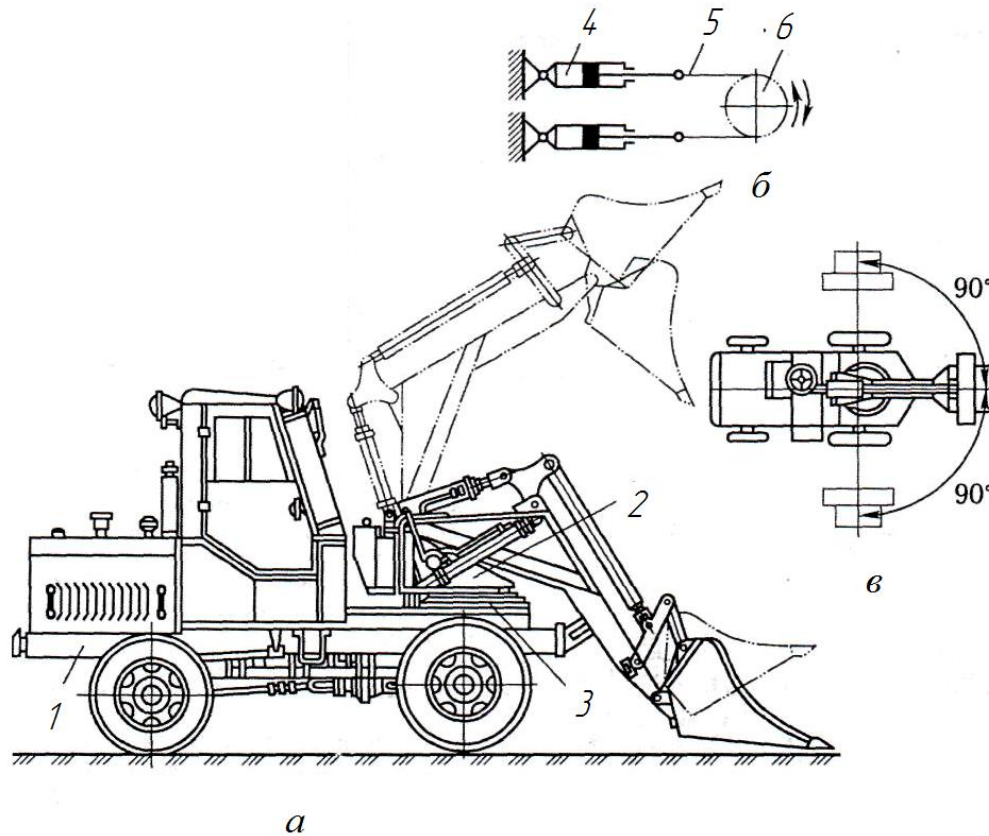


Рис. 3.8. Одноківшевий напівповоротний навантажувач:

*а* – конструктивна схема; *б* – схема системи повороту; *в* – зона дії; 1 — рама; 2 ~ опорно-поворотний пристрій; 3 — поворотна платформа; 4 — гідроциліндр; 5 — ланцюг; 6 — зірочка

Напівповоротні навантажувачі, на відміну від фронтальних, можуть забезпечувати розвантаження як спереду, так і збоку за кута повороту від поздовжньої осі до 90°. Поворотна платформа 3 з робочим обладнанням навантажувача спирається на раму 1 машини через опорно-поворотний пристрій 2. Обертальний рух поворотної платформи здійснюється за допомогою двох горизонтально розміщених гідроциліндрів 4, ланцюга 5 і зірочки 6. Така конструкція навантажувача дає змогу скоротити час на розвороти і застосовувати їх в утруднених умо-

вах. Робочий цикл напівповоротного навантажувача відрізняється від робочого циклу фронтального навантажувача тим, що в ньому немає операцій на додаткові розвороти машини, що дає можливість скоротити тривалість робочого циклу на 30 — 40 %.

Навантажувачі на гусеничному ході (тракторні лопати) (рис. 3.9) широко використовуються для навантаження в транспортні засоби сипких, малосипких матеріалів, для розробки і переміщення ґрунту, для бульдозерних робіт, добування торфу на осушених та підготовлених болотах.

На рамі трактора ДТ-75 або ДТ-75М закріплена поперечна балка 8, а на опорах головного вала начіпної системи трактора – задня балка 4. Дві балки з'єднані між собою боковинами 5, на яких шарнірно встановлена стріла підйому 10. Поворот стріли здійснюється двома гідроциліндрами 6 таким чином: при висуванні штоків гідроциліндрів кронштейни 7 повертаються і через жорсткі тяги 9 повертають стрілу.

При повному висуванні штоків стріла підйому повертається в крайнє заднє положення, де проходить заднє (перекидне) розвантаження. При зупинці стріли над радіатором трактора гідроциліндрами 11 проходить поворот ковша 13 для переднього (фронтального) розвантаження. Над кабіною та гідросистемою 3 встановлені захисні листи 1,2. Біля радіатора розміщено огороження 12.

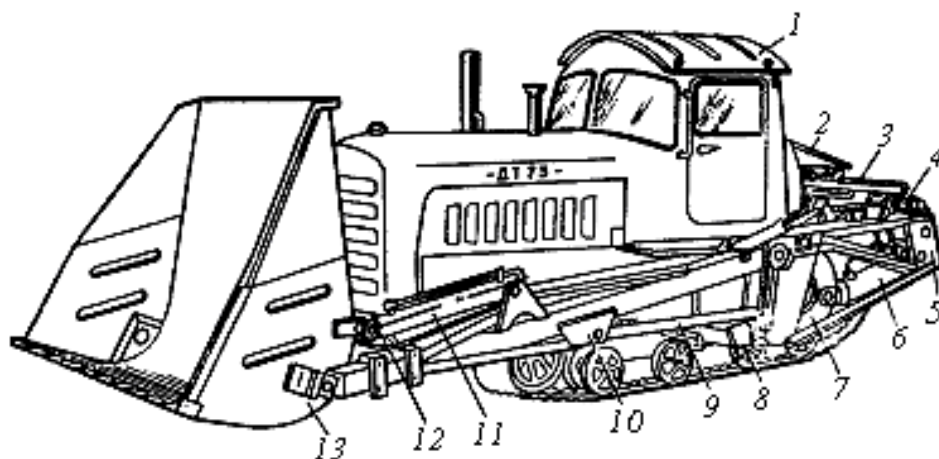


Рис. 3.9. Тракторна лопата

*Міні-навантажувачі з бортовим поворотом* (рис. 3.10) призначені для виконання невеликих обсягів вантажно-розвантажувальних робіт і перевезення вантажів на невеликі відстані. Вантажопідйомність

більшості сучасних міні-навантажувачів з бортовим поворотом знаходиться в діапазоні 300...1500 кг.

Міні-навантажувачі з бортовим поворотом являють собою короткобазові чотириколісні повнопривідні шасі, що низько сидять, з невеликим дорожнім просвітом і гідрооб'ємною ходовою трансмісією. Колеса лівого і правого бортів приводяться в дію окремими гідромоторами і можуть працювати в режимі протиобертання. Завдяки цьому міні-навантажувачі маневрують, гальмуючи колеса одного з бортів або змушуючи колеса протилежних бортів обертатися в різні боки.



Рис. 3.10. Міні-навантажувач з бортовим поворотом

Колеса одного борту, як правило, приводяться в дію від валу гідромотора ланцюговою передачею, що забезпечує кінематичне узгодження їх кутових швидкостей, але зустрічаються і варіанти з гідрооб'ємними мотор-колесами, в яких узгодження кутових швидкостей здійснюється гідравлічно. Гальмування здійснюється припиненням подачі рідини до всіх гідромоторів або гідромоторами одного борту і гарантується гідрозамками. Боровий поворот робить ці машини надзвичайно маневреними, але наділяє їх рядом недоліків. Серед них: підвищений знос шинного протектора, жорсткі вимоги до стабільності тиску в пневмоколесах (поворот при тиску нижче номінального призводить до пошкодження боковини камерного і розгерметизації безкамерного колеса),

обмеження швидкості, втрата поздовжньої стійкості, пошкодження шинами м'яких штучних, трав'яних і ґрунтових покриттів .

Стандартне ходове обладнання міні-навантажувачів включає безкамерні шини з розвиненим протектором для роботи на ґрунтах. У випадку, якщо умови роботи пов'язані з підвищеним ризиком пошкодження шин, можна використовувати колеса, обід яких набраний з декількох гумових секторів, з ізольованою повітряною порожниною всередині кожного. Пошкодження одного з секторів не приводить до виходу колеса з ладу, а кожен із секторів може бути замінений незалежно від інших. Можлива також комплектація міні-навантажувача гусеницями зі сталевими або гумовими траками, що одягаються на колеса і знижують питомий тиск машини на ґрунт при одночасному підвищенні її прохідності.

Робоче обладнання міні-навантажувача включає, як правило, змінний робочий орган, швидкодіючу захоплення, вантажну стрілу і гідросистему, що забезпечує підйом / опускання стріли, нахил ковша і роботу органів з автономним гідроприводом. Асортимент змінних робочих органів досить широкий і включає ковші різного об'єму з фронтальним і бічним розвантаженням, вилючні й грейферні захвати, навісний екскаватор «зворотна лопата», фрези, дискові пили, вібротрамбовки, гідромолоти, траншеєкопачі, бури, бетонозмішувачі, підмітальні щітки, відвали, снігоприбиральні пристрою і т.д.

За типом компонування робочого обладнання сучасні міні-навантажувачі з бортовим поворотом можна об'єднати в три групи.

1. Найбільш поширена П-подібна в плані стріла, перекладаина якої з швидкодіючим захопленням і робочим органом розташовується перпендикулярно осі машини безпосередньо перед кабіною оператора (див. рис. 3.14). Задні кінці бічних балок стріли шарнірно кріпляться до високого порталу силової рами міні-навантажувача, розташованому ззаду кабіни у вигляді арки над моторним відсіком. П-подібна стріла забезпечує відносну простоту і надійність силової конструкції і хороший огляд робочої зони. Недоліком є можливість входу в кабіну тільки через отвір в лобовій панелі, так як з боків кабіна закрита бічними балками стріли, а ззаду - двигуном.

2. Більш зручний варіант, при якому П-подібна стріла (рис. 3.11) є ланкою паралелограмного важільного механізму, що забезпечує їй паралельно-поступальний рух при підйомі і опусканні.

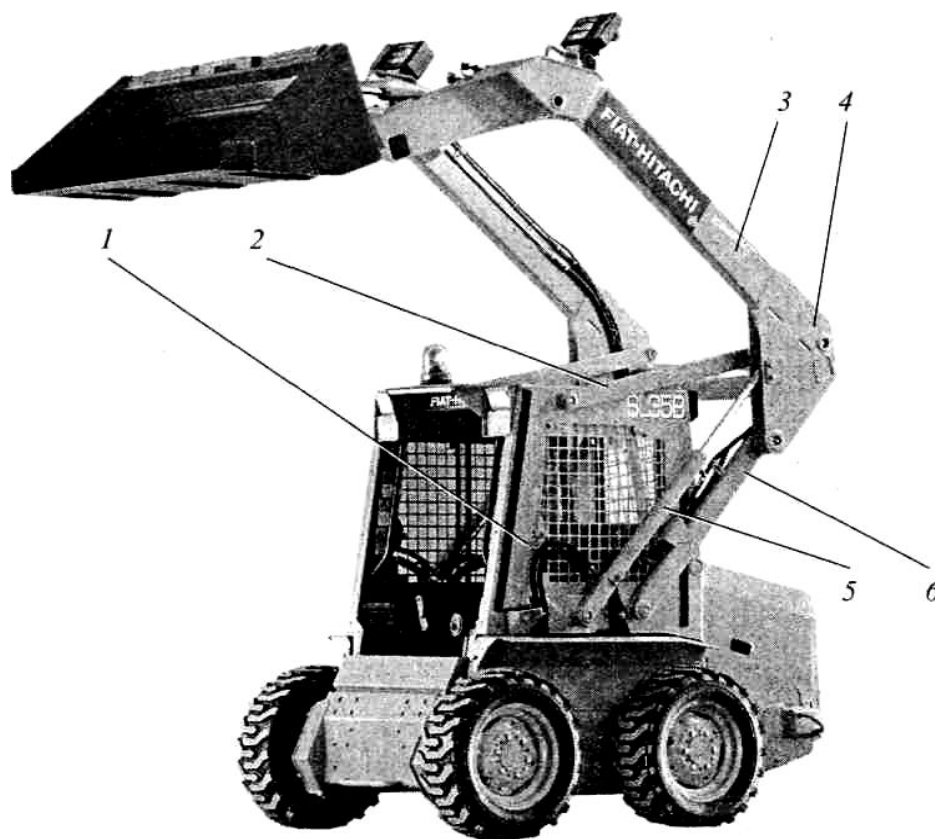


Рис. 3.11. Паралелограмний важільний механізм підйому стріли міні-навантажувача: 1 - силова панель рами; 2 і 5 - важелі паралелограмного механізму підйому стріли; 3 - П- подібна стріла; 4 - косинка; 6 - гідроциліндр підйому/опускання стріли

Механізм кріплення стріли при цьому більш складний, що компенсується збереженням орієнтації ковша при підйомі, опусканні і збільшенням вильоту ковша при вивантаженні. Стріла кріпиться до силового каркасу навантажувача чотирма (по дві з кожної сторони) важелями. При підйомі стріли важелі повертаються щодо точок їх кріплення до рами і піднімають шарніри кріплення косинок стріли разом з прикріпленим до стріли робочим органом.

3. Однобалкова стріла - складна просторова конструкція, закріплена одним кінцем на осі в порталі рами навантажувача і шарнірно спирається на гідроциліндр підйому/опускання (рис. 3.12). Головною перевагою такої стріли є можливість входу в кабінку навантажувача через бічні двері. У той же час несиметричний додаток навантаження до рами машини викликає появу додаткових крутних і перекидальних моментів, що висуває підвищені вимоги до міцності металоконструкцій і стійкості навантажувача. Дизельний двигун з гідронасосом розташований в задній частині навантажувача.

Обмеження по висоті і прагнення забезпечити водієві огляд через заднє вікно змушують конструкторів розміщувати двигун якнайнижче, що робить необхідним його захист від пошкодження знизу при роботі на нерівній поверхні. З боків і зверху силова установка закрита кожухом, що знижує рівень шуму.



Рис. 3.12. Міні-навантажувач з однобалковою асиметрично розташованою стрілою

оператор зрушує важіль убік або вгору, при цьому включаються стоянкові гальма або блокуються всі органи управління і зупиняється двигун.

*Автонавантажувачі* для переміщення насипних матеріалів оснащуються змінним робочим обладнанням – ківшем.

*Вантажні машини безперервної дії* застосовуються для завантаження нерудних будівельних матеріалів зі складів, кар'єрів, перевалочних баз у транспортні засоби.

Вантажні машини безперервної дії (рис. 3.13) включають: черпальні (живильник) і транспортувальні пристрої, пневмоколісний або гусени-

Доступ до вузлів і агрегатів при обслуговуванні та ремонті забезпечується оптимізацією компоновання моторного відсіку і відкиданням кожуха і кабіни. Органи управління, контрольні прилади та індикатори розташовані по сторонах фронтального входу і на підлокітниках операторського крісла, що оснащено важелем безпеки. Виходячи з кабіни,



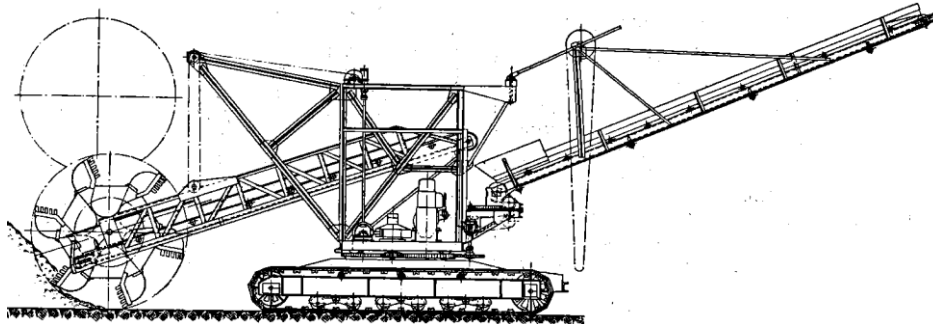
*a*



*б*



*в*



*г*

Рис. 3.13. Вантажні машини безперервної дії: *a* - пересувний стрічковий конвеєр; *б* - з гвинтовим живильником; *в* - з закріпними лапами; *г* - з черпаковим завантажувальним пристроєм

чний рушій. У якості черпального пристрою використовують гвинтовий живильник 1 (див. рис. 3.13, б) з симетричним гвинтом правої і лівої навивки, рідше - черпакове колесо, у ряді випадків, переважно для навантаження снігу, та загібні лапи. Транспортувальним пристроєм зазвичай служить ковшовий (див. рис. 3.13, б) стрічковий (див. рис. 3.13, в) або скребковий конвеєри. Пересувні стрічкові конвеєри (див. рис. 3.13, а) не мають черпального органу. Їх завантажують матеріалом вручну або бульдозером при зануренні завантажувального кінця в пряминок. Переміщують конвеєр також вручну. Несучим органом є плоска або жолобчаста конвеєрна стрічка шириною від 0,4 до 0,65 м.

Швидкість руху стрічки становить від 0,5 до 3,2 м/с. Вітчизняна промисловість випускає пересувні конвеєри довжиною 5,10 і 15 м.

Вантажні машини з гвинтовим живильником (див. рис. 3.13, б) з стрічковим або лопатевим (для велико-шматкових матеріалів) гвинтом застосовують для перевантаження піску, гравію, щебеню, глини. При обертанні гвинта 1 з одночасним переміщенням машини (насування на штабель) його витки підгортають матеріал з обох сторін до похилого ковшового конвеєра 3, за наявності якого машини називають багатоківшевими навантажувачами. Матеріал вивантажується у транспортний засіб за допомогою стрічкового конвеєра 2, зазвичай поворотного у горизонтальній площині.

Машини з черпаковим завантажувальним пристроєм (рис. 3.13, з) у вигляді ротора з розташованими по його периферії черпаками звані також роторними навантажувальними машинами, що застосовують для навантаження сипких матеріалів (піску, пухкого ґрунту, вугілля і т.п.). При обертанні ротор захоплює матеріал і перевантажує його на приймальний стрічковий конвеєр, розташований вздовж поворотної у вертикальній площині стріли з ротором на її кінці. З приймального конвеєра матеріал надходить на відвальних конвеєр, поворотний у горизонтальній площині, а звідти - в транспортний засіб. На відміну від багатоківшевого навантажувача з гвинтовим живильником, який може забирати матеріал тільки з підосви штабеля, роторний навантажувач може забирати матеріал на будь-якій його висоті. Роторні навантажувачі можуть працювати при безперервній подачі машини на штабель, забираючи матеріал з певного його рівня, і позиційно, розробляючи штабель зверху донизу шляхом опускання стріли з ротором без

переміщення машини. Після досягнення ротором підшви вибою машину перемішують вперед на нову позицію.

Машини з загібними лапами (див. рис. 3.13, в), звичайно використовуювані як снігоприбиральні, застосовують також для навантаження дрібно- і середньокускових, переважно малоабразивних матеріалів, наприклад, вугілля.

Загібна лапа є складовою частиною шарнірного чотириланковика, що включає також кривошип і тягу, змонтовані на лотку. При обертанні кривошипів, що приводяться в рух через розташований під лотком карданний вал, і безперервної подачі машини на штабель лапи по черзі загібають матеріал і подають його на скребковий конвеєр. Для роботи з абразивними будівельними матеріалами ці машини непридатні через швидке зношування шарнірних вузлів чотириланковика.

Продуктивність вантажних машин безперервної до становить 50...300 м<sup>3</sup>/год. і залежить насамперед від роботи живильника та розміру штабеля. При розробці штабелів великих обсягів з швидким просуванням навантажувача вперед за рахунок напірного зусилля ходової частини продуктивність підвищується.

*Розвантажувачі* застосовуються для розвантаження насипних вантажів з напівкритих вагонів. Робоче обладнання монтується на спеціальній рамі з рейковим рушієм і складається з ківшевого елеватора та стрічкового транспортера. Привід від двигуна внутрішнього згорання. Розвантаження насипних матеріалів здійснюється у відвал або транспортні засоби.

*Стрічкові конвеєри* застосовуються для переміщення насипних вантажів з використанням гумовотканинної стрічки переважно жолобчастої форми.

*Гвинтові (шнекові) конвеєри* (рис. 3.14) призначені для переміщення безперервним потоком сипких матеріалів (цемент, гіпс, пісок і ін.), а також вологих і тістоподібних матеріалів (будівельні розчини і бетонні суміші) по горизонталі або під невеликим кутом нахилу (до 20°) на відстань до 40 м. Вони застосовуються як самостійні установки і у вигляді агрегатів будівельних машин, наприклад бетоно- і розчинозмішувачів безперервної дії. Транспортувальний орган - гвинт (шnek) 9 розташований всередині жолоба 5, а кінці його вала спираються на підшипники встановлені на рамі та всередині жолоба. Останній має напівкругле днище, а зверху закритий кришкою 4.

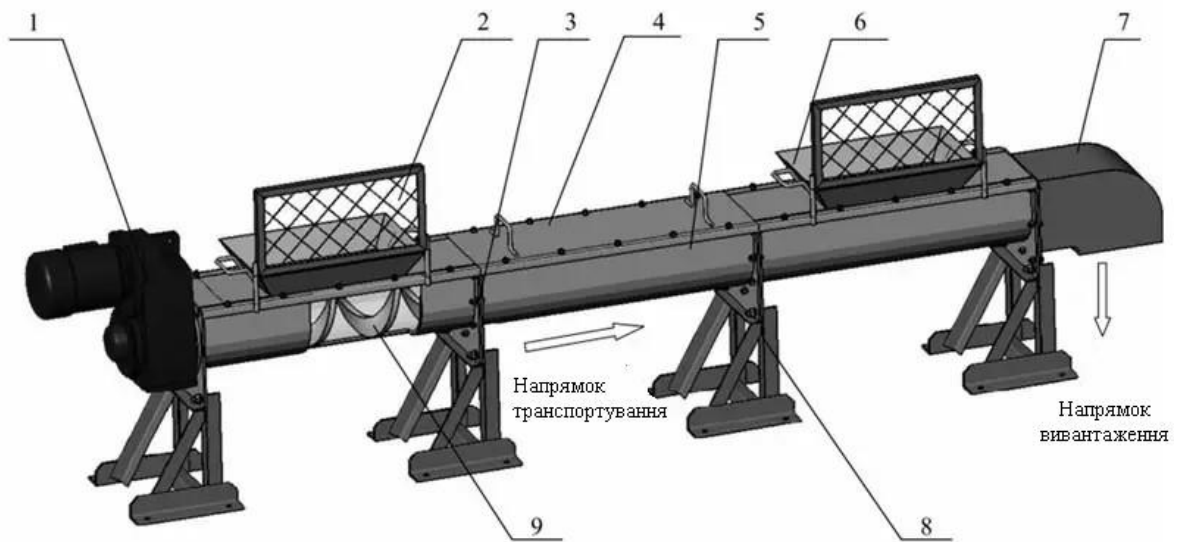


Рис. 3.14. Гвинтовий (шнековий) конвеєр:

- 1 – електродвигун; 2 – приймальний бункер; 3 – кріпильне з'єднання;  
 4 – кришка; 5 – жолоб; 6 – огорожа; 7 – рукав скидання; 8 – підставка;  
 9 – шнек

Гвинт приводиться в рух від електродвигуна 1 через редуктор із зубчастою передачею колесом, яке жорстко закріплене на валу гвинта. Матеріал завантажується через приймальний бункер 2, переміщується гвинтом по жолобу 5 і вивантажується через люк або рукав скидання 7. Конструкція гвинта, частота його обертання, й коефіцієнт заповнення жолоба залежать від виду матеріалу, що підлягає транспортуванню. Так, суцільні шнеки застосовують для транспортування сухих порошкоподібних, стрічкові - для дрібнокускових (наприклад, гравій, шлак) фасонні - для вологих і тістоподібних матеріалів, лопатеві - для бетонних сумішей. Перевага конвеєрів даного типу - можливість їх герметизації при переміщенні сипких матеріалів (це дозволяє не тільки забезпечити їх зберігання та економію, але й задовольняє вимогам охорони навколишнього середовища). Здатність шнеків перемішувати матеріали при транспортуванні дозволяє використовувати їх не тільки як транспортуючі, але й як технологічні (змішувальні) установки.

Технічна продуктивність гвинтового конвеєра, т/год.:

$$P_{\text{тех}} = 60\rho S a n, \quad (3.3)$$

де  $S$  – середня площа перерізу матеріалу в жолобі,  $m^2$ ;  $a$  – крок гвинта (для горизонтальних шнеків він дорівнює діаметру гвинта, а для похилих - 0,8 діаметра), м;  $\rho$  – щільність матеріалу,  $t/m^3$ ;  $n$  – частота обертання гвинта,  $хв.^{-1}$ .

У гвинтових конвеєрах форма гвинта залежить від типу транспортувального матеріалу (рис. 3.15).

Сипкі матеріали (цемент, крейда, сухий пісок) транспортують суцільним гвинтом (рис. 3.15, а). Дрібнокускові матеріали (гравій, шлак) переміщують стрічковим гвинтом (рис. 3.15, б). Середньокускові матеріали (крупний гравій, вапняк, шлак негранульований), тістоподібні матеріали (мокра глина, будівельні розчини) транспортують лопатевим (рис. 3.15, г) або фасонним гвинтом (рис. 3.15, в).

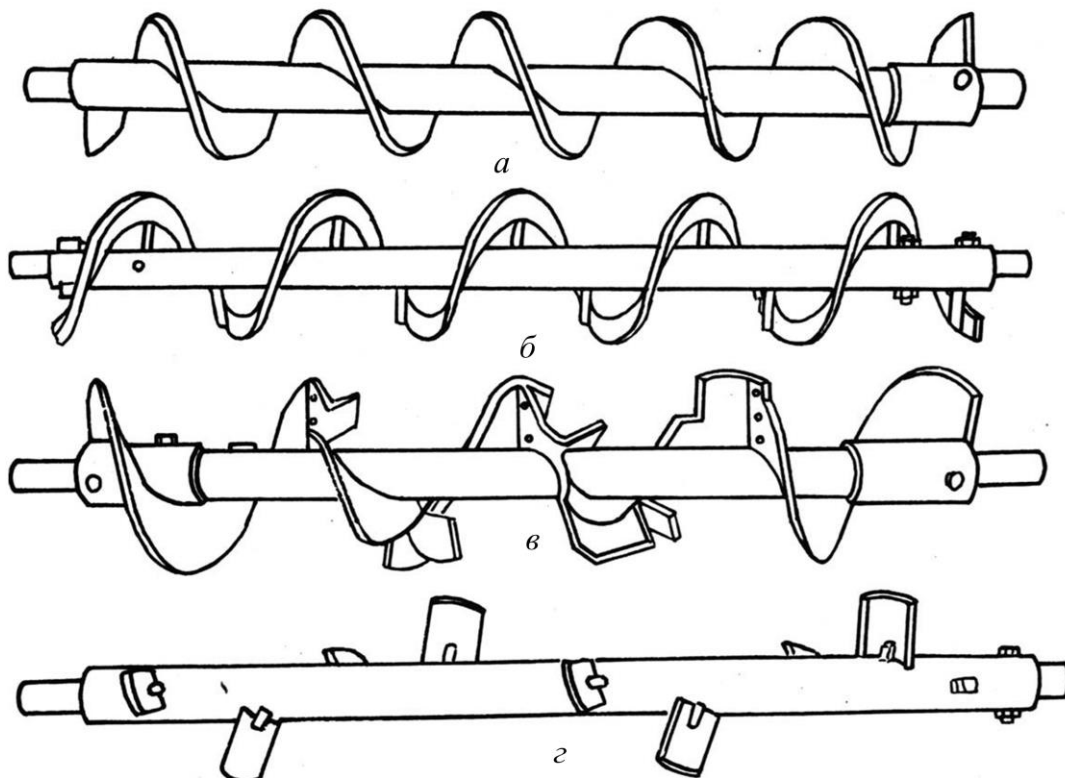


Рис. 3.15. Схеми гвинтів: а – суцільного; б – стрічкового; в – фасонного; г – лопатевого

Недоліками гвинтових конвеєрів є: значна витрата енергії на транспортування матеріалу, що перевищує у 7...8 разів питому витрату енергії стрічковим конвеєром; значне спрацювання гвинта і жолоба, а також подрібнення дрібнокускових матеріалів. Основна область їх

застосовності -на бетонних заводах і механізованих складах зберігання цементу.

*Скробкові конвеєри* (рис. 3.16) виконані у вигляді двох ланцюгів (тягові) з прикріпленими на деякій відстані один від одного скребками (несучі).

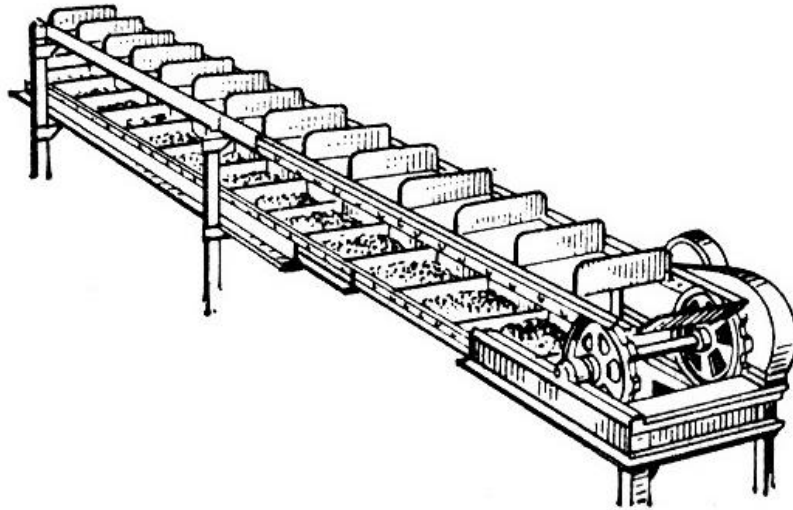


Рис. 3.16. Скробковий конвеєр

Матеріал переміщується верхньою та нижньою гілками ланцюга із скребками, які рухаються всередині жолоба. Скретки виготовляють з листової сталі товщиною 3...8 мм, або з пластмаси-нейлона (інколи з гуми), кріплення до ланцюгів консольне. Скретки бувають півкруглої, а частіше прямокутної форми.

*Ківшеві конвеєри (елеватори)* призначені для підйому на висоту до 50 м у вертикальному напрямку сипких (пісок, ґрунт, цемент) і дрібнокускових (щебінь, гравій) вантажів (рис. 3.17). Робочий орган - вертикально або похило розташований нескінченний ланцюг чи стрічка 1 із жорстко прикріпленими ковшами 2 - охоплює привідну 3 та натяжну 4 зірочки. Ковші переміщуються знизу вгору, захоплюють матеріал у нижній частині башмака 5, підіймають його вгору й розвантажуються, при огинанні привідної зірочки (на початку руху вниз) у лоток, встановлений у місці вивантаження, або в бункер. Місткість ковшів 0,8... 1,5 л, залежно від потужності елеватора.

Для вологих матеріалів застосовують ковші мілкі з циліндричним днищем, а для сухих - глибокі з циліндричним днищем. Для

переміщення сухих сипких матеріалів застосовують швидкохідні елеватори зі швидкістю руху тягового органу до 2 м/с, а для вологих і кускових - тихохідні, які мають невелику швидкість руху - до 0,8 м/с.

Технічна продуктивність ківшевого елеватора, т/год.:

$$P_{\text{тех}} = 3600qVk_{\text{н}}\rho\frac{1}{i}, \quad (3.4)$$

де  $q$  – місткість ковша,  $\text{м}^3$ ;  $V$  – швидкість переміщення тягового органу, м/с;  $k_{\text{н}}$  – коефіцієнт наповнення ковшів,  $k_{\text{н}} = 0,6 \dots 0,8$ ;  $\rho$  – щільність ґрунту,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $i$  – крок ковшів, м.

*Ківшеві конвеєри* застосовують на дробильно-сортувальних та бетонних заводах і як самостійні агрегати на профілювальниках каналів і на інших машинах.

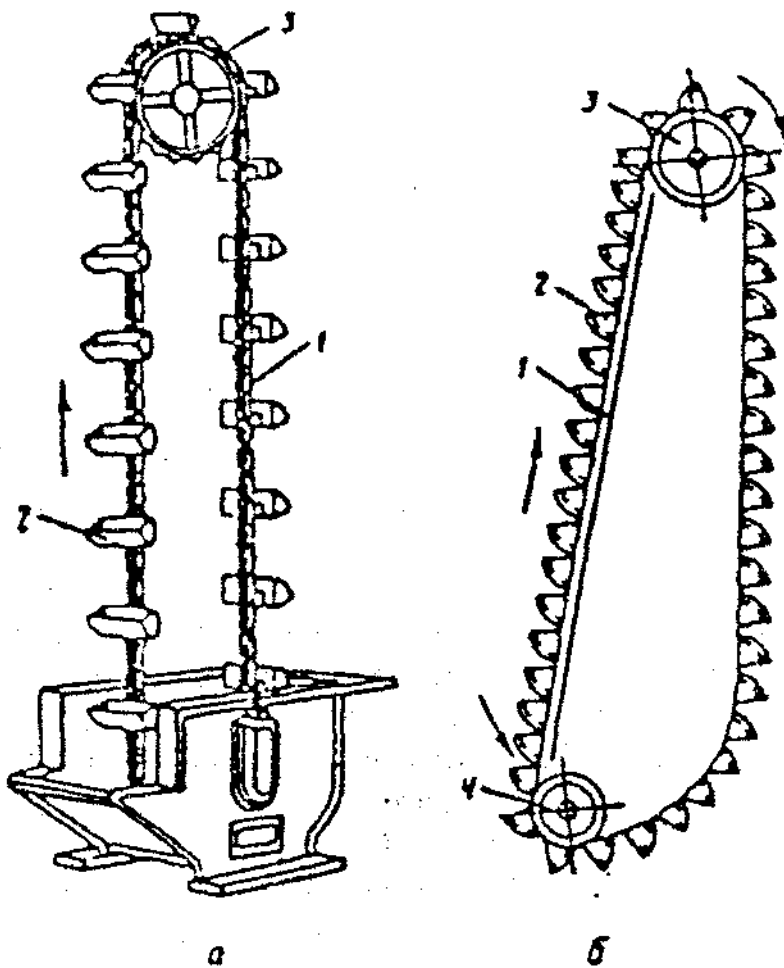


Рис. 3.17. Ківшеві конвеєри:

*a* - вертикальний (елеватор); *б* - похилий: 1 - стрічка (ланцюг); 2 - ківш; 3 - привідна зірочка; 4 - натяжна зірочка

Вібраційні конвеєри забезпечують переміщення сипких вантажів у горизонтальному напрямку або під невеликим кутом (до  $11^\circ$ ) без допомоги механічних тягових органів.

Вібраційні конвеєри працюють з електромагнітним віброзбудувачем (рис. 3.18, *а*) або механічним приводом у вигляді ексцентрикового (рис. 3.18, *б*) чи кривошипно-шатунного механізму. Вантажонесучими органами служать труби чи відкриті лотки, жолоби і т.п.

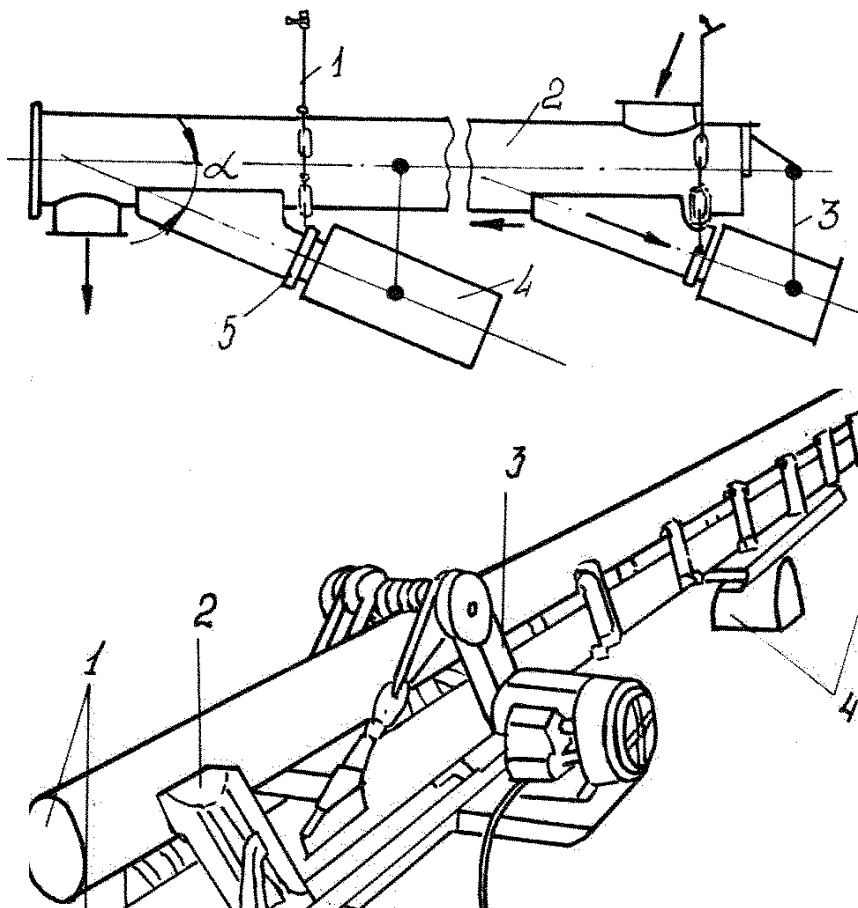


Рис. 3.18. Схеми коливальних конвеєрів:

*а* – з електромагнітним збудником; *б* – з ексцентриковим приводом

Вібраційні конвеєри з ексцентриковим віброзбудувачем 5 (рис. 3.18, *б*) складаються із вантажонесучої труби 3, підвішеної на пружних тягах 2. Труба здійснює напрямлені коливання, викликані

вібробуджувачем. Напрявлення коливань під кутом  $\alpha$  до осі труби призводить до руху по ній частинок матеріалу. При значній довжині (більше 15 м) труба вантажонесуча поділяється на ділянки, кожна з яких має свій вібробуджувач. Відповідно до характеристик вібробуджувача, а саме амплітуди коливань і частоти, буде залежати характер руху матеріалу в трубі. Якщо переміщення частинок буде забезпечуватися ефектом їх ковзання по опорній поверхні, то маємо інерційний режим роботи конвеєра; якщо контакт частинок матеріалу з опорною поверхнею буде дискретним (стрибкоподібна траєкторія руху частинок), - вібраційний режим.

Жорсткість пружних зв'язків можна підібрати таку, щоб забезпечити збіг частоти власних коливань вантажонесучого органу і вимушених коливань реактивної маси, тобто працювати в резонансі. При цьому амплітуда коливань труби і величина "стрибків" матеріалу збільшується. Продуктивність конвеєра підвищується. Її можна визначити за формулою, т/год:

$$P_{\text{тех}} = FV\rho\psi, \quad (3.5)$$

де  $F$  – площа перерізу вантажонесучого елемента,  $\text{м}^2$ ;  $V$  – швидкість транспортування матеріалу,  $\text{м/с}$ ;  $\psi$  – коефіцієнт заповнення (для відкритих жолобів - 0,6...0,9; прямокутних труб - 0,6...0,8; круглих труб - 0,5...0,6).

На будівельних майданчиках вібраційні конвеєри найчастіше застосовують для подачі матеріалу рівномірним потоком на невеликі відстані. Це так звані віброживильники і віброжолоби.

*Пневмотранспортні установки* застосовують для транспортування сипких матеріалів (цементу, гіпсу й ін.) за допомогою стиснутого або розрідженого повітря. Найбільше розповсюдження отримали два комплекти обладнання, заснованого на різних принципах взаємодії матеріалу з повітряним потоком, - нагнітального і вакуумного (рис. 3.19).

Вакуумний (всмоктувальний) спосіб заснований на утворенні в трубопроводі розрідження тиску до 0,01...0,04 МПа за допомогою насоса  $\delta$  (рис. 3.19,  $a$ ). Порошкоподібний матеріал засмоктується через сопло  $1$  трубопроводу  $2$  л переміщується в бік насоса на відстань до 40 м

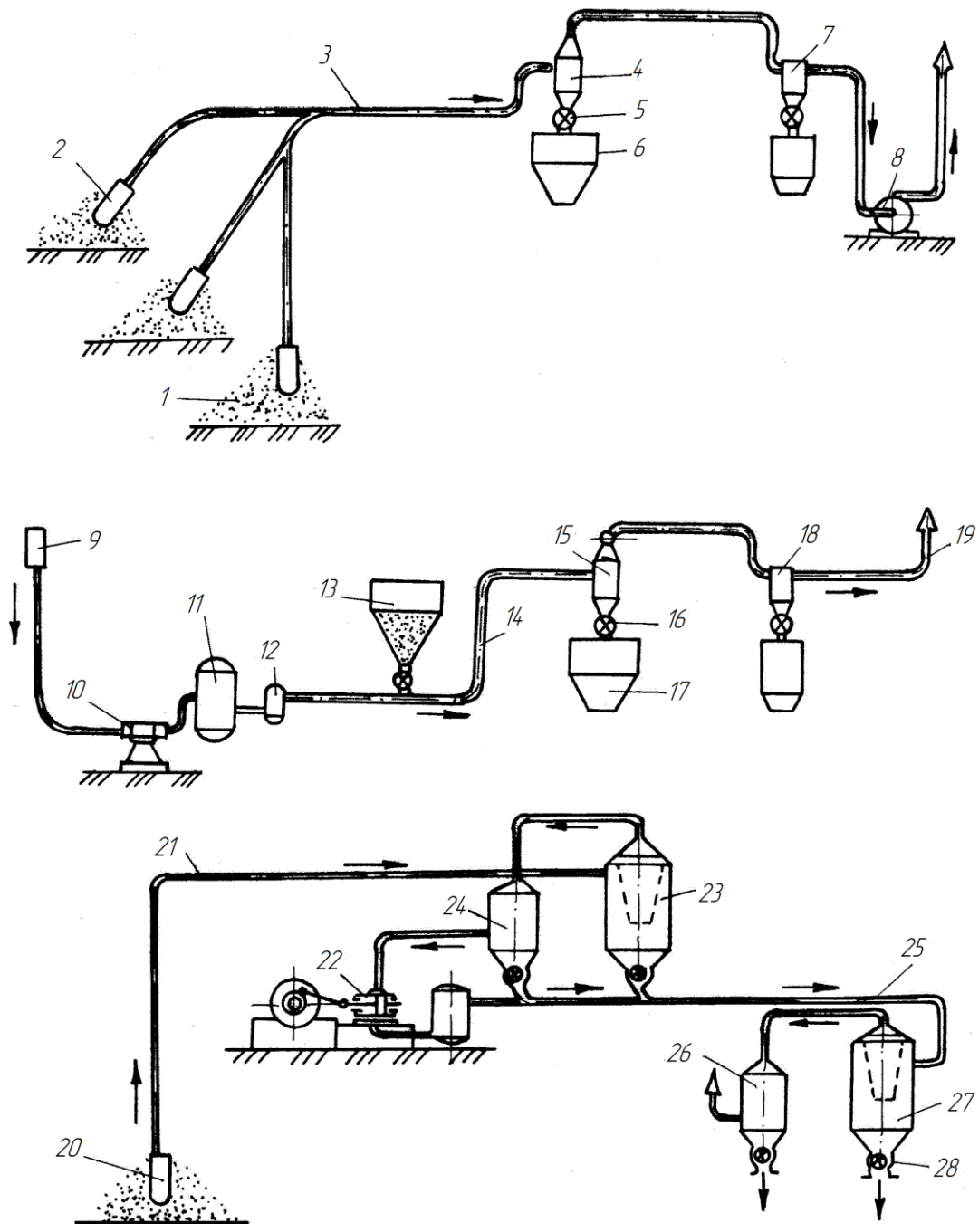


Рис.3.19. Схеми устаткування пневмотранспорту за принципом дії:  
*а* – всмоктувальне; *б* – нагнітальне; *в* – змішане: 1 – матеріал;  
 2, 20 – сопло; 3, 14, 19, 21, 25 – трубопровід; 4, 15 – відокремлювач;  
 5, 16, 28 – затвор; 6 – приймальний пункт; 7, 9, 18, 24, 26 – фільтр;  
 8 – вакуум-насос; 10, 22 – компресор; 11 – ресивер; 12 – відстійник; 13 – живильник; 23, 27 – розвантажувач; 17 – бункер

в місце розвантаження. Далі матеріал потрапляє в розвантажувач 3, де частинки матеріалу випадають з потоку повітря, в результаті різкого зниження швидкості повітря при розширенні вихідного перерізу, й через шлюзовий отвір 8 висипаються в бункер 7. Повітря проходить подальше очищення у фільтрі 4, який захищає від засмічення насос 6, і викидається в навколишнє середовище.

При нагнітальному способі транспортування у трубопроводі одночасно подаються сипкий матеріал (наприклад цемент) з бункера 7 і стиснуте пневмокамерним насосом 9 повітря (рис. 3.19, б). Порошкоподібні будівельні матеріали при змішуванні з повітрям насичуються його бульбашками і набувають властивості текучості.

Такий потік завислих частинок матеріалу легко переміщується по трубопроводу 2 при робочому тиску повітря 0,4...0,7 МПа. У місці розвантаження, наприклад на складі, влаштовують осаджувальну камеру 3, діаметр якої більший діаметра трубопроводу. У камері тиск потоку повітря падає, частинки матеріалу осідають і через шлюзові отвори 8 потрапляють у бункер, а повітря із залишковим тиском через фільтри 4 відводиться в атмосферу. Таким способом можна транспортувати порошкоподібні матеріали на відстань до 2 км і на висоту підйому до 300 м.

Устаткування змішаного типу (рис. 3.19, в) забирає матеріал з кількох місць завантаження, збирає в одній ємності і транспортує одночасно в декілька пунктів розвантаження. Воно складається з двох послідовно розташованих трубопроводів – всмоктувального 21 та нагнітального 25. Вантаж засмоктується соплом 20 і потрапляє у відокремлювач 23, який одночасно служить живильником для нагнітального трубопроводу. Повітря з відокремлювача не викидається у атмосферу, а проходить через фільтр 24 і подається компресором 22 до нагнітального трубопроводу. Вантаж випадає з повітря у розвантажувачі 27 і надходить до пункту приймання через затвор 28, а повітря, проходячи через фільтр 26, потрапляє до атмосфери.

Для створення тиску або розрідження повітря використовують вентилятори, турбомашини, вакуум-насоси та компресори різних типів. Основними елементами пневмотранспортного устаткування є завантажувальні (сопла, живильники) та розвантажувальні (циклони-розвантажувачі, відокремлювачі) пристрої, фільтри, затвори, повітропроводи, ресивери.

Перевагами пневматичного транспорту є: 1) герметизація процесу і, як наслідок, екологічна чистота виробництва; 2) відсутність втрат матеріалів, що особливо важливо при переміщенні в'язучих; 3) повна механізація і автоматизація транспортного процесу; 4) компактність і простота будови. Недоліки: 1) високі витрати стиснутого повітря (10...15 м<sup>3</sup> на 1 т переміщуваного матеріалу) і, як наслідок, висока енергоємність процесу (5...8 кВт-год./т); 2) підвищене спрацювання елементів обладнання при переміщенні абразивних матеріалів.

Основна область застосовності пневмотранспорту - механізовані склади в'язучих матеріалів на заводах залізобетонних виробів.

### ***3.2. Засоби для перевезення та розвантаження насипних вантажів***

*Для перевезення насипних вантажів* використовується відкритий та закритий залізничний чи автомобільний транспорт. Закритий рухомий склад використовується для перевезення вантажів, які потребують захисту від атмосферних опадів, до яких належать більшість насипних хімікатів. До закритого рухомого складу відносяться криті універсальні та спеціалізовані автомобілі та вагони, саморозвантажувальні криті вагони-хопери, суховантажні цистерни. В даний час універсальний залізничний парк складається, в основному, з чотиривісних вагонів, напіввагонів та саморозвантажувальних платформ (думпкари) вантажопідйомністю 50-60 т. Удосконалення парку таких вагонів здійснюється за рахунок збільшення вантажопідйомності та обсягу кузовів вагонів.

Поряд з універсальними вагонами загального користування для перевезення насипних хімікатів широкого поширення набувають чотиривісні вагони-хопери, що саморозвантажуються, розраховані на механізоване завантаження і вивантаження вантажу, відповідно, через верхні завантажувальні і нижні розвантажувальні люки. Перевезення вантажів у таких вагонах призводить до суттєвого скорочення витрат, пов'язаних з транспортуванням, за рахунок покращення використання вантажопідйомності вагонів, а також скорочення втрат та псування вантажу під час навантаження та розвантаження.

Вагон-хоппер являє собою суцільнометалеву конструкцію, виконану з похилих бічних стін, бункерів і даху з чотирма або шістьма верхніми люками, що закриваються (рис. 3.20).

Розвантажувальний пристрій виконано у вигляді двох бункерів з двома або чотирма люками, шиберами, що перекриваються, керованими за допомогою гвинтових штурвалів. Розвантажувальний механізм дозволяє попарно відкривати та закривати шибери бункерів, проводити дозування вантажу з вагона та припиняти вивантаження у будь-який момент.

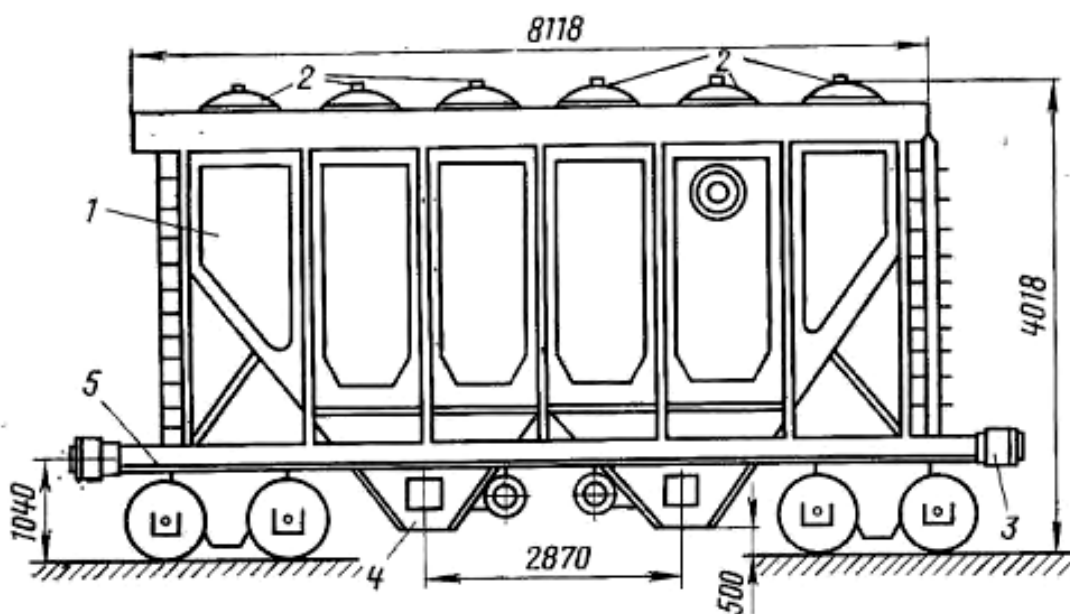


Рис. 3.20. Загальний вид вагона-хопера:

1 – корпус; 2 – завантажувальні люки; 3 – зчеплення; 4 – розвантажувальний пристрій; 5 – рама

В даний час для перевезення добре сипучих вантажів (цемент, кальцинована сода, гранульовані матеріали, сухий сульфат натрію та ін.), крім традиційних вагонів, використовують суховантажні цистерни. Суховантажна цистерна (рис. 3.21) відрізняється від звичайних цистерн для перевезення рідких продуктів наявністю пристроїв для аерації матеріалу всередині цистерни повітрям під час розвантаження та розрахована на переміщення вмісту цистерни стисненим повітрям.

Розвантаження цистерни здійснюється через розвантажувальні штуцери 5, встановлені в нижній частині котла. Подача повітря для аерації вантажу та створення необхідного тиску (0,2 МПа) здійснюється через розподільний колектор від зовнішньої повітряної магістралі. Аерований вантаж набуває плинності, збирається в нижній частині котла і надлишковим тиском повітря переміщується до транспортної

магістралі. Продуктивність розвантаження з подачею вантажу на склад досягає 55...60 т/год.

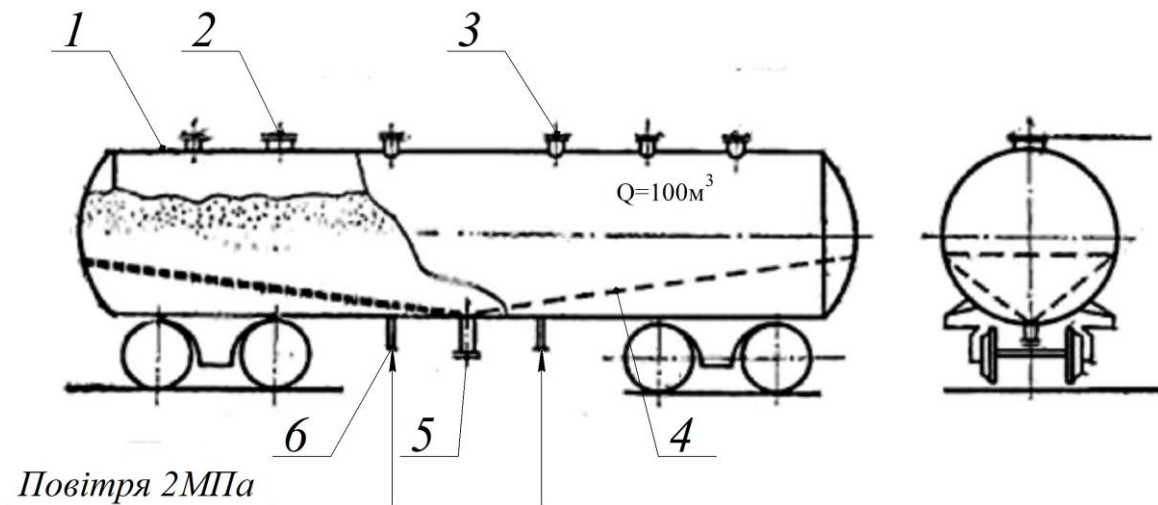


Рис. 3.21. Схема суховантажної цистерни:

1 – котел; 2 – завантажувальний люк; 3 – оглядовий люк;  
4 – аеролоток; 5 – розвантажувальний штуцер; 6 – підвід повітря

Відкритий рухомий склад (напіввагони та платформи) використовується для перевезення вантажів, що не потребують захисту від атмосферних опадів.

Вагон-самоскид (думпкар) призначений для перевезення з кар'єрів розкривних скельних порід, руди та інших сипких та шматкових вантажів, а також механізованого розвантаження їх на відвалах або дробильних установках відкритих гірських розробок. Розвантаження вагона-самоскида проводиться на будь-який бік залізничної колії за допомогою циліндрів перекидання, що нахиляють кузов у бік розвантаження, та механізму, що відкриває борт. Вантажопідйомність не більше 115 т. Об'єм кузова – 55 м<sup>3</sup>.

Для розвантаження насипних вантажів з напівкритих вагонів використовуються вагоноперекидачі.

*Вагоноперекидачі* призначені для вивантаження з вагонів сипких та шматкових вантажів шляхом нахилу або повороту вагона у відповідне положення із застосуванням інколи додаткових пристроїв, що сприяють висипанню вантажу.

Залежно від способу повороту і типу вагонів, що розвантажуються, розрізняють такі типи вагоноперекидачів:

- роторні – з поворотом вагона на  $160...170^\circ$  щодо поздовжньої геометричної осі, що проходить через бічну стінку;
- мостороторні – з поворотом вагона на  $160...170^\circ$  шляхом перекочування ротора з вагоном мостом і вивантаженням вантажу через бічну стінку;
- бічні – з поворотом вагона на  $160...170^\circ$  щодо поздовжньої осі, розташованої збоку значно вище рівня рейкової колії та поздовжньої осі вагона, та висипанням вантажу через бічну стінку;
- баштові – з підйомом та поворотом вагона на  $160^\circ$  щодо поздовжньої осі вагона з вивантаженням через бічну стінку;
- торцеві – з поворотом вагона на  $50...70^\circ$  щодо поперечної осі, у якому висипання вантажу відбувається через відкидну торцеву стінку вагона;
- комбіновані – з поворотом критого вагона у різних напрямках щодо поздовжньої та поперечної осей вагона;
- платформоперекидачі – з поворотом на  $50...70^\circ$  в бічному напрямку.

За способом обслуговування розвантажувального фронту розрізняють стаціонарні та пересувні вагоноперекидачі.

Найбільшого поширення набули роторні вагоноперекидачі, що застосовуються для вивантаження вугілля, руди та інших сипучих вантажів із чотирьох-, шести- та восьмивісних напіввагонів колії 1520 мм.

*Стаціонарний роторний вагоноперекидач ВРС-125* (рис. 3.22, 3.23) складається з ротора 8, який має чотири кільцеві диски 10, пов'язаних між собою поздовжніми трубчастими фермами 9 і верхніми балками 5 з підвішеними на них опорами 4 вібраторами 6. Кожен з цих дисків опирається коловими бандажами на дві двороликові балансирні опори 13.

У роторі розташовані дві люльки 1 (рис. 3.23), основна частина яких має форму вигнутої рамної конструкції. У верхній частині кожної люльки є вертикальна привалкова стінка 3 армована гумовою плитою товщиною 100 мм. Тут же на цапфах вільно посаджені два опорні ролики 16, що входять у криволінійні пази дисків ротора. Обидві люльки з'єднані між собою середньою привалковою стінкою. До кожної люльки на чотирьох вертикальних тягах 17 підвішується єдиний міст-платформа 2. На цих же тягах можливе встановлення тензометричних датчиків для зважування вантажу, що розвантажується. Люлька встановлюється на два опорні ролики 7. Збоку моста-платформи встановлені амортизатори 20.

У вихідному положенні вагоперекидача люльки спираються на пружинні амортизатори 18, встановлені на балках ротора, і утримуються поворотними тягами 19. Верхній шарнір цих тяг пов'язаний з ротором.

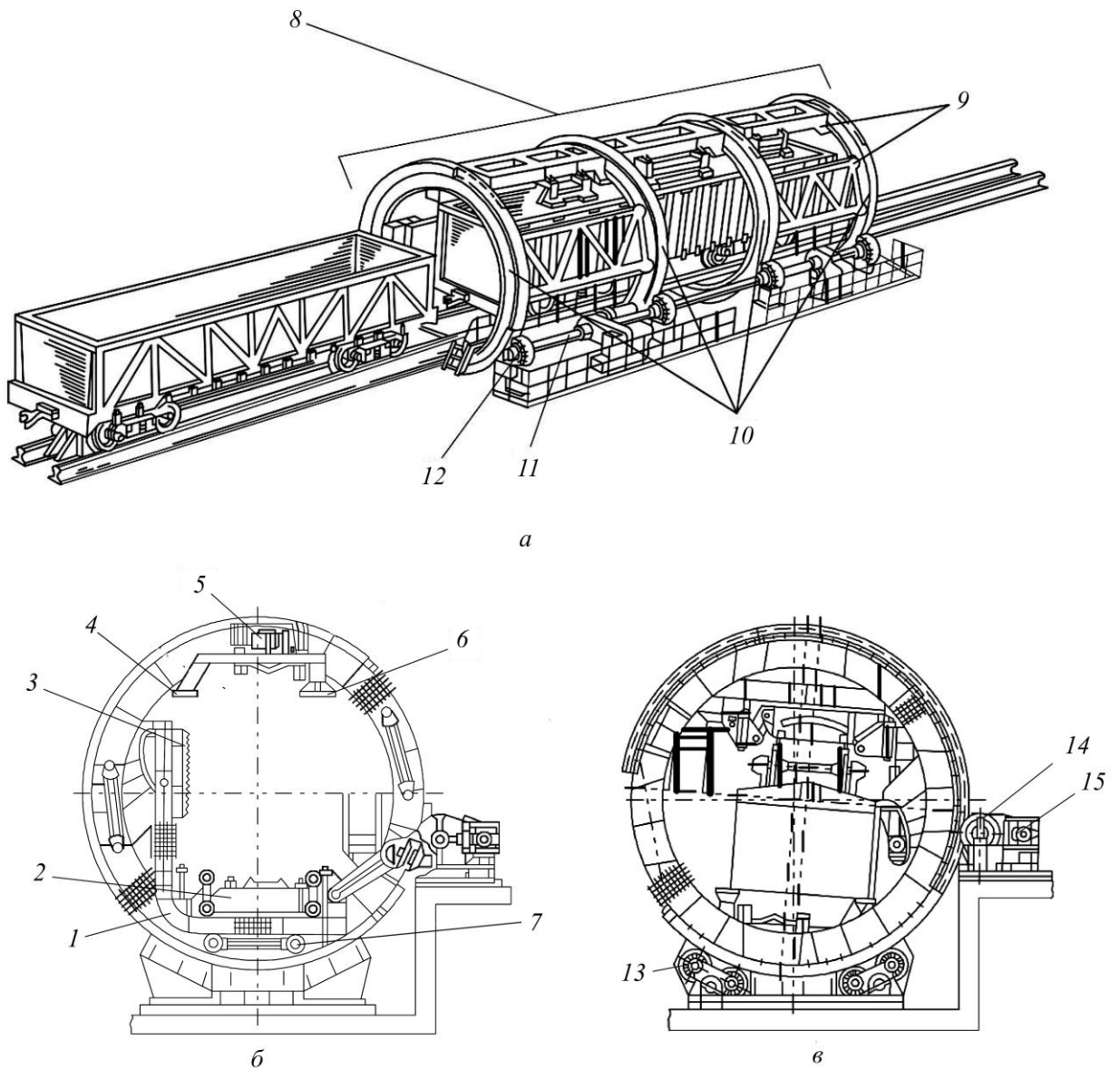


Рис. 3.22. Роторний вагоперекидач:

*а* – загальний вигляд; *б* – ротор у вихідному положенні; *в* – ротор у положенні розвантаження

Ротор обертається двома електродвигунами 15 потужністю 48 кВт кожен, через двоступеневі редуктори 14 та зубчасті зачеплення, що являють собою шестірні 12 на загальному тихохідному валу приводу 11 і зубчасті вінці на кільцевих дисках. Механізм обертання забезпечений короткоходовими гальмами.

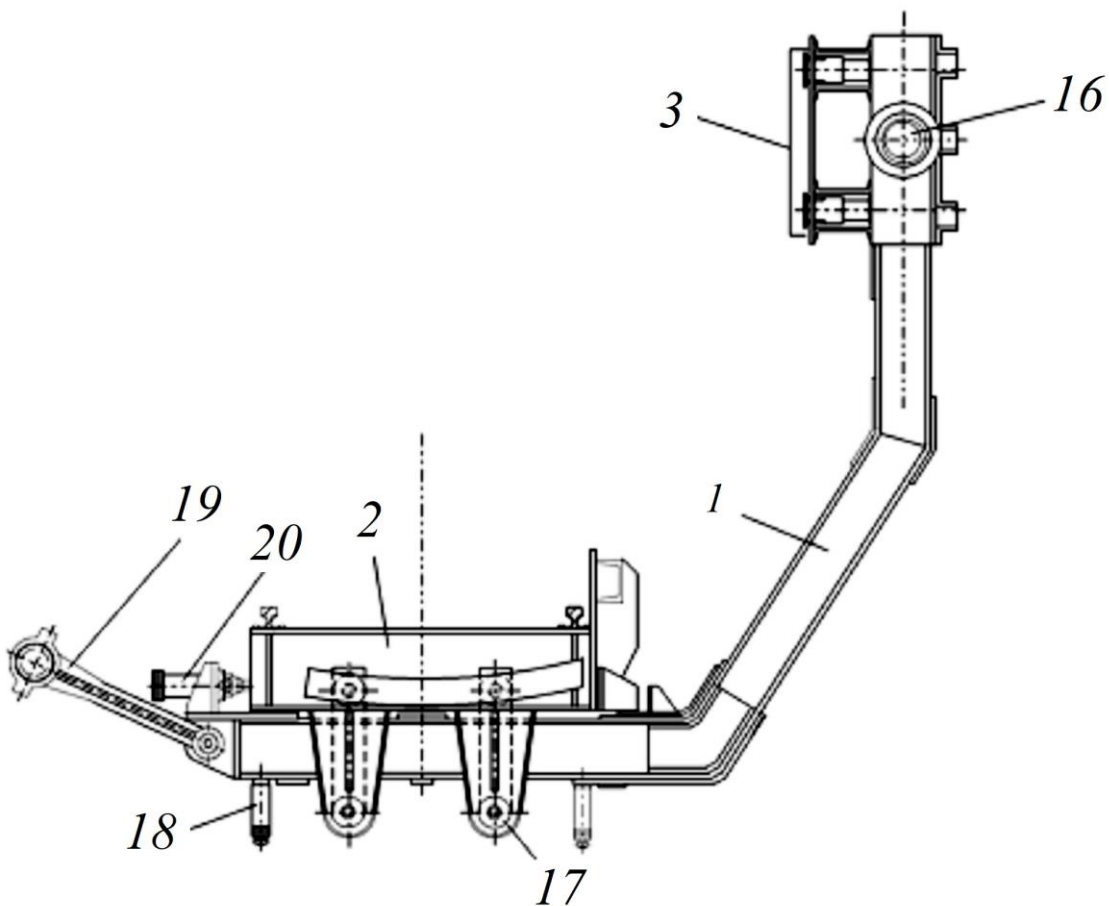


Рис. 3.23. Конструкція люльки роторного вагоноперекидача

У початковій стадії повороту ротора відбувається зміщення моста з вагоном у поперечному напрямку до упору бічної стінки вагона у привалочну. Далі коліска під дією сили тяжіння, що направляєється роликами в криволінійних позах і поворотними тягами, переміщається з вагоном до упорів вібратора 5. Кут повороту ротора становить  $170^\circ$ . У перекинутому положенні вагон повністю спирається на упори вібраторів та привалочну стінку. Після висипання вантажу відбувається очищення вагонів від залишків вантажу за допомогою вібраторів, потім ротор повертається у вихідне положення.

За умов збереження вагонного парку сумарна сила, що збурює, не повинна перевищувати 90 кН. На вагоноперекидач встановлено три вібратори 5 з потужністю двигуна по 11 кВт.

Продуктивність вагоноперекидача складає 30 чотирьохосних і 25 восьмиосних піввагонів на годину. Загальна маса вагоноперекидача 220 т.

Широке поширення роторних вагоноперекидачів пояснюється їх порівняно невеликою металоємністю та простотою конструкції. Витрата

енергії також порівняно невелика внаслідок незначної статичної невривноваженості перекидача та невеликого опору тертя по роликових опорах.

Дуже істотним недоліком роторних вагоперекидачів полягає в необхідності мати глибоку підземну частину споруди, призначену для прийому значної маси вантажу при вагоперекидачі, що інтенсивно працює, наприклад, при вивантаженні маршрутів вугілля, руди. Глибина фундаменту цих споруд від головки розвантажувальної рейки сягає 15...17 м.

Зазначений недолік частково усунений у пересувних вагооперекидачах аналогічного типу.

Пересувний мостовий роторний вагоперекидач (рис. 3.24) складається з прямокутної рами рухомого моста 1, складеного з чотирьох або шести балок, що спираються на візки 4 і перекривають залізничну колію та розвантажувальну траншею.

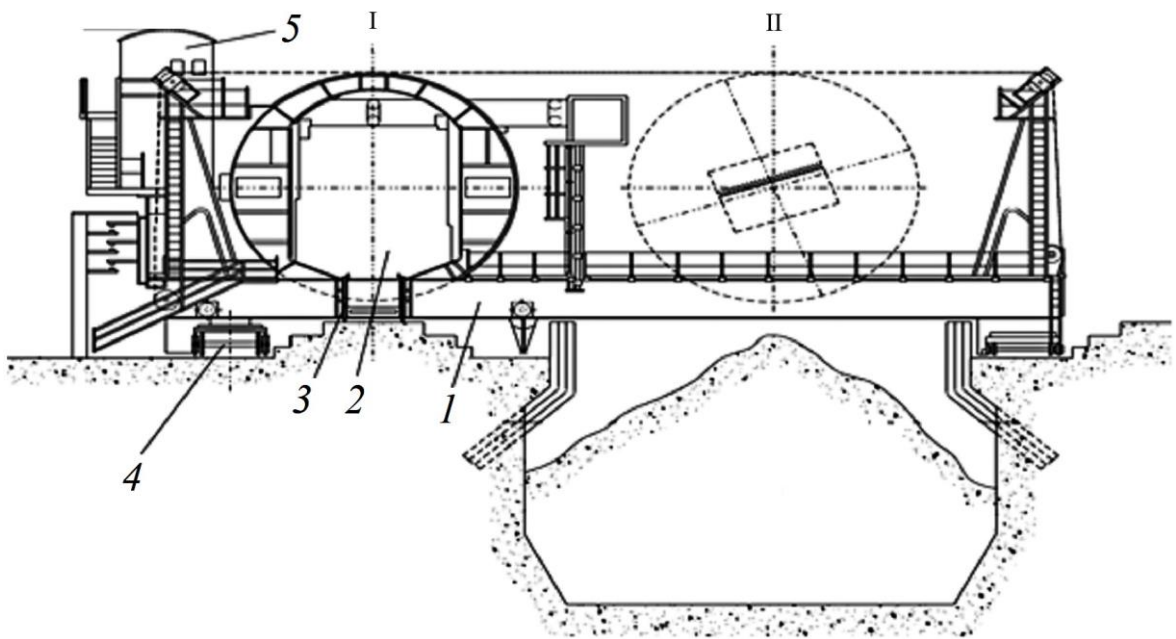


Рис. 3.24. Пересувний мостовий роторний вагоперекидач

На 8 внутрішніх балках моста знаходиться ротор 2 з колією рейки і блочно-канатним приводом обертання. До передньої та задньої балок шарнірно примикають похилі в'їзд та з'їзд 3, призначені для накочування та викочування вагонів із ротора після вивантаження. У верхній частині моста розміщена кабіна керування 5.

Вкочування та викочування вагонів у ротор (з ротора), а також пересування моста вздовж фронту вивантаження проводиться спеціальним самохідним візком-штовхачем з електроприводом.

Вісь ротора та у вихідному положенні (положення I) збігається з віссю залізничної колії. У процесі вивантаження вантажу ротор з напіввагоном перекочується по рейках моста із положення I у положення II і повертається на  $160^\circ$ , при цьому вантаж висипається до приймальної траншеї.

Загальна маса вагоноперекидача та штовхача 445 т, продуктивність складає 25 вагонів на годину.

Основними недоліками даного типу вагоноперекидачів є металоємність конструкції (вдвічі більше, ніж у роторного) та недостатня надійність канатного приводу.

Торцевий вагоноперекидач (рис. 3.25) складається з поворотної платформи 4, приводу, що складається з електродвигуна 1 та редуктора із зубчастим колесом 2, який розташований у поглибленні. При розвантаженні напіввагон упирається в буферну балку 5.

Вантаж зсипається в приймальний бункер 6 через торцеву стінку. Застосовуються ці вагоноперекидачі для вивантаження вантажу із напіввагонів західноєвропейської колії, у яких відкриваються торцеві стінки. За конструкцією торцеві вагоноперекидачі прості, надійні в експлуатації, але вимагають значної витрати енергії внаслідок невірноваженості платформи з вагоном щодо осі повороту. Продуктивність – до 20 вагонів за годину.

Пересувний бічний платформоперекидач (рис. 3.26) використовують для розвантаження платформ на одну або обидві сторони від залізничної колії. Платформа накочується на перекидач по похилих рейкових ланках 1. Платформа з вантажем закріплюється спеціальними упорами 2 на перекидній платформі 3 перекидача, яка нахилиється на  $50^\circ$ . Потужність встановлених електродвигунів 125 кВт, продуктивність 10...12 платформ на годину.

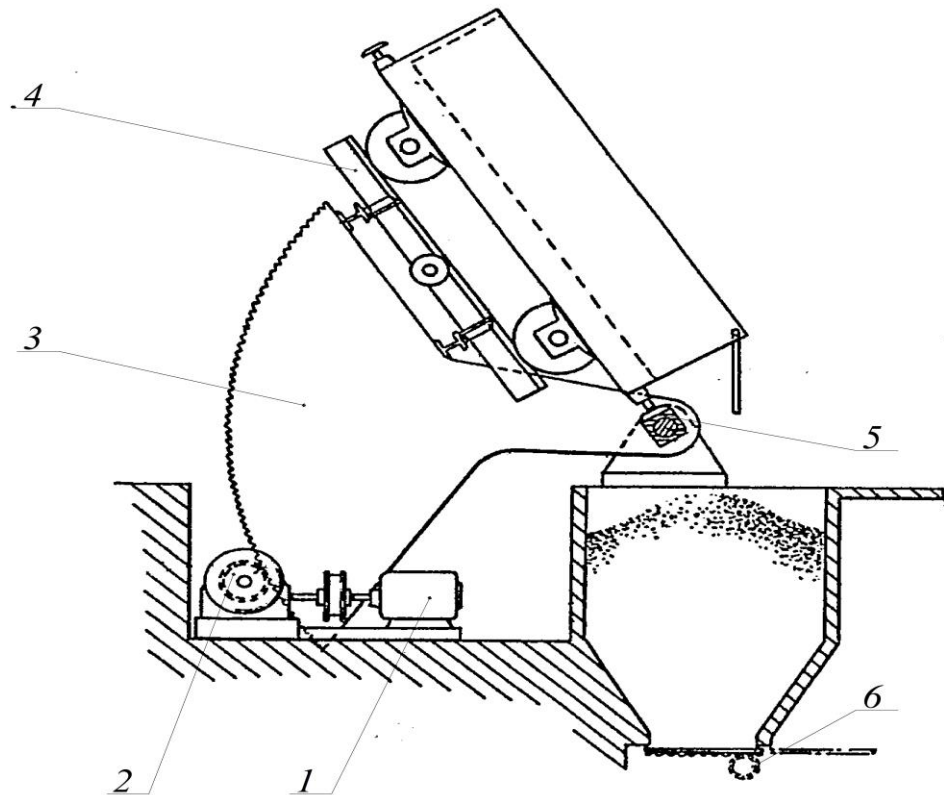


Рис. 3.25. Торцевий вагоноперекидач:

1 – електродвигун; 2 – редуктор із зубчастим колесом; 3 – зубчата щока; 4 – поворотна платформа; 5 – буферна балка; 6 – шиберна заслінка

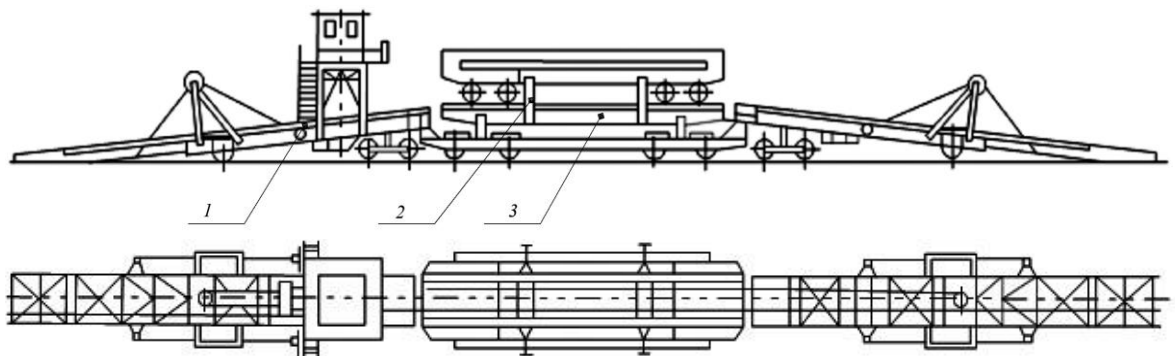


Рис. 3.26. Пересувний боковий платформоперекидач

*Вивантаження вантажів з бортових автомобілів і автопоїздів здійснюється авторозвантажувачами шляхом нахилу автомобіля або причепа у бік заднього або бічного борту до положення, при якому сипучі вантажі, що знаходяться в кузові, під дією сили тяжіння починають рухатися і розвантажуються в приймальний бункер.*

При доставці навалочних сипких вантажів на значні відстані при невеликих вантажопотоках для розвантаження бортових автомобілів доцільно використовувати пересувні самохідні авторозвантажувачі з одноколійною платформою (рис. 3.27, а) та двоколійною платформою (рис. 3.27, б).

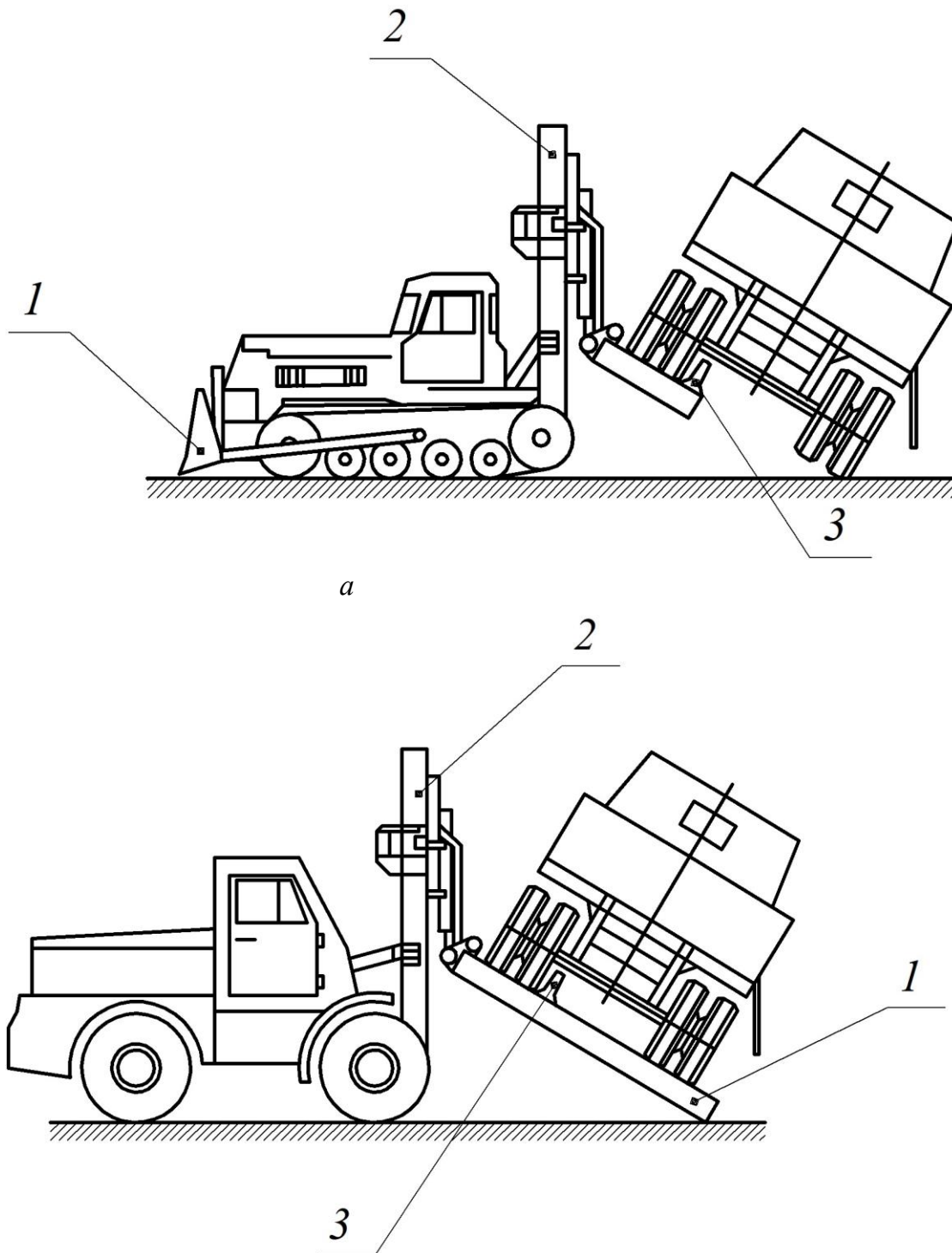


Рис. 3.27. Пересувні самохідні авторозвантажувачі з платформами:  
а – одноколійною; б – двоколійною

Розвантажувач з одноколіійною платформою може монтуватись на гусеничний трактор. Попереду трактора може бути встановлений бульдозерний відвал 1, завдяки чому розвантажувач пристосований не тільки для розвантаження бортових автомобілів та автопоїздів, але може виконувати функції бульдозера. Платформа змонтована на вантажопідйомнику 2. Для зняття навантажень з гусениць трактора, що виникають під час підйому автомобіля, передбачені опори 3 з гідравлічним приводом. Максимальний кут нахилу автомобіля, що розвантажується –  $50^\circ$ , маса автомобіля, що розвантажується, - до 10 т.

У авторозвантажувача з двоколіійною платформою 1 платформа виконана складною для того, щоб в транспортному положенні не перевищувати габаритну ширину. Платформа шарнірно прикріплена до каретки вантажопідйомника 2, і на ній передбачені бічні упори 3, призначені для запобігання зміщенню автомобілів, що розвантажуються.

Кут нахилу платформи  $30...45^\circ$  і встановлюється залежно від кута природного укосу вантажів, що розвантажуються. Для запобігання від можливого перекидання автомобіля при нахилі на кут понад  $35^\circ$  на колеса цього автомобіля накидаються страхувальні ланцюги 4. Маса автомобіля, що розвантажується, - не більше 10 т.

Час розвантаження автомобіля, при використанні пересувних автомобілерозвантажувачів, становить не більше 2 хв., а автопоїзди у складі автомобіля та причепа – не більше 4 хв.

Стаціонарні автомобілерозвантажувачі (рис. 3.28) призначені для розвантаження сипких вантажів з бортових автомобілів та автопоїздів у пунктах зі значним їх надходженням та зосередженим вивантаженням.

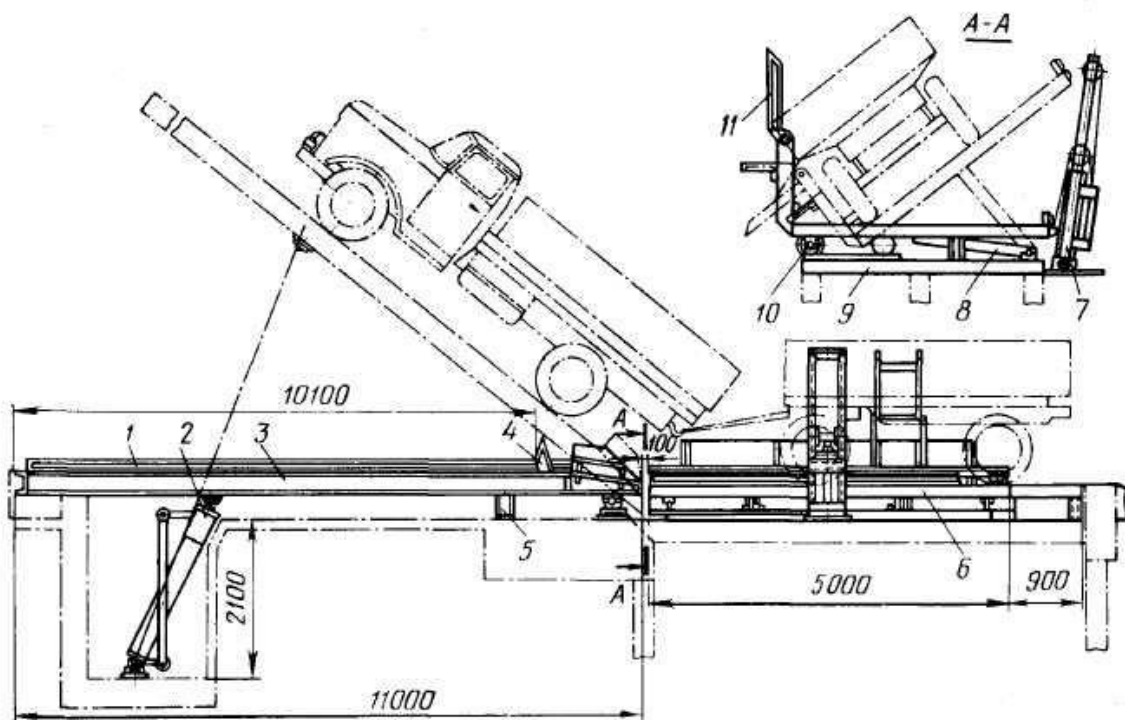


Рис. 3.28. Стационарний автомобілерозвантажувач:

- 1 – напрямна великої платформи; 2 – гідродомкрат великої платформи;  
 3 – велика платформа; 4 – упор; 5 – виштовхувач коліс; 6 – мала платформа;  
 7 – гідродомкрат малої платформи; 8 – фіксувальний важіль; 9 – рама малої платформи; 10 – каток; 11 – механізм відкривання і закривання борта

Сучасні стаціонарні авторозвантажувачі пристосовані для розвантаження одиночних автомобілів, автопоїздів у складі автомобілів-тягачів з напівпричепами без відчеплення автомобіля-тягача та автопоїздів у складі автомобіля та причепа.

Платформа розвантажувача (див. рис. 3.28) виконана проїзною; вона складається з двох половин, одна з яких представляє малу платформу 6 (рис. 3.28, а), призначену для розвантаження причепів.

Велика платформа 3 призначена для розвантаження одиночних автомобілів та автотягачів масою до 25 т (рис. 3.28, б). Для нахилу великої платформи передбачено два гідропідйомники телескопічного типу 2, нахил малої платформи здійснюється гідродомкратом 7. Час нахилу малої платформи – 23 с, а великий – 65 с. Час опускання тієї та іншої платформи 15...20 с. Кут нахилу платформи  $37^\circ$ . Потужність електроприводу 22 кВт. Управління дистанційне.

## Запитання для самоперевірки

1. Види робочого обладнання одноківшевих екскаваторів, їх підвіски та застосування.
2. Призначення, склад робочого обладнання бульдозерів, види відвалів.
3. Призначення та види одноківшевих навантажувачів, склад робочого обладнання.
4. Застосування навантажувачів безперервної дії та види їх складових частин.
5. Будова та застосування вагонів-хопперів, суховантажних цистерн, вагонів-самоскидів (думпкарів).
6. Призначення та види вагоноперекидачів, принцип їх дії.
7. Засоби вивантаження насипних вантажів з бортових автомобілів та автопоїздів, їх будова.
8. Призначення, будова, застосування гвинтових, скребкових, ківшевих, вібраційних конвеєрів.
9. Призначення, види, будова, застосування пневмотранспортних установок.

## **Розділ 4. Вибір підіймально-транспортного обладнання та розрахунок потреби в ньому**

### ***4.1. Вибір підіймально-транспортного обладнання***

При виборі підіймально-транспортних машин і механізмів для складу необхідно виходити з таких принципів: вибирати такі типи машин, які б відповідали технології обробки вантажів, мали експлуатаційну надійність у роботі, полегшували працю, були безпечними для обслуговуючого персоналу; продуктивна потужність обладнання має відповідати умовам і обсягам робіт; упровадження механізації складських операцій має бути економічним і ефективним.

Необхідним для вибору засобів механізації і визначення належної кількості обладнання є детальна розробка схеми складського технологічного процесу. Найбільш прийнятна технологічна схема переробки вантажів на складах баз площею 5,10,15 тис. м<sup>2</sup> складається з таких операцій: розвантаження залізничного рухомого складу й автомобільного транспорту і переміщення товарів у експедицію; транспортування товарів з експедиції в місця зберігання; укладання

товарів на зберігання; відбирання і сортування товарів на замовлення; переміщення товарів в експедицію; подача товарів з експедиції на платформу для навантаження в автомобілі.

На основі розробленої технологічної схеми переробки вантажів на загально-товарних складах мають широко застосовуватись акумуляторні навантажувачі, штабелери, автовантажувачі.

Для того щоб правильно вибрати необхідні типи машин, треба врахувати поділ вантажно-розвантажувальних робіт на роботи на відкритих складських майданчиках і в закритих складських приміщеннях. На відкритих складах передбачають використання візків з двигунами внутрішнього згоряння, у закритих приміщеннях — механізми з електроприводами. Вантажопідйомність необхідного обладнання визначається в кожному окремому випадку залежно від середньої ваги переміщуваної одиниці вантажу та його кількості.

Незважаючи на різноманітність машин, механізмів та різних пристроїв, призначених для виконання вантажно-розвантажувальних та транспортувальних робіт, вони мають ряд основних параметрів, що характеризують їх технічні та техніко-експлуатаційні якості, необхідні при виборі та визначенні необхідної кількості цих машин та пристроїв. Необхідно, щоб основні параметри НТМ найбільшою мірою відповідали умовам заданих технологічних чи транспортних операцій та, крім того, була забезпечена безпека експлуатації, а використання машин було б економічно доцільно.

Деякі основні параметри характерні для всіх категорій машин. До них відносяться: продуктивність машини, висота навантаження, потужність силової установки, габаритні розміри (довжина, ширина, висота) робочому та транспортному положенні, маса машини. Однак більшість основних параметрів є груповими, тобто характеризують тільки певну групу вантажно-розвантажувальних машин. Наприклад, для НТМ з робочим органом (РО) безперервної дії додатково до зазначеним вище можна назвати також основні параметри, як швидкість руху вантажонесучого органу, розміри вантажонесучого органу (ширина та висота скребка, ширина стрічки, об'єм і кількість ковшів та ін.). Шнекові пристрої характеризуються діаметром шнека та швидкістю його обертання.

Розглянемо основні технічні параметри НТМ.

*Силові параметри:* номінальна вантажопідйомність, вантажний момент, різні типи зусиль (тягово-зчіпне зусилля, напірне зусилля, питоме зусилля різання, що розвивається на кромці ковша, вибухове, виглиблювальне та інші зусилля), потужність силової установки.

Номінальна вантажопідйомність характеризує найбільшу масу вантажу, що піднімається (переміщується) даною машиною або пристроєм при збереження необхідного запасу стійкості та міцності. Вантажопідйомність може бути постійною та змінною. Постійною вантажопідйомністю мають вилові навантажувачі та сімейство мостових кранів. Змінна вантажопідйомність притаманна більшості стрілових кранів та навантажувачам зі стріловим робочим обладнанням, тому цих машин використовується такий узагальнений параметр, як вантажний момент, являє собою добуток вантажопідйомності НТМ на виліт стріли. Вантажний момент вважається постійним, тому вантажопідйомність визначають в залежності від величини вильоту стріли (зі збільшенням вильоту вантажопідйомність зменшується і, навпаки, зі зменшенням вильоту – збільшується. Цю залежність зазвичай представляють у вигляді графіка і називають вантажною характеристикою (наводиться в паспорті крана). Номінальною вважають вантажопідйомність на мінімальному вильоті стріли.

*Базові (розмірні) параметри (габаритно-масові) характеристики:* габарити, маси, проліт, база, ширина колії, дорожній просвіт, виліт (гака, стріли), максимальна висота підйому і опускання вантажу.

*Кінематичні (швидкісні) параметри,* швидкість підйому або опускання вантажу та стріли, частота обертання поворотної платформи.

Важливий експлуатаційно-технологічний параметр будь-якої вантажно -розвантажувальної машини – її продуктивність.

Виходячи з вищесказаного, до основних параметрів НТМ відносяться: вантажопідйомність, продуктивність машини, висота навантаження, потужність двигуна, швидкість руху робочого органу, габаритні розміри (довжина, та висота) в робочому та транспортному положенні, маса машини. Однак для кожної НТМ параметри можуть змінюватись. Так для машин циклічної дії, таких як екскаватори, одноківшеві навантажувачі, стрілові крани, до перерахованих вище основних параметрів додаються: довжина стріли, висота підйому і кут повороту стріли. Для екскаваторів та ковшових навантажувачів найважливішим параметром є також об'єм ковша. Вилові та авто-

навантажувачі також характеризуються максимально допустимою відстанню від центру ваги вантажу до спинок вил (при умові повного використання вантажопідйомності) навантажувача і мінімальним радіусом повороту навантажувача. Значення першого параметра визначають можливості навантажувача з підйому вантажу з конкретними габаритами та масою, а другого параметра - його маневреність та необхідні розміри ділянок складу для розвороту. Для низки НТМ безперервної дії, крім зазначених, важливими параметрами є розміри вантажонесучого органу, у стрічкових конвеєрів - ширина стрічки; скребкових конвеєрів - ширина та висота скребка, ковшових конвеєрів - об'єм і кількість ковшів, гвинтових конвеєрів: діаметр шнека, швидкість його обертання та ряд інших. Мобільні (самохідні) НТМ додатково характеризуються швидкістю пересування. Основними параметрами гравітаційних пристроїв, наприклад, бункерів, є: місткість бункеру (внутрішній об'єм) та розмір випускного отвору. Крім технічних параметрів при виборі НТМ для конкретних умов експлуатації необхідно враховувати ширину проїздів між штабелями та стелажми, максимально допустиму висоту штабелів та стелажів, стан проїздів (відсутність металевих предметів, цвяхів), економічні показники (собівартість одиниці продукції), пристосованість НТМ до технічного обслуговування і ремонту, надійність роботи.

Кінцевий вибір підйомально-транспортного обладнання і варіанта механізації можна зробити після порівняння варіантів за основними економічними показниками: собівартості переробки 1 т вантажу і терміну окупності витрат на техніку.

#### **4.2. Основні поняття. Розрахунок потреби в підйомально-транспортному обладнанні**

*Вантажопотік* ( $Q_T$ ) – це кількість однорідних вантажів, що вимірюються в тонах, штуках або кубічних метрах, що переміщуються за заданим маршрутом або через даний пункт за певний проміжок часу (година, зміна, місяць, рік). *Маршрут* – шлях переміщення вантажів із зазначенням пунктів відправлення та прибуття.

Сума вантажів, що прибувають, відправляються і проходять транзитом на об'єкті називається вантажообігом. *Вантажообіг* – один із інтегральних показників, що характеризує промисловий об'єкт чи

транспортний вузол. Зовнішній вантажообіг підприємства ( $B_{\text{зов}}$ ) – це сума зовнішніх вантажопотоків надходження ( $B_{\text{н}}$ ) та відправлення ( $B_{\text{в}}$ ). Величина зовнішнього вантажообігу підприємства залежить від виду, матеріаломісткості виробленої продукції та програми її випуску. За зовнішнім вантажообігом підприємства розрізняють як великі (понад 500 000 т/рік), середні (від 500 000 до 100 000 т/рік) та дрібні (менше 100 000 т/рік).

При визначенні внутрішніх (міжцехових) вантажопотоків ( $B_{\text{мц}}$ ) враховуються лише вантажопотоки відправлення. На обсяг міжцехових вантажопотоків істотно впливають складність виробничої структури та планування підприємства та організація міжцехових переміщень. Сумарно вони майже завжди перевищують величину зовнішнього вантажообігу.

Окремий вантажопотік найчастіше складається з низки послідовних закінчених операцій переміщення, які називаються *перевалками*. Кількість перевалок відображає технологію переробки вантажу, прийняту на даному вантажопотоці, а точніше - кратність переробки вантажу. Добуток величини вантажопотоку на кількість перевалок називають *вантажопереробкою*.

Розглянемо, як приклад, вантажопотік пиловника на лісопильному заводі, що переробляє 200 тис.м<sup>3</sup>/рік пиловника. Вантажопотік починається з вивантаження пиловника на приймальний майданчик складу. Потім пиловник надходить на склад. Далі пиловник зі складу переміщається на заготівельний майданчик обробного цеху. Нарешті, з майданчика пиловник подають до технологічного обладнання для оброблення на брус, дошки тощо. У цьому прикладі фігурують 4 операції переміщення (перевалки) пиловника. У результаті сумарна вантажопереробка складе  $2004 = 800$  тис.м<sup>3</sup>/рік при величині вантажопотоку від надходження до обробки 200 тис.м<sup>3</sup>/рік.

Величина вантажопереробки ідентична обсягу робіт на даному вантажопотоку ( $A_{\text{ван}}$ ) та вимірюється, наприклад, у тонно-перевалках. Кількість перевалок відображає ефективність організації (логістики) переміщень вантажу на вантажопотоках. Обсяг робіт зменшується у разі поліпшення організації чи зниження кількості перевалок при переміщеннях вантажів.

Рівень механізації робіт ( $P_M$ ) по вантажопотоку визначається відношенням обсягу механізованих робіт  $A_M$  до загального їх обсягу  $A_{\text{ван}}$  на вантажопотоку та вимірюється у відсотках:

$$P_M = (A_M / A_{\text{ван}}) \cdot 100\% . \quad (4.1)$$

Рівень механізації робіт - це інтегральний показник стану механізації на даному вантажопотоці. Він може визначатися як для зовнішніх, так і для міжцехових вантажопотоків.

Продуктивність праці характеризує ефективність праці в процесі виробництва. Вона вимірюється часом витраченим на виробництво одиниці продукції або кількістю продукції, виробленої в одиницю часу.

Виходячи зі специфіки транспортного процесу, при якому вантаж тільки переміщається, а нові товари не виробляються, продуктивність праці на вантажно-розвантажувальних роботах ( $\Pi$ ) можна визначити розподілом змінного виробітку ( $Q_{\text{зм}}$ ) на загальну чисельність бригади ( $r$ ), що забезпечує цей виробіток

$$\Pi = Q_{\text{зм}} / r , \quad (4.2)$$

або поділом річного обсягу виконаних тонно-операцій ( $Q_p$ ) на загальний штат працівників ( $\sum r_i$ )

$$\Pi = Q_p / \sum r_i . \quad (4.3)$$

Енергоємність варіанта механізованого перевантаження вантажів може бути оцінена за сумарною потужністю двигунів всіх задіяних у варіанті машин  $\sum N$ , кВт, річній витраті електроенергії  $\sum A$  кВт·год, або питомим значенням цих величин

$$n = \sum N / Q_p , \quad (4.4)$$

$$a = \sum A / Q_p . \quad (4.5)$$

Металоемність варіанта механізованого перевантаження вантажів визначається сумарною масою  $\sum M_c$  з працюючих машин або питомою масою

$$m = \sum M_c / Q_p. \quad (4.6)$$

Величина продуктивності вантажно-розвантажувальних та транспортуючих машин не є абсолютною, а залежить від характеристики вантажу, що переробляється, технологічної схеми робіт та умов їх виконання.

*Продуктивність ВТМ (вантажно-транспортувальних машин)* – кількість вантажу, яка може бути перероблена (завантажена, розвантажена, переміщена) машиною за певний проміжок часу.

Вводяться терміни: масова продуктивність –  $W$ , т/год., об'ємна –  $W_o$ , м<sup>3</sup>/год, штучна –  $W_{шт}$ , шт./год.

Виділяється 3 види продуктивності: теоретична, технічна та експлуатаційна.

Теоретична  $W_{теор}$  (розрахункова) - визначається за 1 годину безперервної роботи при номінальному завантаженні ВРМ при використанні його на завантаженні (вивантаженні) за умов, для яких воно було спроектовано. При цьому враховують лише конструктивні властивості машини.

Технічна (паспортна) продуктивність – це кількість вантажу (в тоннах, кубометрах або штуках), яке може бути перероблено машиною за годину безперервної роботи з максимальним завантаженням в умовах, що повністю відповідають її призначенню. Технічна продуктивність машин періодичної (циклічної) дії визначається формулою, т/год.:

$$P_T = 3600m / T_{ц}, \quad (4.7)$$

де  $m$  – найбільша корисна вантажопідйомність, тобто. найбільша кількість вантажу, яке може бути переміщене машиною за один цикл, т;  
 $T_{ц}$  – тривалість одного циклу роботи, с.

Для розрахунку тривалості одного циклу роботи машин ( $T_{ц}$ ) періодичної дії служить формула, с:

$$T_{ц} = \Phi (t_1 + t_2 + \dots + t_n), \quad (4.8)$$

де  $t_i$  – час, що витрачається на окремі операції, с;  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує скорочення циклу при поєднанні окремих операцій у часі: для кранів мостового типу  $\varphi = 0,8$ , для кранів на залізничному та гусеничному ході та ін.  $\varphi = 0,7$ .

Фактичне значення  $T_{\text{ц}}$  може бути визначене шляхом безпосереднього хронометражу дома роботи машини.

Технічна продуктивність самохідних навантажувачів періодичної дії залежить від маси вантажу  $q$ , що переміщується, і тривалості одного циклу роботи  $T_{\text{ц}}$  і визначається за формулою, т/год.:

$$P_T = 3600q / T_{\text{ц}} = qn_{\text{ц}}, \quad (4.9)$$

де  $n_{\text{ц}}$  – кількість циклів роботи навантажувача за 1 год.

Тривалість циклу роботи навантажувача складається з наступних елементів, с:

$$T_{\text{ц}} = t_z + t_p + (l/v_B) + t_y + (l/v_{\text{п}}) + t_{\text{по}}, \quad (4.10)$$

де  $l$  – відстань переміщення вантажу навантажувачем, м;

$v_B$  і  $v_{\text{п}}$  - швидкість переміщення навантажувача, відповідно, з вантажем та без вантажу, м/с;

$t_z$ ,  $t_p$ ,  $t_y$  – нормативи часу відповідно на захоплення вантажу ( $\approx 15$  с), розворот навантажувача ( $\approx 10$  с) та укладання вантажу ( $\approx 15$  с);

$t_{\text{по}}$  – тривалість підйому вантажу зі швидкістю підйому  $v_{\text{п}}$  на необхідну висоту  $H_{\text{п}}$  та опускання вил з висоти  $H_o$  зі швидкістю опускання  $v_o$  з урахуванням розгону та уповільнення:

$$t_{\text{по}} = \frac{H_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} + \frac{H_o}{v_o} + 2t_{\text{пу}}. \quad (4.11)$$

Час, що витрачається на окремі операції, що виконуються виловим навантажувачем, складається з часу:

на нахил вантажопідйомної рами вперед;

захоплення вантажу та підйом його на висоту до 300 мм або опускання до висоти транспортного положення та нахил рами назад до відмови (приблизно 10...15 с);

розворот навантажувача з вантажем і без нього (при розвороті на 90° цей час дорівнює 6...8 с та на 180° – 10...15 с);

пересування навантажувача зі швидкістю  $v_{\text{ван}}$  з вантажем і без нього  $v_{\text{п}}$ ;

подолання відстані  $l$  з урахуванням розгону та уповільнення  $t_{\text{ру}}$ ;

підйому вантажу зі швидкістю підйому  $v_{\text{п}}$  на необхідну висоту  $H_{\text{п}}$  та опускання вил з висоти  $H_0$  зі швидкістю опускання  $v_0$  з урахуванням розгону та уповільнення;

штабелювання вантажу (5...8 с);

відхилення вантажопідйомної рами назад без вантажу (2...3 с);

опускання каретки з вилами в нижнє положення (визначається, як і підйом, з урахуванням швидкості опускання);

сумарний час, що витрачається на керування навантажувачем між операційними інтервалами (6...8 с).

Аналогічно визначається цикл навантажувача при взятті вантажу зі штабеля та навантаження у вагон чи автомобілі.

При визначенні тривалості циклу одноківшевого навантажувача з переднім завантаженням та заднім розвантаженням час заповнення ковша становить приблизно 10...15 с, підйому ковша у транспортне положення – 8...10 с, поворот ковша на розвантаження – 6... 10 с. Загальна тривалість робочого циклу одноківшевого навантажувача (при найбільш зручному розташуванні автомашини для навантаження в безпосередній близькості від місця зачерпування) в середньому становить: 25...30 с – для навантажувачів із заднім розвантаженням ковша; 30...40 с – для навантажувачів з переднім розташуванням ковша та бічним його розвантаженням; 50...70 с – для фронтальних навантажувачів на пневмоколісному ході та 60...80 с – для фронтальних навантажувачів на гусеничному ході.

Технічна продуктивність машин безперервної дії визначається формулою, т/год.:

$$P_T = 3,6qv, \quad (4.12)$$

де  $q$  – максимальне питоме корисне завантаження, тобто. кількість вантажу, що припадає на 1 погонний метр (наприклад, довжини конвеєра) при повному його завантаженні, кг/м;  $v$  – швидкість руху вантажу, м/с.

Фактично жодна вантажно-розвантажувальна та транспортувальна машина в реальних умовах не забезпечує своєї технічної продуктивності протягом тривалого періоду через низку експлуатаційних причин, що викликають неповне використання вантажопідйомності та робочого часу. У зв'язку з цим у розрахунках використовують поняття експлуатаційної продуктивності машини ( $\Pi_e$ ), яка завжди менша за технічну і виражається формулою, т/год.:

$$\Pi_e = \Pi_T k_{\text{ван}} k_{\text{ч}}, \quad (4.13)$$

де  $k_{\text{ван}}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності;  
 $k_{\text{ч}}$  – коефіцієнт використання машини у часі.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності для машин періодичної дії виражається відношенням:

$$k_{\text{ван}} = m_{\text{факт}} / m, \quad (4.14)$$

де  $m_{\text{факт}}$  – фактична середня кількість вантажу (погонне завантаження), що захоплюється машиною в конкретних умовах роботи протягом 1 циклу, т.

Величину  $k_{\text{ван}}$  для попередніх орієнтовних розрахунків приймають 0,7...0,8.

Коефіцієнт використання машини у часі виражається відношенням:

$$k_{\text{ч}} = T_{\text{маш}} / T_e, \quad (4.15)$$

де  $T_{\text{маш}}$  – фактичний час роботи машини;

$T_e$  – загальний робочий час експлуатації машини (змiна, доба, рік).

В орієнтовних розрахунках можна приймати  $k_{\text{ч}} = 0,7-0,8$ . Замість абстрактних значень коефіцієнтів  $k_{\text{ван}}$  і  $k_{\text{ч}}$  рекомендується у всіх

випадках, коли надається така можливість, приймати їх значення за фактичними даними в конкретних умовах експлуатації.

Продуктивність машини при роботі навіть з одним і тим же вантажем і на тому самому складі може бути різною на операціях прийому і на операціях відправлення вантажу, а отже, може бути різною і кількість машин, необхідне для виконання операцій. У загальному випадку, необхідна кількість машин ( $n_a$ ) визначається як частка від поділу необхідної конкретних операцій продуктивності на експлуатаційну продуктивність однієї машини в конкретних умовах її роботи, шт.:

$$n_a = \Pi_n / \Pi_e. \quad (4.16)$$

Необхідну продуктивність машин для виконання операцій одного  $i$ -го виду визначають:

$$\Pi_n = Q_{змі} / T_{зм}, \quad (4.17)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, год.

Необхідна кількість обслуговуючих агрегатів періодичного принципу дії вантажопідйомністю, що дорівнює  $m$ , може бути представлена виразом:

$$n_a = \frac{m_c T_{ц}}{3600(T_m - t_{пер}) m k_{ван} k_{ч}}, \quad (4.18)$$

де  $t_{пер}$  – час на перерви в роботі, с.

Розрахункова формула для визначення тривалості механізованого завантаження (або розвантаження) ( $T_m$ ) залізничного складу з корисним завантаженням  $m_c$  при роботі  $n_a$  машин, продуктивністю  $\Pi_e$  кожна, має вигляд:

$$T_m = t_{підг} + \frac{m_c}{\Pi_e n_a} + t_{доп} + t_{закл}, \quad (4.19)$$

де  $t_{\text{підг}}$ ,  $t_{\text{доп}}$  і  $t_{\text{закл}}$  – тривалість підготовчих, допоміжних та заключних операцій.

При обробці груп вагонів підготовчі операції з усіма вагонами, крім першого, та заключні операції з усіма вагонами, крім останнього, повинні поєднуватись у часі з іншими операціями завантаження (навантаження) і, отже, не повинні враховуватись при розрахунку загального терміну  $T_m$ . Орієнтовне значення суми  $t_{\text{підг}} + t_{\text{доп}}$ , з розрахунку на один вагон, становить від 0,16 до 0,1 год.

Число авто- та електронавантажувачів, зайнятих на переробці вантажів у критому складі визначається за формулою:

$$M_H = N_{\text{во}} Q_D / (T_H P_H), \quad (4.20)$$

де  $N_{\text{во}}$  – число вантажних операцій, що виконуються з кожної тонної вантажу при його переробці в критому складі. Зазвичай  $N_{\text{во}}=2$  (вивантаження та навантаження);  $T_H$  – час роботи навантажувачів у складі за добу, год.;

$P_H$  – продуктивність навантажувачів, яку рекомендується приймати 10 т/год. на кожену тонну їхньої вантажопідйомності;  $Q_D$  – заданий добовий обсяг перевезень, т.

### Запитання для самоперевірки

1. Принципи вибору підйимально-транспортувального обладнання.
2. Силові, базові та кінематичні параметри вантажно-транспортувальних машин (ВТМ).
3. Поняття вантажопотоку та вантажообігу.
4. Види продуктивності ВТМ, їх визначення.
5. Наведіть залежності для визначення технічної продуктивності ВТМ циклічної та безперервної дії.

## **Розділ 5. Організація технологічного процесу вантажно-розвантажувальних робіт на складі**

### ***5.1. Організація технологічного процесу вантажно-розвантажувальних робіт на складі***

Переміщення будь-яких матеріальних потоків неможливе без концентрації у певних місцях необхідних запасів, для зберігання яких призначені об'єкти інфраструктури, які називаються складами.

*Склади* - це комплекси виробничих будівель, інженерних споруд, підйомно-транспортних машин та обладнання, засобів обчислювальної техніки (керуючих, регулюючих та контролюючих їх роботу), призначені для приймання, розміщення, накопичення, зберігання, переробки, відпустки та доставки продукції споживачам.

Логістична система формує організаційні та техніко-економічні вимоги до складів, встановлює цілі та критерії оптимального функціонування складської системи, визначає умови переробки вантажів. У свою чергу організація складування матеріалів (вибір місця розташування складів, спосіб зберігання матеріалів та ін.) надає істотний вплив на витрати обороту, розмір та рух запасів на різних ділянках логістичного ланцюга.

Негативною стороною складування є збільшення вартості товару за рахунок витрат за змістом запасів на складах (витрати на складські операції, оренду складу, поточні витрати на утримання складів і т.д.), а також різного виду втрат (розкрадання, старіння, псування товару, втрата товарного вигляду тощо). Крім того, створення складських запасів призводить до іммобілізації (заморожування) значних фінансових ресурсів, які можуть бути використані на інші цілі. Тому складування продукції виправдане тільки в тому випадку, якщо воно дозволяє знизити витрати або покращити якість логістичного сервісу (досягти швидшого реагування на попит або економії на превентивних закупівлях за нижчими цінами).

Сфера діяльності складів включає операції з розвантаження, завантаження, приймання вантажів за кількістю та якістю, розукрупнення вантажів, що надходять, зберігання, інвентаризації, комплектування партій вантажів для конкретних споживачів, стикування різних видів транспорту та ряд інших. Перераховані вище операції складають зміст внутрішньоскладського технологічного процесу,

перетворюючого потоки вантажів, що входять на склад і виходять із нього, що змінює їхню величину, номенклатуру, час відправлення, вартість тощо.

Кількість та характер складських операцій залежать від номенклатури, транспортної характеристики вантажів, умов приймання та відпуску товарів, ступеня механізації та автоматизації складських виробничих процесів та низки інших факторів.

Поняття "склад" нині суттєво змінилося. Тепер під складом розуміють не лише будівлі та споруди, в яких зберігаються різні матеріальні цінності, а й засоби для ефективного управління запасами та матеріальними потоками, що циркулюють у різних логістичних системах (виробничих, розподільчих, транспортних, постачальних та інших).

Складський комплекс може також включати фронт прийому вантажів із зовнішнього (стосовно складу) транспорту, пристрої для подачі вантажу на основну площу (обсяг) зберігання, а також пристрої для подачі вантажу для відправлення безпосередньо від місць зберігання.

До основних функцій складу можна віднести:

1. *Створення необхідного асортименту відповідно до замовлення споживачів.* У закупівельній та виробничій логістиці ця функція спрямована на забезпечення необхідними (за кількістю і якістю матеріально-технічними ресурсами різних фаз виробництва. У розподільчій логістиці дана функція має особливе значення: склади здійснюють перетворення виробного асортименту у споживчий асортимент відповідно із замовленням клієнта.

2. *Складування та зберігання.* Виконання цієї функції дозволяє вирівнювати тимчасову різницю між випуском та споживанням продукції, дає можливість на базі створюваних запасів забезпечувати безперервний виробничий процес та безперебійне постачання споживачів. Зберігання товарів у розподільчій системі необхідно також і у зв'язку з сезонним споживанням деяких товарів.

3. *Унітизація (об'єднання) партій відвантаження та транспортування вантажів.* Багато споживачів замовляють зі складів партії «менше, ніж вагон» або «менше, ніж трейлер», що значно збільшує затрати, пов'язані з доставкою таких вантажів. Для скорочення транспортних витрат склад може здійснювати функцію об'єднання

невеликих партій вантажів для кількох клієнтів до повного завантаження транспортного засобу.

4. *Надання послуг.* З метою забезпечення вищого рівня обслуговування споживачів склади можуть надавати клієнтам різні послуги: підготовку товарів до споживання (фасування продукції, заповнення контейнерів, розпакування тощо); перевірку функціонування приладів та обладнання, монтаж; надання продукції товарного виду; транспортно-експедиційні послуги тощо.

Оперативно-виробнича діяльність складу на підприємстві включає роботи з розвантаження, розсорткування та приймання поступаючі на склад матеріалів та виробів, їх розміщення та зберігання, а також роботи з відпуски та доставки споживачам.

Прийняті матеріали розміщуються у відведених їм місцях зберігання в установленому порядку - за марками, сортами, розмірами і т.п. Найчастіше і у великій кількості споживані матеріали розміщуються ближче до відпускних майданчиків, мало затребувані - у більш віддалених місцях зберігання. Важкі громіздкі вантажі зберігаються місцях, зручних виконання вантажопідйомних операцій.

З метою зниження трудомісткості робіт з комплектації матеріалів перед видачею їх у виробництво та полегшення контролю комплектації виробництва матеріалами застосовується груповий метод розміщення матеріалів, що зберігаються, при якому матеріали, що входять в комплект, зберігаються в безпосередній близькості один від одного.

Осередки стелажів та інші місця зберігання нумеруються і забезпечуються табличками з назвою та індексом матеріалу. Підготовка матеріалів до видачі виробляється за особливим планом або безпосередньо після надходження.

Операції, пов'язані з відпуском матеріалів та виробів, включають відбірку, комплектування та відповідну підготовку матеріалів. Підготовка матеріалів до виробничого споживання включає операції їх очищення, різання на заготовки, розкрой листового матеріалу та ін.

Облік руху запасів матеріалів складі ведеться з допомогою спеціальної картотеки (комп'ютерів). Регулювання рівня запасів здійснюється по системі з фіксованим розміром або періодичністю замовлення. Штат персоналу складів визначається залежно від трудомісткості виконуваних складських операцій, застосовуваних

транспортних засобів та ступеня механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних та інших складських операцій.

У зв'язку з різноманіттям складів для їхньої класифікації використовують досить велику кількість різних ознак. Класифікація складів наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

**Класифікація складів**

<b>Показники класифікації</b>	<b>Різновиди складів</b>
Рід вантажу	Склади насипних, штучних та наливних вантажів.
Способи зберігання вантажів	Склади закриті, напіввідкриті, відкриті, підземні, напівпідземні, наземні. Склади штабельні, напівбункерні, бункерні, шатрово-силосні, засікові, на піддонах, у стелажах, поштучно, в резервуарах (баках) та ін.
Величина вантажообігу	Склади з малим, середнім та великим вантажообігом.
Терміни зберігання вантажу	Склади короткострокового (до 5 діб), середньострокового (до 30 діб) та довгострокового (понад 30 діб) зберігання.
Вид транспорту доставки та відправлення вантажу	Склади для прийому (відправлення) вантажу із залізниці, автотранспорту, водного транспорту та механічного транспорту.
Зв'язок із виробництвом	Склади безпосередньо пов'язані з виробництвом: внутрішньоцехові, міжцехові, комори. Склади, які опосередковано пов'язані з виробництвом через проміжні: базисні, загальнозаводські, дільничні.
Додаткові вимоги технології виробництва	Склади, що забезпечують сортування, зважування, дозування, подачу вантажу у певне місце у певному режимі в часі та за інтенсивністю. Склади, що забезпечують, одночасно з зберіганням та переміщенням вантажу, виконання заданих технологічних операцій з ним.

Основною характеристикою складу є його місткість  $Q_{\text{СКЛ}}$ , яка визначається максимальною кількістю вантажу, що зберігається. Вимірюється місткість складу  $\text{м}^3$ , т, штук одиниць зберігання (наприклад, контейнерів), у тис.  $\text{м}^3$ , тис. т тощо.

Місткість складу залежить від річного вантажообігу складу  $Q_r$  та запасу вантажу на добу  $T_{\text{зап}}$ :

$$Q_{\text{скл}} = (Q_r T_{\text{зап}}) / 365, \quad (5.1)$$

але за уточнених розрахунках враховують добову нерівномірність прибуття вантажу та можливість передачі частин вантажу на внутрішньозаводський транспорт без складування.

В даний час є тенденція до скорочення норм запасів вантажів, що має велике господарське значення. Зменшення кількості вантажу на складі сприяє і пряме відправлення частини вантажу, що прибув споживачеві, минаючи процес складування.

Показниками, що характеризують той чи інший варіант складу,

$$K_{\text{пл}} = F_{\text{кор}} / F_{\text{заг}}; \quad K_{\text{об}} = V_{\text{ван}} / V_{\text{скл}}, \quad (5.2)$$

де  $K_{\text{пл}}$  – коефіцієнт використання площі складу;  $F_{\text{кор}}$  – корисна площа складу, що займається вантажем при зберіганні;  $F_{\text{заг}}$  — загальна площа складу;  $K_{\text{об}}$  – коефіцієнт використання об'єму складу;  $V_{\text{ван}}$  – об'єм вантажу;  $V_{\text{скл}}$  – об'єм складу.

Підвищенню цих коефіцієнтів сприяє застосування засобів механізації перевантаження та транспортних засобів, що вимагають менших проїздів, доріг, раціональне використання місця для допоміжних цілей, наприклад, для встановлення ваг і т.п.

На жаль, коефіцієнт використання площі та навіть обсягу не повністю відображає наскільки дбайливо та ефективно експлуатується територія, зайнята різними вантажами. Тому введено поняття питомої навантаженості на одиницю корисної площі складу, яка для різних вантажів нормована і може бути знайдена з виразу

$$e = Q_{\text{скл}} / F_{\text{кор}} = Q_{\text{скл}} / F_{\text{заг}} K_{\text{пл}}. \quad (5.3)$$

Питоме навантаження можна збільшити, зменшуючи площу, яку займає склад. Це досягається раціональною конструкцією відповідного складу. Так, стелажні, висотні, силосні, засікові склади краще

використовують площу порівняно зі штабельними. Проте питома навантаження також не є якимось загальним критерієм, а повинна розглядатися в сукупності з наведеними раніше ознаками.

Корисну площу складу можна визначити за формулою, м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{кор}} = F_{\text{заг}} K_{\text{пл}}. \quad (5.4)$$

Загальна площа складу визначається формулою:

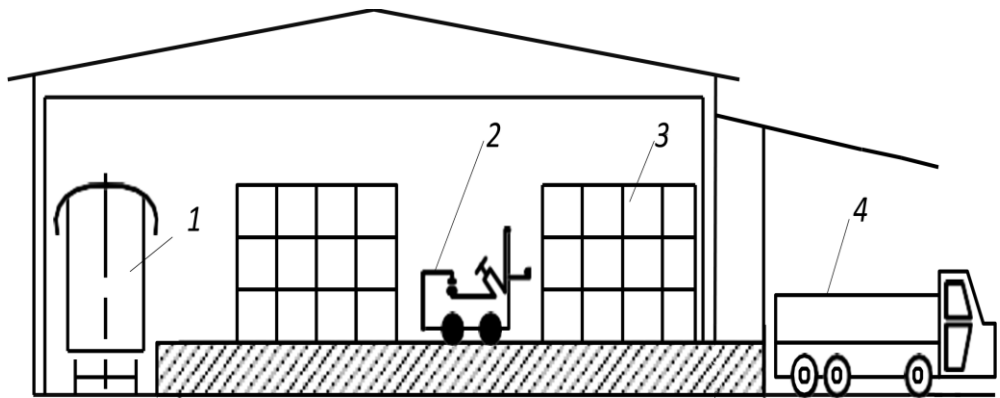
$$F_{\text{заг}} = (1 + K_{\text{пр}}) Q_{\text{скл}} / e, \text{ м}^2, \quad (5.5)$$

де  $K_{\text{пр}}$  - коефіцієнт, що враховує площу проходів і проїздів: для критих складів  $K_{\text{пр}} = 0,55-0,75$ , для майданчиків контейнерів і великовагових вантажів  $K_{\text{пр}} = 0,6-0,75$ , для навалочних майданчиків  $K_{\text{пр}} = 0,7-0,8$ .

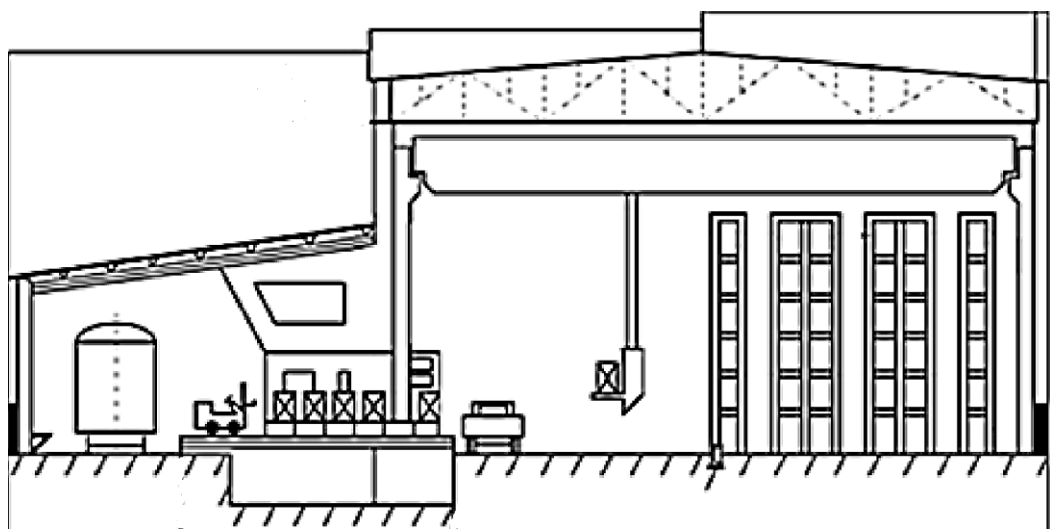
Будівельний об'єм складу в м<sup>3</sup> залежить від площі та висоти складського приміщення. Висота приміщення приймається залежно від габаритних можливостей підйому вантажу засобами механізації і, крім того, обмежується висоти укладання, що допускається, міцністю тари і навантаженням на підлогу складу.

Питання вдосконалення складських комплексів можуть успішно вирішуватись за допомогою методів теорії масового обслуговування. За допомогою методів цієї теорії можуть бути вирішені завдання управління запасами, ефективного використання площ та обладнання складів.

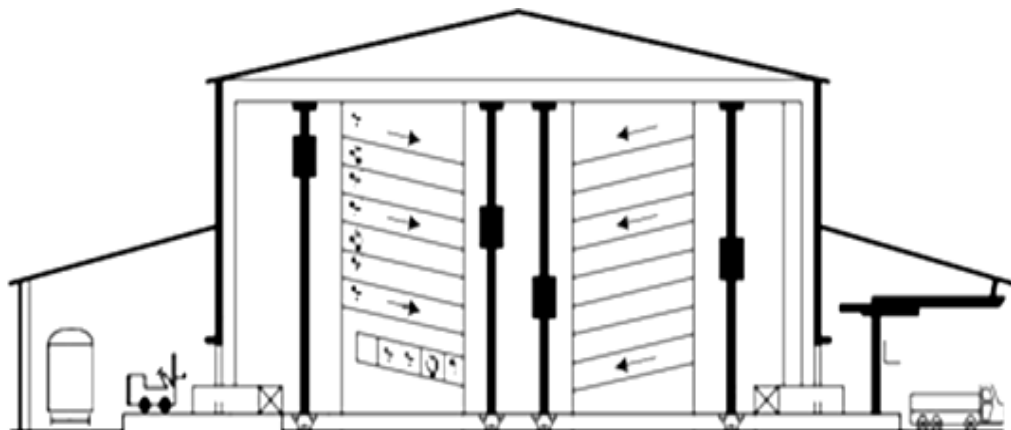
Вантажно-розвантажувальні роботи є його невід'ємною та необхідною складовою транспортного процесу. Витрати, що припадають на ПРР, становлять 50% від загальних витрат, пов'язаних з доставкою вантажів споживачам. Схеми організації вантажно-розвантажувальних робіт на закритих складах наведені на рис. 5.2.



*a*



*б*



*в*

Рис. 5.2. Схеми організації ВРР в закритих складах із застосуванням:  
*a* – електронавантажувача; *б* – електронавантажувача і автоматизованого мостового крана-штабелера; *в* – електронавантажувача і автоматизованих кранів-штабелерів з гравітаційними накопичувачами

Технологія вантажно-розвантажувальних робіт (ВРР) - частина транспортного процесу, що являє собою сукупність операцій, пов'язаних з здійсненням ВРР, яка передбачає послідовність виконання ВРО (операцій) із застосуванням ВРМ (механізмів), пристроїв та регламентацію професійного складу робітників.

Структура технологічного процесу навантаження-розвантаження характеризується кількістю та змістом операцій, на які може бути поділений вантажно-розвантажувальний процес, що змінюється в залежності від роду вантажу, умов навантаження-вивантаження, використовуваних ВРЗ (засобів) та способів виконання робіт.

У технологічному процесі ВРР (робіт) можна виділити основні та допоміжні операції.

До основних операцій належать: навантаження - операція переміщення вантажу з місця постійного або тимчасового зберігання (видобутку) на транспортний засіб; розвантаження - операція переміщення вантажу з транспортного засобу на місце постійного чи тимчасового зберігання (складування, накопичення); перевантаження - операція переміщення вантажу з іншого транспортного засобу на інший (з одного місця зберігання на інше).

Допоміжні операції включають: оформлення документів; зважування і перерахунок вантажу; кріплення та розподіл вантажу в кузові; підготовку рухомого складу до ВРР та транспортування вантажу (відкриття і закриття бортів, очищення кузова, укриття вантажу брезентом, пломбування дверей фургонів і т. д.).

Кожна з основних операцій може бути поділена на окремі елементи (елементарні операції або маніпуляції), які виконуються в визначеній послідовності. У загальному випадку структура основних операцій технологічного процесу навантаження-розвантаження може представлена наступною сукупністю елементарних операцій:

Операція 1 - початкова операція (наприклад, стропування вантажу; захоплення вантажу вилами, набір вантажу в ківш тощо), з якої починається технологічний процес. Операція виконується на тому місці, де розташований вантаж (на складі, в автомобілі, вагоні тощо).

Операції 2, 3... — проміжні операції, що забезпечують переміщення (передачу) вантажу з початкового до кінцевого положення. У залежності від роду вантажу, що використовуються ВРЗ, вантажно-

захоплювальні пристрої (ВЗП) та умов переміщення можуть поділятися на операції переміщення та передавальні. Операції по переміщенню вантажу залежать від ВРЗ і забезпечують вертикальне, горизонтальне, похиле, обертальне та інше переміщення вантажу у кінцеве положення. Передавальні операції виконуються у складних технологічних вантажно-розвантажувальних процесах, забезпечуючи зв'язок між суміжними операціями переміщення, та здійснюються шляхом передачі вантажу з одного ВЗМ на інший, наприклад, при передачі вантажу з вил навантажувача на вила крана-штабелера, вантажоносний орган конвеєра тощо.

Операція N - кінцева операція (наприклад, розстропування вантажу; звільнення вантажу від вил, висипання вантажу з ковша тощо), яка /завершує технологічний процес навантаження (розвантаження). Метою операції є розміщення вантажу в заданому місці (складі, кузові автомобіля, вагоні тощо).

До виконання вантажно-розвантажувальних операцій (у місцях розміщення та зберігання вантажу: на вантажно-розвантажувальних пунктах та складах) з ним можуть виконуватися такі операції: накопичення - зосередження вантажу одному місці; комплектація - переміщення вантажу з метою відбору з різних точок зберігання з наступним об'єднанням вантажну одиницю для відправки споживачеві; пакетування – укрупнення вантажної одиниці укладанням дрібніших одиниць на загальний піддон або тару більшого розміру в строго встановленому порядку з наступним скріпленням у разі потреби; складування - розміщення вантажів у певному порядку для зберігання чи тимчасового накопичення.

Слід зазначити, що з ВРМ (вантажно-розвантажувальної машини) циклічної дії технологічний процес навантаження-розвантаження або перевантаження деякої партії вантажу, що налічує більше одного вантажного місця, буде супроводжуватися переміщенням ВРМ та (або) її елементів до місця розташування чергової вантажної одиниці.

Навантаження (розвантаження) одного і того ж вантажу може бути здійснено різними способами та механізмами. Тому цілком очевидно, що варіант виконання ВРР (вантажно-розвантажувальних робіт) має бути оптимальним з погляду матеріальних та трудових витрат. Технологія ВРР має враховувати спільні дії ВРМ, автомобілів та інших транспортних засобів, наявність ВРП (вантажно-розвантажувальних

пристроїв), регулярність подачі рухомого складу і так далі і оформляється у вигляді технологічних схем та технологічних карт.

*Технологічна схема* - опис вантажно-розвантажувального процесу, в якому наводяться основні напрямки переміщення вантажу, склад операцій, спосіб їх виконання, механізація операцій, використовувані ВЗП вид пакетування і т.д.

Технологічна схема зображується графічно у вигляді креслення, в якому вказується взаємне розташування транспортних та вантажно-розвантажувальних засобів, складів вантажу (або магістрального рухомого складу), під'їзних шляхів (рисунок 5.1). Схема супроводжується описом вантажно-розвантажувального процесу та основних елементів організації. На підставі технологічної схеми розробляється технологічна карта, яка безпосередньо використовується при організації ВРР.

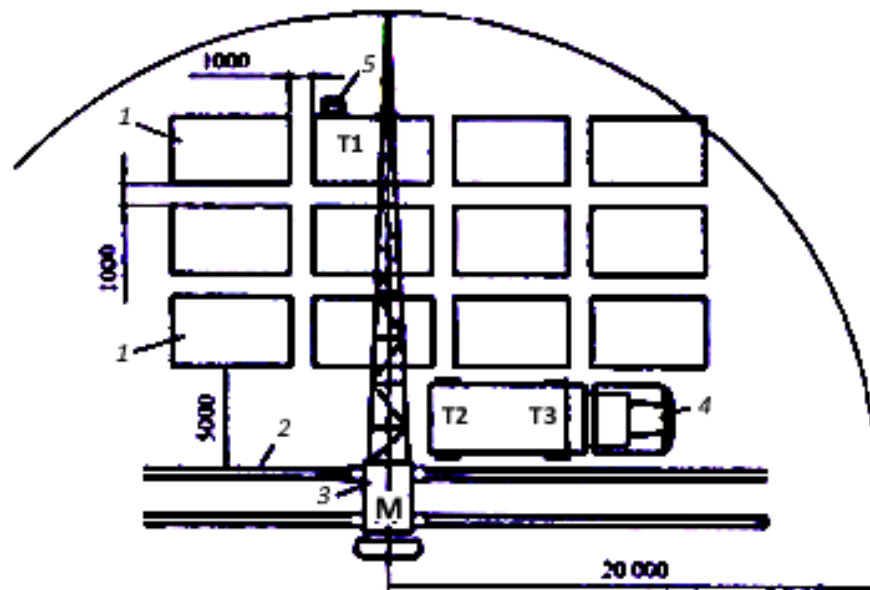


Рис. 5.1. Технологічна схема навантаження плит перекриття складу баштовим краном БКСМ-14ПМЗ у напівпричеп-балковоз УПР-1212: 1 - штабелі плит перекриття; 2 - підкрановий шлях; 3 - баштовий кран; 4 - тягач із напівпричепом; 5 - дерев'яні сходи; М, Т1, Т2, Т3 – робітники: місця машиніста крана та такелажників

*Технологічна карта* - документ, що містить детальну поопераційну розробку технологічного процесу ВРР із зазначенням технічних засобів, трудових та тимчасових витрат.

У технологічній карті повністю відображається зміст усіх операцій технологічного процесу та наводяться всі дані, необхідні для організації та виробництва ВРР (найменування вантажу, тип рухомого складу, ВРЗ та іншого обладнання, зміст та нормування всіх операцій, склад комплексної вантажно-розвантажувальної бригади, необхідні нормативи, вказівки з техніки безпеки і т. д.). Приклад технологічної карти наведено у табл. 5.2.

### Технологічна карта для завантаження плит перекриття масою до трьох тонн

*Виконавці:*

Водій баштового крана категорії IV (М) такелажники III розряд (Т1, Т2, Т3)

*Механізми, підйомні пристрої, пристрої, інвентар:*

Кран баштовий вантажопідйомністю 5 тонн

Строп з чотирьох гілок вантажопідйомністю 4 тонни

Сходи дерев'яні портативні 2500 мм заввишки

Лом сталевий монтажний

*Транспортні засоби:*

Напівприпеч-балковоз УПР-1212 з сідельним тягачем МАЗ-504а

*Умовні позначення :*

$t_{оп}$  ,  $T_{оп}$  - відповідно, тривалість складових елементів операції та їх тривалість.

Таблиця 5.2

#### 1. Складові елементи операції завантаження та їх тривалість

Елементи операції завантаження	Тривалість операцій, хв.						$t_{оп}$ , хв.	$T_{оп}$ , люд.-хв.
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Підготовка плити до стропування і завантаження	*****Т1 *****Т2 *****Т3 *****М		*****Т2 *****Т3				0,5 1,0 0,5	3,0
Стропування плити чотирохгілковим стропом		*****М *****Т1					0,5	1,0
Підймання і переміщення плити до місця завантаження			*****Т1 *****М				0,5	1,0

Закінчення табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Завантаження плити на напівпричеп і її розструповання				*****М *****Т2 *****Т3			0,5	1,5
Технологічна перерва, відпочинок		*****Т2 *****Т3		***** *****	*****Т2 *****Т3 *****М *****Т1		1,0 0,5 1,0	3,5
Разом на завантаження однієї плити								10,0

## 2. Опис елементів операції завантаження

Елементи операції завантаження	Опис елементів операції
1	2
Підготовка плити до стропування і завантаження	Т1 бере сходи та встановлює її біля штабеля плит. Піднявшись на штабель, він перевіряє наявність та міцність монтажних петель (при необхідності виправляє їх ломом). Т2 та Т3 беруть по одній прокладці (підкладці) та укладають їх на підлогу кузова напівпричепа (або на занурену раніше плиту). М готує кран до роботи.
Стропування плити чотирохгілковим стропом	М сигналом Т1 опускає строп над серединою штабеля, а Т1 заводить гаки стропа в монтажні петлі плити. М за сигналом Т1 вибирає вантажний канат і натягує строп. Т1, переконавшись у надійності заведення гаків стропа в монтажні петлі, спускається зі штабеля, прибирає сходи, відходить на безпечну відстань та подає команду М на підйом плити.
Підймання і переміщення плити до місця завантаження	М піднімає плиту приблизно на 20-30 см, а Т1 перевіряє надійність стропування та подає команду М до продовження (або зупинки) підйому та переміщення плити до місця навантаження.
Завантаження плити на напівпричеп і її розструповання	Т2 та Т3 приймають плиту на відстані 20-30 см від підлоги кузова напівпричепа та руками направляють її до місця укладання. М за сигналом Т2 плавно опускає плиту на підлогу кузова напівпричепа. Т2 та Т3, переконавшись у правильності укладання плити, подають команду М послабити строп і розструповують її.
Технологічна перерва, відпочинок	Незадіяні в операціях виконавці перебувають у технологічній перерві або відпочивають.

За способом виконання вантажно-розвантажувальні роботи діляться: немеханізовані - всі операції виконуються без використання ВРЗ (вантажно-розвантажувальних засобів) вручну; механізовані - всі основні операції виконуються з використанням ВРЗ, а допоміжні вручну; комплексно-механізовані - основні та допоміжні операції

виконуються з застосуванням ВРМ без використання ручної праці; автоматизована більша частина технологічного процесу навантаження-розвантаження виконується ВРМ за заданою програмою.

### *Аналіз вантажопотоків*

В умовах сучасного виробництва забезпечуються безперервність зв'язку, а іноді і поєднання окремих технологічних операцій з операціями переміщення та перевантаження (рис. 5.1).

В результаті технологічної обробки змінюються хімічні та фізичні властивості матеріалу, його габарити та маса. Це призводить до злиття транспортних потоків, їх розгалуження, зміни швидкостей руху, зупинок та накопичення. Ці пов'язані з технологією вантажопотоки, що здійснюються різними видами транспорту та засобами механізації вантажно-розвантажувальних робіт, утворюють транспортну систему підприємства, що забезпечує його успішне функціонування.

Весь транспортно-технологічний процес можна розділити на два укрупнених стани:

1. З одиницею вантажу, виробу чи групою виробів немає істотних змін, крім зміни положення у просторі та часу (вантаж лежить на складі; переміщається у вагоні, на вилах навантажувача, грейфер і т. д.).

2. Поряд із зміною часу та положення у просторі відбувається зміна габаритних, фізичних, хімічних та інших властивостей матеріалу (відділення вантажу від штабеля, зняття стружки з деталі, хімічна реакція, кування і т. д.).

До першої групи належать транспортні та складські процеси, а до другої — технологічні та вантажно-розвантажувальні. При цьому вантажно-розвантажувальні операції є граничними або між транспортними операціями, або між транспортними та складськими, або між технологічними та транспортними тощо (рис. 3.1). Таке переплетення технологічних, транспортних та вантажно-розвантажувальних операцій висуває вимогу обов'язковості системного (комплексного) підходу до розроблення технологічного процесу підприємства, що враховує кількісну та якісну ув'язку всіх елементів виробництва.

З іншого боку, роль сполучних ланок, яку відіграють транспорт, склади та вантажно-розвантажувальні роботи, накладає на них свої специфічні закономірності, що дозволяє виділити їх із загального

технологічного процесу для полегшення вивчення, вдосконалення та проектування.

Процеси виконання транспортних, вантажно-розвантажувальних, складських операцій, як і технологічних, можуть бути механізованими, комплексно-механізованими, частково автоматизованими та автоматичними. У механізованих процесах усі основні трудомісткі операції виконуються машинами, а керування цими машинами та виконання деяких допоміжних операцій (наприклад, застропування та відстропування вантажів, відкривання люків вагонів, їх очищення і т. д.) виконуються вручну. У комплексно-механізованих процесах усі робочі операції виконуються машинами, управління якими здійснюється операторами здебільшого вручну. У частково автоматизованих процесах комплексно-механізована система керується автоматично, а людина веде управління тільки на окремих етапах, які або поки що не можна довірити автоматам, чи його застосування виявляється неекономічним. У автоматичному процесі всі операції комплексно механізовані та працюють у автоматичному режимі. Людина тільки спостерігає періодично за системою, веде регулювання та налагодження її при необхідності.

Кількісними показниками стану транспортних, складських та вантажно-розвантажувальних робіт є рівні механізації, комплексної механізації, автоматизації.

Проектування систем механізації вантажно-розвантажувальних робіт має починатися з вивчення потоків вантажів, що надходять на підприємство, що йдуть із підприємства, і навіть шляхи руху всередині. При цьому необхідно розділяти вантажі на групи за характеристиками машин для їх переробки.

Аналіз вантажопотоків починають зі збору інформації про всі вантажі, що надходять і виходять з підприємства. Потім простежують рух кожного вантажу всередині підприємства з урахуванням поділу, злиття потоків, зміни їхньої інтенсивності в часі. Доцільно зобразити ці потоки на схемі підприємства, виділяючи напрямки та інтенсивність.

Надалі потоки необхідно розділяти на елементи з огляду на фактори, які визначають вибір схем складів та схем механізації та автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт: вид та характеристики рухомого складу; рід вантажу та його характеристики; напрямок вантажопереробки (надходження або відправлення);

вантажобіг по кожному вантажу; необхідний термін зберігання; нерівномірність потоку; зв'язок вантажопотоку з технологічною частиною виробництва; місцеві умови, які можуть впливати на вибір місць роботи з вантажем та засобів механізації.

Щоб підвищувати ефективність застосування засобів механізації, доцільно також створювати централізовані склади однотипних вантажів. Така централізація призводить до деякого зростання вантажопотоків, але дозволяє використовувати високопродуктивну перевантажувальну техніку.

При створенні цехових складів, що розміщуються в одній будівлі з технологічними підрозділами, вантажопотоки знизяться розвантажувальній техніки може стати менш ефективним, але немає необхідності доставляти вантажі з центрального складу до місць споживання.

Вибір кращого варіанта можна зробити лише на базі комплексного техніко-економічного аналізу, що враховує витрати не тільки на перевантажувальні операції та на зовнішньому транспорті, а й витрати на внутрішньозаводське транспортування.

У деяких випадках при застосуванні мобільної техніки доцільно створювати пересувні механізовані бригади з перевантаження обмеженої номенклатури вантажів. При цьому зберігається великий вантажопотік, що обслуговується технікою, а зона зберігання вантажу наближається до місця його споживання. При комплексному проектуванні транспорту, перевантажень і складів необхідно складати схему вантажопотоків, що на поступають підприємство, їх рух усередині підприємства та перехід на обслуговування пристроями зовнішнього транспорту Її вивчення допоможе раціоналізувати вантажопотоки, систематизувати маршрути, усунути нераціональні етапи транспортування та зустрічні перевезення.

Слід пам'ятати, що будь-яке проміжне зберігання збільшує кратність перевантажень, що призводять до зниження ефективності всього транспортного процесу.

При складських та технологічних операціях можуть змінюватися фізико-механічні властивості вантажу. Наприклад, відбувається затарювання або розтарювання вантажу, створення або розформування пакетів тощо, що викликає зміну застосовуваної техніки чи її робочих органів.

Необхідно враховувати і майбутні зміни вантажопотоків, пов'язані з розвитком підприємства, його подальшої модернізації. Аналізуючи зміни вантажопотоків у часі, можна відзначити, що за тривалі періоди (рік, місяць, тиждень) обсяг вантажопотоків, що відводять, дорівнює надходженню, а за короткі періоди (добу, годину) вони можуть суттєво відрізнятись. При рівномірному споживанні це пов'язано із значною пропорційністю надходження вантажів у залізничному рухомому складі.

Мінімальні порції зазвичай відмірюються вагоном, подачею, складом. Прагнення залізничників до маршрутизації посилює цей стан.

При нерівності середнього відвідного потоку та пульсуючого надхідного розробляють заходи щодо згладжування цих розбіжностей. Насамперед на шляху вантажу має бути буферна ємність, що дозволяє зберігати пікові надходження і рівномірно видавати матеріали на запити споживачів. Ці ємності розташовують безпосередньо біля залізничної колії, в них виробляють розвантаження в місці, що визначається місцевими умовами та вимогами. При віддаленому розташування ємності необхідно забезпечувати потрібну інтенсивність відведення матеріалу.

Мінімальна продуктивність засобів розвантаження обумовлена нормативним часом простою рухомого складу. Продуктивність відвідних засобів залежить від наявності та величини приймальної буферної ємності. За відсутності ємності інтенсивність відведення повинна бути не менше інтенсивності розвантаження.

Якщо необхідно висипати весь вантаж з рухомого складу і зберігати його деякий час без відведення, місткість бункера (або сховища) має бути не менше обсягу надходження партії.

## ***5.2. Визначення параметрів складів за елементарними майданчиками***

Площа складу для зберігання тарно-пакувальних вантажів найточніше можна розрахувати за методом елементарних майданчиків.

На вантажних дворах залізничних станцій, обладнаних одноповерховими критими складами з внутрішнім розташуванням колій та при використанні електро- або автоснавантажувачів довжина елементарного майданчика (див. рис. 5.3), м

$$l_e = l_{\text{мд}} - b_{\text{пр}}, \quad (5.6)$$

де  $l_{\text{мд}}$  – відстань між осями суміжних дверей з боку автотранспорту, м;  
 $b_{\text{пр}}$  – ширина проїзду з урахуванням розвороту електро- або автотранспорту.

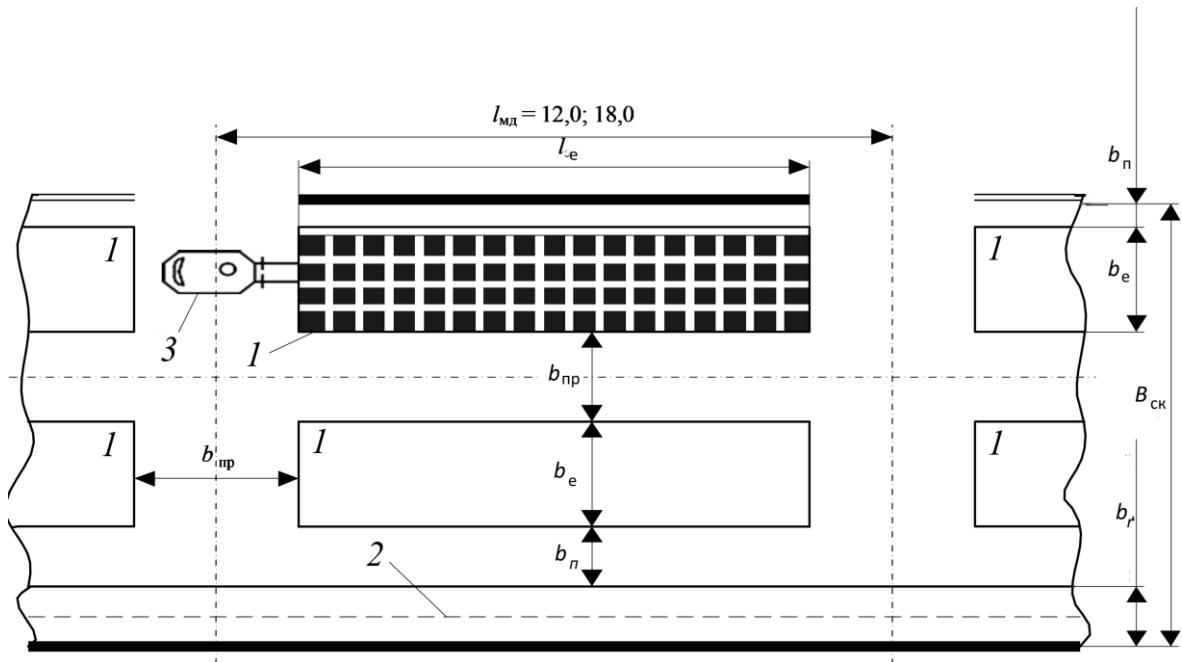


Рис. 5.3. Схема для розрахунку параметрів елементарного майданчика:  
 1 – елементарний майданчик; 2 – вісь залізничної колії;  
 3 – електронавантажувач

Ширина елементарного майданчика, м:

$$b_e = \frac{B_{\text{ск}}}{2} - \left( \frac{b_{\text{р}} + b_{\text{п}}}{2} + b_{\text{пр}} \right), \quad (5.7)$$

де  $B_{\text{ск}}$  - ширина складу, м;

$b_{\text{р}}$  – габаритна відстань від стінки складу до вантажної платформи із боку залізничного транспорту, м;

$b_{\text{п}}$  - відстань від стінки складу до штабеля, м

Ширина проїзду в м між штабелями вантажу визначається залежно від типу та розмірів пакета. При укладанні або взятті вантажу зі штабелю навантажувач розгортається на  $90^\circ$ . Тому для чотирьохопорного навантажувача

$$b_{\text{пр}} = r_{\text{к}} + b + 2c, \quad \text{якщо } m \geq l/2; \quad (5.8)$$

$$b_{\text{пр}} = r_{\text{к}} + \sqrt{(a+b)^2 + \left(\frac{l}{2} - m\right)^2} + 2c, \quad \text{якщо } m \leq l/2; \quad (5.9)$$

для триопорного навантажувача

$$b_{\text{пр}} = r_{\text{к}} + r_{\text{г}} + 2c, \quad (5.10)$$

де  $r_{\text{к}}$  і  $r_{\text{г}}$  – радіуси повороту по точці машини і вантажу (пакета), що найбільш виступає, м;

$l, b$  – довжина та ширина вантажу, м;

$a$  – відстань від передньої осі навантажувача до вертикальної полиці вил;

$c$  – мінімальний зазор між навантажувачем та штабелем (0,15-0,20 м).

$$m = \frac{b_{\text{Нав}}}{2} + r_b, \quad (5.11)$$

де  $b_{\text{Нав}}$  - ширина навантажувача, м;

$r_b$  – внутрішній радіус повороту, м.

Значення  $r_{\text{к}}$  розраховується за формулою

$$r_{\text{к}} = \sqrt{\left(m + \frac{\kappa}{2}\right)^2 + d^2}, \quad (5.12)$$

де  $\kappa$  - ширина корпусу навантажувача, м;

$d$  – відстань від передньої осі навантажувача до перетину зовнішньої лінії корпусу навантажувача з радіусом його повороту  $r_{\text{к}}$ , м.

Кількість піддонів (пакетів), що встановлюються в одному ярусі елементарного майданчика

$$Z_{\Pi} = \frac{l_e b_e}{(l_{\Pi} + \Delta l)(b_{\Pi} + \Delta l)}, \quad (5.13)$$

де  $\Delta l$  – відстань між суміжними пакетами, що дорівнює 0,05...0,06 м;

$l_{\Pi}$ ,  $b_{\Pi}$  – відповідно довжина та ширина пакета, м.

Місткість вантажу на елементарному майданчику, т

$$E_e = z_{\Pi} \kappa_{\text{я}} P_{\text{в}}, \quad (5.14)$$

де  $\kappa_{\text{я}}$  – кількість ярусів пакетів, що встановлюються на елементарному майданчику;

$P_{\text{в}}$  – маса вантажу в пакеті, т.

За умовами складування пакетів навантажувачем

$$\kappa_{\text{я}} = \left[ H_{\text{в}} / h_{\Pi} \right] + 1, \quad (5.15)$$

де  $H_{\text{в}}$  – висота підйому вантажу електро- або автонавантажувачем, м;

$h_{\Pi}$  – висота пакета (висота вантажу плюс висота піддону), м.

Потрібна кількість елементарних майданчиків

$$z_e = Q_{\text{скл}} / E_e, \quad (5.16)$$

де  $Q_{\text{скл}}$  – місткість складу, т.

Розрахункова довжина складів, м

$$L_{\text{к}} = (n_{\text{еп}} / k_{\text{рп}}) l_{\text{еп}}, \quad (5.17)$$

де  $k_{\text{рп}}$  – кількість рядів елементарних майданчиків, що розміщуються по ширині складу (зазвичай  $k_{\text{рп}} = 2$ ).

Потрібна кількість складів визначається з урахуванням встановленої довжини одного складу  $l_{\text{ск}}$  (72, 144, 216 м).

Для складів із зовнішнім розташуванням залізничних колій ширина елементарного майданчика:

$$b_e = B_{ск} / 2 - (b_{пр} / 2 + b_{п}). \quad (5.18)$$

Склади, обладнані автоматичними кранами – штабелерами, конвеєрними системами, стелажими для зберігання вантажів, автоматизованими системами керування, розраховуються в залежності від місткості  $E_c$  та довжина типової секції відповідно до прийнятих об'ємно-планувальних рішень.

Місткість секції:

$$E_c = \kappa_{я} n_{п} K_{лс}, \quad (5.19)$$

де  $\kappa_{я}$  – число ярусів стелажів;

$n_{п}$  - кількість пакетів, що розміщуються вздовж лінії стелажу в одному ряду;

$K_{лс}$  – кількість ліній стелажів, що залежить від ширини секції.

### ***Умови розміщення та зберігання контейнерів на складах***

Контейнерні пункти, термінали, що виконують операції з завантаження, розвантаження та зберігання контейнерів, є відкритими майданчиками. Покриття майданчиків може бути асфальтовим та асфальтобетонним.

Майданчику надається ухил від середини до країв 2 ‰. Поздовжній ухил майданчика не менше 4 ‰ і не більше 6 ‰. З боків майданчика влаштовують дренажні канали для відведення дощових і талих вод і надають ухил 1 ‰ включно в загальну мережу водовідведення.

Контейнери на майданчику встановлюють дверима один до одного комплектами (групами). Між середньотоннажними контейнерами мають бути зазори 0,1 м, між комплектами 0,6 м, а для великотоннажних відповідно 0,6 та 1,0 метра.

На майданчиках передбачаються протипожежні розриви через кожні 100 м та поперечні заїзди для автомобілів через 19 м під час роботи мостових кранів та 40 м для кранів на залізничному ході. Ширина розривів та проїздів 5 м.

### *Схеми механізованого навантаження контейнерів*

Для перевантаження контейнерів застосовують козлові, мостові, стрілові крани, автотранспортувачі, контейнеровози та контейнеровози-штабелери.

Для роботи з середньотоннажними контейнерами рекомендується використовувати козлові крани (К-05; К-09; ККДК-10; КК-6; КК-5М), оснащені автоматичними вантажозахоплювальними пристроями. Схема механізованого перевантаження середньотоннажних контейнерів з використанням козлового крана наведена на рис. 5.4.

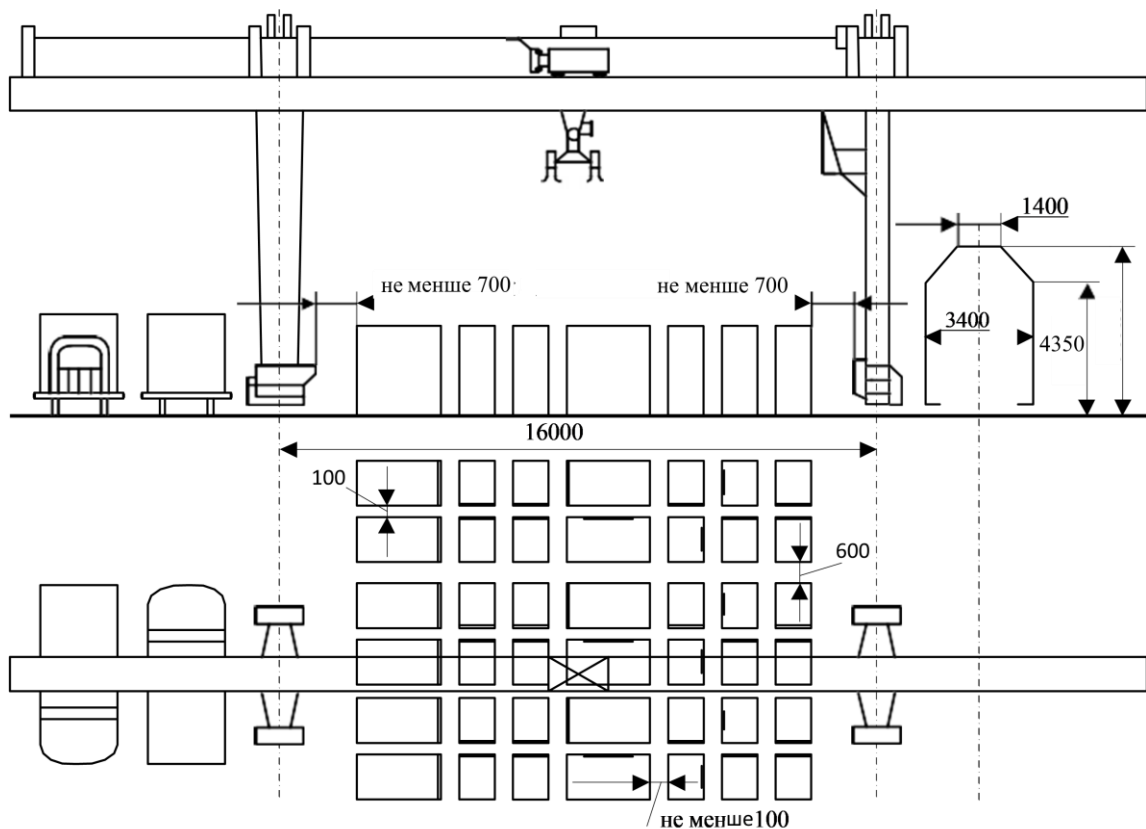


Рис. 5.4. Схема механізованого перевантаження середньотоннажних контейнерів із використанням двохконсольного козлового крана

Мостові крани застосовуються в основному на промислових підприємствах. Вони дозволяють перекривати значні прольоти, розташовуючи майданчики паралельно один одному (рис. 5.5).

Стрілові крани на залізничному та автомобільному ході (КС-1571; КС-2571; КС-2563; КС-3571, КС-4561) використовуються при малих обсягах роботи, коли один кран обслуговує кілька майданчиків з різними вантажами.

Для перевантаження великотоннажних контейнерів використовуються козлові крани (КК-20; КК-24; КК-20/5; КК-24/30,5; КК-25/30,5; КК-30,5; КК-32); стрілові (КС-5363; КС-6362; КС-53), автотранспортувачі (4016, 4013, 4014, 7806, 7801, 4070).

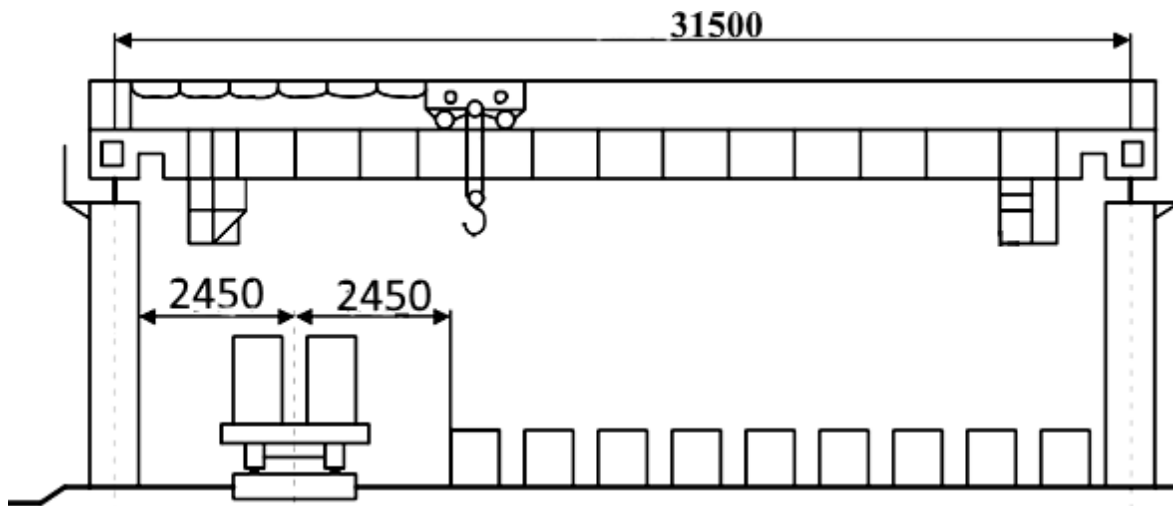


Рис. 5.5. Схема механізованого перевантаження контейнерів з використанням мостового крану та однопрогонової естакади

### ***Визначення параметрів складу за елементарними контейнерними майданчиками***

Визначається ширина контейнерного майданчика ( $B_{ск}$ ) залежно від засобів механізації, що використовуються. Потім проводиться планування раціонального розміщення контейнерів на майданчику та виділяється елементарний майданчик з розмірами –  $l_{еп}$  (довжина) та  $b_{еп}$  (ширина).

Довжина складу, м

$$L = L_{к} + L_{в.з.} + L_{р}, \quad (5.20)$$

$$L_{к} = (n_{еп} / \kappa_{еп}) l_{еп}, \quad (5.21)$$

де  $L_{к}$  – довжина складу, необхідна для розміщення контейнерів без урахування в'їздів для автотранспорту, м;

$L_{в.з.}$  – додаткова довжина майданчика для компенсації площі зайнятої в'їздами для автотранспорту, м;

$L_p$  – довжина складу необхідна для розміщення контейнерів, що направляються в ремонт, м;

$K_{еп}$  - кількість елементарних майданчиків, що розміщуються по ширині складів (визначається схемою розміщення контейнерів);

$n_{еп}$  – кількість елементарних майданчиків, необхідних для розміщення заданих обсягів вантажу в контейнерах:

$$n_{еп} = \frac{(Q_D^{р(ск.а)} t_{зб}^B + Q_D^{р(ск.з)} t_{зб}^{пр})}{E_{еп}}, \quad (5.22)$$

де  $Q_D^{р(ск.а)}$ ,  $Q_D^{р(ск.з)}$  – розрахунковий добовий вантажопотік, що надходить на зберігання за добу до складу відповідно автомобільним та залізничним транспортом, т;

$t_{д}^B$ ,  $t_{д}^{пр}$  – нормативний термін зберігання контейнерів на складі по відправленню та прибуттю, діб;

$E_{еп}$  - ємність елементарного майданчика:

$$E_{еп} = n_K^{еп} P_B^K, \quad (5.23)$$

де  $n_K^{еп}$  – кількість контейнерів, що розміщуються на елементарному майданчику (визначається схемою розміщення контейнерів 4x4, 4x2);

$P_B^K$  – маса вантажу одному контейнері, т.

$$L_{вз} = \frac{n_K^{вз}}{n_K^{еп}} l_{еп}, \quad (5.24)$$

де  $n_K^{вз}$  – кількість контейнеро-місць, необхідних для розміщення в'їздів для автотранспорту:

$$n_K^{вз} = (N_B l_{вз} b_{вз}) / F_K, \quad (5.25)$$

де  $N_B$  – кількість в'їздів, шт.:

$$N_B = \frac{L_K}{l_B} - 1, \quad (5.26)$$

де  $l_B$  – відстань між в'їздами, м (для мостових кранів 20 м, стрілових 40 м);

$l_{B3}$ ,  $b_{B3}$  – довжина та ширина в'їзду для розміщення автомобільного рухомого складу, м;

$F_K$  – площа складу, що займається одним контейнером з урахуванням зазорів між контейнерами, що стоять поруч, м<sup>2</sup>.

### **5.3. Автоматизація вантажно-розвантажувальних робіт на складах**

З метою автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт на складах застосовують самохідні електроштабелери та крани-штабелери оснащені мікро-ЕОМ та радіоприймальними пристроями. Такі засоби дозволяють автоматично виконувати роботи по завантаженню (розвантаженню) пакетів, їх переміщенню і встановленню в необхідних місцях в штабелях або на стелажах за командою оператора. Повністю автоматизованих складів на дійсний час не існує.

*Промислові роботи.* Характерною особливістю технічного прогресу в галузі механізації та автоматизації виробництва на сучасному етапі є використання промислових роботів-маніпуляторів.

Враховуючи технологію вантажно-розвантажувальних та складських операцій, характеристики вантажів та транспортних засобів, роботи поділяють на три класи-покоління, що відрізняються вантажопідйомністю: 60 – 100 кг (А), 800 – 1000 кг (Б), 5000 кг та більше (В). Сфера дії роботів першого типу: укладання та розбирання пакетів, вантажні операції з пакетованими вантажами, передача їх з конвеєра на конвеєр, промислові роботи (ПР) другого типу призначені для переробки тарно-штучних вантажів, сформованих у стандартні пакети. Маніпулятори вантажопідйомністю 5000 кг і більше призначені для роботи з пакетами, касетами та спеціальними контейнерами, в яких перевозять лісоматеріали, метали, важкі вантажі. Монтувати їх можна на кранах, кранах-штабелерах та стелажних штабелерах. У серійному виробництві виготовляють переважно роботи першого покоління.

Промислові роботи класу А виконують функції пакеторозбірних та пакетоформувальних автоматів. Їх розміщують відповідно на вході транспортних систем, що передають вантажі у виробництво, та на виході виробничих конвеєрів. Зона дії роботів класу А обумовлюється способом формування (розформування) пакетів вантажу, розмірами піддону, відстанню вертикальної осі повороту руки від точок взяття та укладання вантажів допустимою висотою пакета. Тривалість робочого циклу не більше 8 с забезпечує сумісну з пакетувальною машиною продуктивність 400 – 450 упаковок/год.

Роботи класу Б призначені для вантажно-розвантажувальних операцій з пакетованими вантажами. Їх включають до потоково-транспортних систем, розташовуючи на головних і вихідних ділянках. Параметри зони дії роботів класу Б встановлюють, враховуючи транспортні засоби та двоярусне розміщення пакетів у них. При вильоті руки 1500 – 1800 мм вони обслуговують вагон чи автомобіль на всій ширині кузова.

Роботами-маніпуляторами класу В оснащують мостові та козлові крани, стелажні штабелери.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Поняття складу та основні його функції.
2. Класифікація складів за способами зберігання вантажів, величиною вантажообігу та терміном зберігання вантажів.
3. Поняття місткості складу та його визначення.
4. Показники, що характеризують варіант складу. Визначення питомого навантаження на одиницю корисної площі складу.
5. Основні та допоміжні операції вантажно-розвантажувальних робіт (ВРР), структура технологічного процесу ВРР.
6. Поняття технологічна схема та технологічна карта.
7. Визначення довжини елементарного майданчика для зберігання тарно-пакетувальних вантажів.
8. Вимоги до майданчиків для зберігання контейнерів та умови розміщення контейнерів на них.
9. Засоби механізованого навантаження контейнерів.
10. Напрями автоматизації складів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Лівінський О.М.* Підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні машини: підручник / О.М. Лівінський, О.І. Курок, Л.Є. Пелевін та інші. – К.: «МП Леся», 2016. – 677с.
2. *Лівінський О.М.* Будівельні крани та підйомники: підручник / О.М. Лівінський, О.І. Курок, Л.Є. Пелевін та інші. – К.: «МП Леся», 2017. – 474 с.
3. *Лівінський О.М.* Будівельні машини та обладнання: підручник / О.М. Лівінський, О.М. Пшінько, М.В. Савицький, О.І. Курок, А.Д. Єсипенко, В.М. Коваленко, Л.Є. Пелевін, В.М. Смірнов, В.О. Волянюк. – К.: «МП Леся», 2015. – 611 с.
4. *Волянюк В.О.* Підйомно-транспортні машини (системи): конспект лекцій (частина 1). / В.О. Волянюк.– К.:КНУБА, 2020. – 142 с.
6. *Волянюк В.О.* Підйомно-транспортні машини (системи): конспект лекцій (частина 2). В.О. Волянюк, Д.О. Міщук. – К.:КНУБА, 2020. – 176 с.
7. *Волянюк В.О.* Будівельні машини та обладнання: методичні вказівки до практичних і лабораторних занять / В.О. Волянюк, Є.В. Горбатюк, С.Ю. Комоцька. – К.:КНУБА, 2023. – 75 с.

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Навчально-методичне видання

ВОЛЯНЮК Володимир Олександрович  
ГОРБАТЮК Євгеній Володимирович  
ФЕДИШИН Богдан Миколайович

## ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ МАШИНИ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Навчальний посібник

Редагування та коректура *Г.В. Кобриної*  
Комп'ютерне верстання *Ю.Г. Томащука*

Підписано до друку 12.02. 2021. Формат 60 84 <sup>1/168</sup>  
Ум. друк. арк. 10,0 . Обл.-вид. арк. 10,75.  
Тираж 80 прим. Вид. № 16/І-17. Зам. № 15/І- 18

Видавець і виготовлювач  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.