

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

В. Г. Равлюк

**ВАГОНРЕМОНТНІ МАШИНИ
ТА ОБЛАДНАННЯ**

Конспект лекцій

Частина 1

Харків – 2020

Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2020. – Ч. 1. – 50 с.

У цьому конспекті лекцій розглядаються засади застосування вагоноремонтних машин і технологічного обладнання у підрозділах вагонного й пасажирського господарств. Наведені основні визначення понять, що застосовуються у дисципліні «Вагоноремонтні машини та обладнання». Проаналізована система класифікації різних груп і типів обладнання та визначена його продуктивність, від якої безпосередньо залежить обсяг випуску вагонів з ремонту за визначений час. Так само розглянуті особливості вибору і методи розрахунку технологічного обладнання, а також основні способи його схем розміщення, етапи роботи й норми щодо розташування у цехах, дільницях або відділеннях вагоноремонтних підприємств.

Іл. 3, табл. 8, бібліогр.: 14 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 24 лютого 2020 р., протокол № 7.

Рецензент
проф. І. Е. Мартинов

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1. Основні поняття про вагоноремонтні машини та обладнання.....	5
1.1 Загальні відомості застосування обладнання у вагонному господарстві.....	5
1.2 Терміни, визначення й основні поняття про вагоноремонтні машини та обладнання.....	7
Тема 2. Класифікація обладнання вагоноремонтних підприємств.....	10
Тема 3. Продуктивність обладнання вагоноремонтних підприємств.....	13
Тема 4. Особливості використання обладнання у виробничому процесі ремонту й експлуатації вагонів.....	18
4.1 Особливості вибору потрібного обладнання для ВРП.....	18
4.2 Методика розрахунку потрібної кількості обладнання....	21
Тема 5. Розміщення обладнання у виробничих підрозділах вагонного й пасажирського господарства для ремонту і технічного обслуговування вагонів.....	32
5.1 Основні способи розміщення обладнання.....	32
5.2 Розробка схем плану розташування обладнання основної системи.....	35
5.3 Етапи роботи й норми з розміщення обладнання у вагоноремонтних підприємствах.....	43
Список літератури.....	49

ВСТУП

Сьогодні рухомий склад займає особливе місце на залізничному транспорті, тому що він безпосередньо призначений для перевезення вантажів і пасажирів. Всі інші технічні засоби АТ «Укрзалізниця» служать лише для забезпечення можливості цих перевезень. Тому кожний вагон потрібно розглядати як елемент складної транспортної системи, взаємодіючої з відповідними засобами залізниць і промислових підприємств. При зміні технічних засобів і розвитку секторів ринку повинні змінюватися як конструкції окремих екіпажів, так і кількісний склад різних типів рухомого складу. До того ж економічна ефективність роботи залізничного транспорту багато в чому залежить від економічної працездатності рухомого складу, що характеризується строком служби й ресурсом [1].

Одне з основних завдань вагонного господарства в сучасних умовах — це оснащення всіх дільниць і відділень вагоноремонтних підприємств сучасними вагоноремонтними машинами та обладнанням, від використання яких значно підвищиться якість і зменшиться собівартість ремонту вагонів, їх вузлів і деталей.

У цій частині конспекту лекцій розглядаються засади розвитку технологічного обладнання, класифікація, продуктивність і особливості його використання у виробничому процесі ремонту й експлуатації вагонів. Розглянуті основні способи та схеми розташування технологічного обладнання, етапи роботи й норми його розташування, які залежать від виробничої площі цехів, дільниць або відділень.

Технологічне обладнання відіграє особливу роль при технічному обслуговуванні та ремонті вагонів, їх вузлів і деталей у виробничих підрозділах вагонного й пасажирського господарства.

Таким чином, використовуючи конспект лекцій магістр-механік при вивченні цього курсу здобуде теоретичні навички, які потрібно застосовувати при вирішенні фахових завдань. Також конспект лекцій рекомендовано використовувати при виконанні курсового проектування і написанні магістерської кваліфікаційної роботи.

ТЕМА 1. Основні поняття про вагоноремонтні машини та обладнання

1.1 Загальні відомості застосування обладнання у вагонному господарстві

Засоби технічного оснащення, а також технологічне обладнання прямо пов'язані з продуктивністю праці та якістю продукції, що випускається, тобто визначають собівартість і конкурентоспроможність товарної продукції. Продукція ремонтних вагонних депо — послуга — ремонт вагонів. Продуктивність експлуатаційних депо визначається за напрацюванням вагонів на дільницях обслуговування (за пробігом вагонів у вагоно-кілометрах) і за кількістю вагонів, які підготовлені до процесу перевезень.

Залежно від обраних видів обладнання формується технологічна схема підприємства: розміри, площа і взаємне розміщення підрозділів у виробничих цехах, дільницях або відділеннях [4, 5, 10].

За допомогою вагоноремонтних машин і обладнання (ВРМО) вирішуються питання механізації й автоматизації виробничих процесів, а також проблеми поліпшення якості праці.

У виробничих процесах вагонного господарства широко використовується технологічне обладнання, виготовлене силами депо. Ще в 90-х роках ХХ століття в підрозділах вагонного господарства застосовувалося до 50-60 % обладнання, яке було розроблене проектно-конструкторським технологічним бюро Головного управління вагонного господарства (ПКТБ ЦВ), конструкторами депо та виготовлене в його майстернях або у відповідних відділеннях, що були підпорядковані головному механіку.

Обладнання, виготовлене силами вагонних депо за технічною документацією, яка була розроблена в депо і ПКТБ ЦВ, зазвичай має низькі показники надійності, малопродуктивне, не забезпечує необхідної якості операцій, що виконуються в технологічних процесах. Невеликі, слабо оснащені підприємства також виготовляють подібне обладнання. Проблема має вирішуватися виробництвом сучасного обладнання, великими

спеціалізованими машинобудівними підприємствами. На початку ХХІ століття з'явилися такі нові виробники спеціального обладнання для ремонту й технічного обслуговування вагонів [4].

Істотним недоліком, що ускладнює механізацію важких і трудомістких операцій у процесі ремонту й технічного обслуговування вагонів, є незадовільні показники ремонтпридатності окремих складальних одиниць вагона. Наприклад, заміна гальмівної колодки у важкодоступному місці виконується вручну, при цьому слюсар працює у вкрай незручному становищі. Численні спроби механізувати цю операцію не мали успіху; фахівці вважають, що для вирішення цієї складної проблеми варто змінити конструкцію кріплення колодки. Таких проблем при ремонті вагона, що являє собою порівняно просту конструкцію, існує досить багато.

У процесі ремонту вагонів використовують складне технологічне обладнання: колесотокарні й карусельні верстати; преси для формування й розформування колісних пар, преси для посадки й знімання внутрішніх кілець підшипників; фрезерні верстати для обробки надресорних балок і корпусів автозчепу після ремонту зварюванням і наплавленням; обладнання для зварювальних і наплавних робіт; гідронасосні станції; вакуумні установки.

У виробничих процесах вагонних депо широко застосовують підйомне, транспортне та підйомно-транспортне обладнання [6, 8].

Зараз всі виробничі ділянки й підрозділи депо оснащені вантажопідйомними засобами. Для транспортування матеріалів і запасних частин у депо використовують електрокари, електронавантажувачі, а для транспортування запасних частин на пункти технічного обслуговування (ПТО) — автомобілі й автодрезини.

Специфічними для вагонного господарства є операції очищення вагонів у процесі підготовки їх до перевезень і при підготовці в ремонт. Використовується велика кількість різного обладнання для сухого очищення й для миття вагонів і їх вузлів.

Основні технологічні операції в процесі ремонту кузовів містять у собі випрямлення (деформованих елементів) і зварювальні роботи. Основні операції з ремонту ходових частин і

автозчепного пристрою — зварювальні й наплавні роботи з наступною механічною обробкою наплавлених місць.

Для виконання перерахованих технологічних операцій застосовують електрозварювальне обладнання, вузькоспеціалізовані металообробні фрезерні верстати, гідравлічні й пневматичні преси.

Наведений короткий огляд показує, що в процесі ремонту й технічного обслуговування вагонів застосовується велика кількість різного обладнання [9, 11, 13, 14].

Дисципліна «Вагоноремонтні машини і обладнання» включає вивчення таких основних розділів [6, 7]:

- обладнання загального призначення (вантажопідйомні, транспортні й підйомно-транспортні засоби);
- обладнання спеціального призначення (різноманітні машини та обладнання для очищення й обмивання вагонів і їх вузлів);
- ВРМО, що застосовуються для технічного обслуговування і ремонту вантажних вагонів, їх вузлів і деталей в цехах (дільницях, відділеннях) у вагоноремонтних заводах, вагонних депо та експлуатаційних пунктах;
- обладнання, що застосовується для технічного обслуговування і ремонту пасажирських вагонів, їх вузлів і деталей в цехах (дільницях, відділеннях) на вагоноремонтних заводах, вагонних депо та експлуатаційних підрозділах для виконання технічного обслуговування вагонів;
- контейнерноремонтні машини та обладнання, що застосовуються для ремонту контейнерів;
- організацію та систему огляду й ремонту ВРМО;
- економічну ефективність від впровадження інноваційних ВРМО у виробничий процес ремонту вагонів;
- заходи з охорони праці під час виконання робіт на ВРМО.

1.2 Терміни, визначення й основні поняття про вагоноремонтні машини та обладнання

Дисципліна «Вагоноремонтні машини та обладнання» (ВРМО) вивчає призначення, будову, принцип дії, умови та правила експлуатації, сферу застосування, а також методи

розрахунку необхідної кількості вагоноремонтних машин і/або обладнання для підрозділів вагонного та пасажирського господарств.

Технологічна оснастка — це сукупність пристосувань для встановлення і закріплення заготовок та інструментів, виконання складальних операцій, транспортування заготовок, деталей або виробів. До технологічної оснастки відноситься різальний інструмент, пристосування, вимірювальні засоби та ін.

Технологічне обладнання — це машини, апарати й установки, які застосовуються при технологічному процесі технічного обслуговування та ремонту вагонів, управління в яких здійснюється за допомогою систем автоматики.

Машина — це пристрій, що виконує механічні рухи для перетворення енергії, матеріалів або інформації.

Привод — це енергосиловий пристрій, що приводить у рух машину або механізм. Привод включає до себе джерело енергії, що передає механізм і апаратуру управління. Використовуються також механізми з ручним приводом.

Двигун — це енергосилова машина, що перетворює будь-який вид енергії в механічну роботу. Залежно від типу двигуна робота може бути отримана від обертового ротора, зворотно поступального руху поршня або реактивного апарата. Двигуни запускають у хід робочі машини, технологічне обладнання, підйомні, транспортні й підйомно-транспортні засоби.

Стандартне технологічне обладнання — це засоби технологічного оснащення (технологічне обладнання виготовлено серійно на спеціалізованих машинобудівних підприємствах за технічною документацією, яка розроблена спеціалізованими науково-дослідними й проектними організаціями). На таке обладнання є технічні умови й стандарти, відомчі або державні, затверджені державними організаціями зі стандартизації, сертифікації й метрології.

Нестандартизоване обладнання широко використовується на підприємствах для ремонту й технічного обслуговування вагонів, як правило, таке обладнання виготовляють власними силами вагоноремонтних підприємств. Ці підприємства не призначені для виробництва складних, високоточних і надійних машин, тому що не мають необхідного обладнання, кадрів,

відпрацьованих технологій виготовлення машин, тому й технічна документація на виготовлення нестандартного обладнання розробляється для технічної бази вагоноремонтних підприємств.

На практиці часто використовують також термін **«комплексне обладнання»** — комплекс (набір) обладнання, об'єднаний у технологічну лінію для ремонту складних об'єктів. Наприклад, кілька видів технологічного обладнання для виконання окремих операцій ремонту візків можуть бути об'єднані в потокову (не обов'язково в потоково-конвеєрну) лінію ремонту візків.

Технологічні комунікації — це технологічні зв'язки виробничого процесу ремонту або технічного обслуговування вагонів, що поєднують окремі технологічні процеси в єдину систему. До них належать рейкові колії 1520 мм (вужькоколіїні або кранові); автомобільні шляхи, доріжки для електрокарів і електронавантажувачів, транспортери (конвеєри) з приводом і без привода, однорейкові підвісні дороги, транспортні естакади, галереї й тунелі; трубопроводи технологічної води, пари, повітропроводи, вакуумопроводи, електрозварювальні лінії. Технологічні комунікації входять в інфраструктуру підприємств.

Підрозділами основного виробництва називають підрозділи, що виготовляють товарну продукцію.

Структура вагонних депо безцехова, тобто депо включає до свого складу виробничі дільниці. До складу виробничих дільниць можуть включатися відділення.

У структурі депо можуть бути виробничі майданчики, наприклад інспекторський, зберігання металобрухту, колісний парк.

У системі бухгалтерського обліку обладнання підприємства залежно від його вартості належить або до основних фондів, або до малоцінного інвентарю.

Строк служби обладнання і норми амортизаційних відрахувань встановлюють відповідно до нормативно-технічної документації.

ТЕМА 2. Класифікація обладнання вагоноремонтних підприємств

Система класифікації обладнання призначена, насамперед, для покращення сприйняття матеріалу в процесі вивчення дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання».

Спеціальної класифікації обладнання для ремонту і технічного обслуговування вагонів не існує. Філія «Проектно-конструкторське технологічне бюро інформаційних технологій» АТ «Укрзалізниця» формує каталоги й регламенти технологічного обладнання для підрозділів вагонного господарства, тобто поєднує у групи різнорідне обладнання основних виробничих дільниць [4]:

- вагоноскладальної;
- візкової;
- колісно-роlikової;
- КПА тощо.

Таке об'єднання в групи необхідне для вибору обладнання, особливо не стандартизованого, однак має істотний недолік при вивченні його будови, принципів проектування й функцій. На практиці багато видів обладнання, розробленого за певними принципами механіки, використовують у декількох технологічних процесах у різних підрозділах. У подібних випадках технічні характеристики обладнання відрізняються не принципово. Основними ознаками для даної класифікації прийняті призначення і спосіб виробництва обладнання.

Все обладнання поділяється на такі групи:

- підйомне, транспортне та підйомно-транспортне;
- технологічне.

У групу *«підйомного, транспортного та підйомно-транспортного обладнання»* входять:

– засоби піднімання (домкрати, талі, лебідки, підіймачі, елеватори та ін.);

– обладнання для транспортування вагонів, їх вузлів і деталей у процесі технічного обслуговування та ремонту (електрокари, автокари, конвеєри (вантажоведучий, роликівий, підвісний, візковий, стрічковий, пластинчастий, кроковий, крокуючий та ін.));

– вантажопідйомні крани (кран-балки, мостові, ліктеві, консольно-поворотні, козлові та ін.).

За способом розроблення та виготовлення технологічне обладнання поділяється на дві основні групи:

– *нестандартизоване* — розроблене та виготовлене підприємствами вагонного господарства;

– *стандартне* — розроблене спеціалізованими проектно-конструкторськими організаціями і виготовлене на спеціалізованих машинобудівних підприємствах.

У групу нестандартизованого технологічного обладнання входять:

– машини для очищення (миття) вагонів, їх вузлів і деталей;
– вагоноремонтні машини;
– преси для випрямлення знімних деформованих елементів кузова вагона;

– обладнання для операцій розбирання та збирання вагонів і їх вузлів у процесі ремонту.

Машини для очищення (миття) вагонів класифікуються:

– на машини для сухого очищення;
– машини водоструминного очищення (миття);
– машини для гідродинамічного очищення (миття);
– машини з обертовими щітками для зовнішнього миття пасажирських вагонів;

– обладнання теплового очищення (миття) бункерних вагонів для перевезення бітуму.

В основному для загального миття вузлів та деталей вагонів, іноді для знежирення у дільницях, відділеннях й ангарах вагоноремонтного підприємства (ВРП) широко використовуються струминні машини. Вони складають 80÷90 % усього мийного обладнання. Ці машини оснащені системою гідрантів (рамп), обладнаних струминними насадками (соплами).

Струминні машини бувають:

– тупиковими та прохідними;
– однокамерними та багатоканальними;
– одноструминними та двоструминними;
– із сушильними відсіками та без них;
– універсальними та спеціалізованими.

Як правило, майже у всіх струминних вагономийних машинах, які використовуються у дільницях, відділеннях й ангарах ВРП, застосовується замкнутий цикл використання мийного розчину та води для ополіскування. Очищення відбувається завдяки спеціальним пристроям для очищення стічних вод, а далі здійснюється доливанням деякої кількості чистої води з трубопроводу залежно від того, якою має бути концентрація мийного розчину.

Вагоноремонтні машини поділяються:

- на стаціонарні вагоноремонтні машини (в основному це комбіновані стенди);
- самохідні вагоноремонтні машини;
- машини для ремонту торцевих стін критих вагонів.

Преси для випрямлення знімних деформованих елементів вагона поділяються на такі види:

- преси для випрямлення знімних частин кузова;
- обладнання для випрямлення деформованого корпусу автозчепу.

Обладнання для операцій збирання і розбирання вагонів і їх вузлів:

- преси;
- підіймачі;
- кантувачі — пристрої, що дозволяють здійснити поворот технологічного вузла відносно однієї осі та зафіксувати його в поверненому положенні;
- позиціонери — пристрої, що дозволяють здійснювати повороти вузла одночасно або по черзі відносно декількох осей;
- обертачі — пристрої, що дозволяють повертати вироби зі швидкістю зварювання щодо нерухомої зварювальної дуги (накладення кільцевих зварних швів);
- гайковерти;
- маніпулятори.

Види стандартного обладнання:

- металорізальні верстати (універсальні та спеціальні);
- преси спеціальні;
- електрозварювальне та наплавлювальне обладнання;
- обладнання для обробки деревини;
- ковальське обладнання;

- компресори й вакуумні установки;
- обладнання для фарбування вагонів.

Універсальні металорізальні верстати діляться на такі види:

- токарно-гвинторізні;
- вертикально-свердлильні;
- горизонтально-фрезерні;
- поперечно-стругальні та ін.

ТЕМА 3. Продуктивність обладнання вагоноремонтних підприємств

Продуктивністю обладнання називається кількість продукції, що виготовляється (ремонтується) за одиницю часу на вагоноремонтному підприємстві. Для кількісної оцінки продуктивності обладнання необхідно обсяг випущеної продукції віднести до проміжку часу, за який вона була виготовлена.

Існує три види продуктивності обладнання [12]:

- технологічна;
- циклова;
- фактична.

Під технологічною продуктивністю розуміють продуктивність обладнання, що обчислена без обліку витрат часу на допоміжні (холості) ходи:

$$Q_T = \frac{1}{t_p}, \quad (3.1)$$

де t_p – тривалість робочого ходу, год.

Технологічна продуктивність характеризує прийняті методи та вибрані режими обробки деталей вагонів (виробів). Її підвищення досягається інтенсифікацією режимів і застосуванням сучасних технологій.

В обладнанні дискретної дії мають місце паузи для завантаження і розвантаження, затискання і розтискання деталей, підведення і відведення інструменту. Тут тривалість робочого

циклу обладнання включає час робочих t_p і допоміжних (холостих) t_x ходів:

$$t_u = t_p + t_x, \quad (3.2)$$

де t_p – час робочих ходів, год;

t_x – час холостих ходів, год.

Циклом роботи обладнання називається сукупність дій з обробки виробу, при яких він піддається змінюванню в певній послідовності до закінчення обробки.

Тривалість робочого циклу визначає циклову продуктивність:

$$Q_u = \frac{1}{(t_p + t_x)} = \frac{1}{t_u}. \quad (3.3)$$

Циклова продуктивність характеризує випуск продукції в одиницю часу на обладнанні дискретної дії за умови його безперебійної роботи.

Підставивши у вираз (3.3) значення тривалості робочого ходу з виразу (3.1), отримаємо

$$Q_u = \frac{Q_T}{\left[\frac{1}{(1 + Q_T t_x)} \right]} = \frac{Q_T}{\beta_n}, \quad (3.4)$$

де $\beta_n = \frac{1}{(1 + Q_T t_x)}$ – коефіцієнт продуктивності.

Коефіцієнт продуктивності характеризує ступінь безперервності протікання технологічного процесу. Чим він більше, тим вище конструктивна досконалість обладнання.

Для автоматичних і комплексно-механізованих ліній тривалість циклу більше, ніж цикл окремого верстата на час переміщення виробів від обладнання до обладнання:

$$Q_{цл} = \frac{1}{t_{ц} + t_n}, \quad (3.5)$$

де t_n – тривалість переміщення виробу від обладнання до обладнання, год.

При розрахунку циклової продуктивності автоматичної лінії значення тривалості циклу приймається для обладнання, що має найбільшу тривалість обробки.

На продуктивність обладнання значно впливає правильний вибір виконавчих пристроїв, їхня швидкодія. Тому циклову продуктивність необхідно обов'язково розраховувати на стадії проектування обладнання. Дана вимога збільшується тому, що технологічна й циклова продуктивності — це постійні величини.

У процесі експлуатації обладнання періоди безперебійної роботи чергуються із простоями, що викликаються заміною і регулюванням інструменту, підналагодженням механізмів, усуненням відмов обладнання й інструменту, перебоями в забезпеченні електроенергією, заготовками тощо. Перераховані витрати часу належать до позациклових витрат часу. З огляду на них визначають фактичну продуктивність:

$$Q_{ф} = \frac{1}{t_{ц} + t_{вц}}, \quad (3.6)$$

де $t_{вц}$ – позациклові витрати часу, що припадають на одну деталь вагона, год.

Позациклові витрати часу поділяють на власні й додаткові. До власних витрат належать простой через зміну і підналагодження інструменту, очікування оператора для налаштування, простой через несправності, відмови інструменту й обладнання. Ці витрати часу становлять приблизно 18 % фонду часу роботи обладнання, у тому числі простой через відмову силових головок – 1,7 %, транспортних засобів – 0,9 %, механізмів затискача й фіксації – 0,6 %.

Додаткові витрати часу викликаються зовнішніми причинами. До них належать витрати з організаційно-технічних причин (простої через відсутність заготовок й електроенергії, несвоєчасне обслуговування працівниками обладнання, зупинки для очищення від стружки тощо). Витрати часу з організаційних причин становлять приблизно 25 % фонду робочого часу обладнання.

Відношення фактичної продуктивності до циклової характеризує відносні витрати часу роботи обладнання й називається *коефіцієнтом використання обладнання*:

$$\eta_i = \frac{Q_\phi}{Q_\psi}, \quad (3.7)$$

Коефіцієнт використання залежить від надійності роботи обладнання, тому що власні позациклові витрати часу характеризують безвідмовність і ремонтпридатність. Чим нижче надійність обладнання, тим вище витрати продуктивності, тим більше різниця між фактичною і цикловою продуктивністю, тим більша кількість операторів для налаштування обладнання.

Створення надійного технологічного обладнання має велике значення для економіки. Тому дуже важливо ще на стадії їхнього проектування хоча б у першому наближенні оцінити показники надійності обладнання.

Поняття про величину фактичної продуктивності обладнання, виробничих дільниць і підприємств дозволяє цілеспрямовано проектувати окремі обладнання або системи обладнання.

Відповідно до поняття позациклових витрат часу можемо записати

$$t_{\psi\psi} = \frac{t_{n.m.}}{N_\psi}, \quad (3.8)$$

де $t_{n.m.}$ – сумарні річні простої обладнання, год;

N_ψ – річний випуск продукції, од.

З іншого боку, обсяг випуску продукції за рік можна визначити зі співвідношення

$$N_{\epsilon} = \frac{t_o}{t_u}, \quad (3.9)$$

де t_o – річна тривалість безвідмовної роботи обладнання, год,
тоді

$$t_{\epsilon u} = \frac{t_{n.m.} \cdot t_u}{t_o}. \quad (3.10)$$

Знаючи ймовірність безвідмовної роботи обладнання, величину його простою, можна визначити виходячи з імовірності відмови й річного номінального фонду робочого часу обладнання:

$$t_{n.m.} = pF_{e.ob.} = (1-p)F_{e.ob.}, \quad (3.11)$$

де p – імовірність безвідмовної роботи обладнання;
 $F_{e.ob.}$ – річний фонд робочого часу обладнання, год.

Аналогічно можна розрахувати й тривалість безвідмовної роботи обладнання:

$$t_o = pF_{e.ob.}. \quad (3.12)$$

Тоді тривалість позациклових витрат часу, що припадають на одну деталь вагона (виріб), можна обчислити за формулою

$$t_{\epsilon u} = \frac{(1-p)t_u}{p}. \quad (3.13)$$

Формули (3.7) і (3.13) дозволяють визначати фактичну продуктивність обладнання на стадії його проектування:

$$Q_{\phi} = \frac{P}{t_u} . \quad (3.14)$$

Фактичну й плановану (необхідну) продуктивність праці можна знайти за формулами:

$$Q_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{q_{\phi}} = \frac{60 \cdot F \cdot e_{об.}}{T}, \quad (3.15)$$

$$Q_n = \frac{N_n}{q_n} = \frac{60 \cdot F \cdot K_{м.а.п.}}{T \cdot K_{м.а.ф.}}, \quad (3.16)$$

де N_{ϕ} , N_n – фактичний і необхідний випуск продукції за рік, од.;
 q_{ϕ} , q_n – фактична і необхідна чисельність працівників, люд;
 T – трудомісткість виконання однієї операції, люд. хв;
 F – річний фонд робочого часу одного працівника, год;
 $K_{м.а.ф.}$ – фактичний рівень механізації й автоматизації виробництва для аналізованої операції;
 $K_{м.а.п.}$ – планований (необхідний) рівень механізації й автоматизації виробництва для аналізованої операції.

ТЕМА 4. Особливості використання обладнання у виробничому процесі ремонту й експлуатації вагонів

4.1 Особливості вибору потрібного обладнання для ВРП

Згідно зі стандартами єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ) вибір технологічного обладнання повинен виконуватися з урахуванням типу виробництва та його організаційної структури, виду виробу та програми його випуску (ремонт), характеру технологічного процесу, можливості групування операцій, можливості

застосування існуючого обладнання та стандартної оснастки, рівномірного завантаження обладнання, що є у наявності.

Вибір засобів контролю має бути заснований на забезпеченні заданих показників контролю й аналізі витрат на реалізацію процесу контролю у встановлений відрізок часу при заданій якості виробу [1, 2, 7, 11].

Встановлюються обов'язкові показники процесу контролю:

- точність вимірювання;
- достовірність контролю;
- трудомісткість контролю;
- вартість контролю.

Залежно від специфіки виробництва і видів об'єктів контролю допускається використовувати інші показники процесу контролю: обсяг, повнота, тривалість контролю та ін.

Спеціальне технологічне обладнання має проектуватися з найбільшим використанням стандартних деталей і складальних одиниць. При виготовленні нових деталей об'єктом обробки служить сортовий метал або інший матеріал, з якого роблять заготовки — кування, лиття, відрізання.

Вибір обладнання цеху (дільниці, відділення) має проводитися з урахуванням досвіду роботи передових вагоноремонтних підприємств. Потрібно застосовувати сучасне високопродуктивне обладнання.

Технологічне обладнання, що використовується на вагоноремонтних підприємствах, умовно можна розподілити на групи з урахуванням виконуваних робіт:

- діагностика та неруйнівний контроль;
- верстатне обладнання;
- зварювально-наплавлювальне обладнання;
- стенди для розбирання, комплектування та монтажу основних вузлів;
- вантажопідйомні засоби та обладнання;
- мийні машини;
- інше технологічне обладнання та оснастка (включаючи нестандартне).

Вибір, розрахунок кількості й розміщення обладнання на діючих підприємствах для технічного обслуговування й ремонту вагонів проводять:

– при необхідності заміни морально або фізично застарілого обладнання;

– освоєнні нових технологій з метою зниження собівартості ремонту або поліпшення показників якості відремонтованих вагонів;

– освоєнні деповського ремонту вагонів нових типів;

– для поліпшення умов праці й техніки безпеки.

Заміна обладнання може виконуватися з реконструкцією (перебудовою) депо або без неї.

У кожному разі вибір обладнання починається з перевірки діючих, переробки або розроблення нових технологічних процесів. Проектно-конструкторським бюро розроблені типові технологічні процеси на всі основні роботи, що виконуються у вагонних депо. Тому у випадках внесення змін у діючий місцевий технологічний процес варто перевірити відповідність змін вимогам типового технологічного процесу, а також вимогам діючої нормативно-технічної документації (інструкції й вказівок ЦВ і ЦЛ).

Основним документом для вибору обладнання є «Методичні вказівки з технічного оснащення виробничих підрозділів вагонного господарства з ремонту та експлуатації вантажних вагонів» [4]. Однак у даній роботі в більшості випадків не зазначені тип і модель обладнання. Перелік підйомно-транспортного обладнання приводиться в нормах технологічного проектування депо. Переліки технологічного нестандартизованого обладнання наводяться в каталогах ПКТБ ЦВ, переліки транспортного обладнання — у вказівках ЦВ.

Перелік технологічного стандартного обладнання, що рекомендується для підрозділів вагонного господарства, приведено у спеціальних каталогах або інструкціях ЦВ. У наведеній документації, особливо в каталогах, зазвичай не подаються повні технологічні характеристики обладнання. Такі характеристики вказуються в проектній документації, а для стандартного обладнання — у документації підприємства - виготовлювача.

У 90-х роках ХХ століття й у першому десятилітті ХХІ, у період переходу до ринкової економіки, ряд заново організованих і існуючих раніше, але не спеціалізованих на виготовленні

обладнання для вагонного господарства організацій і підприємств розробляють, виготовляють і рекламують обладнання для ремонту вагонів. У випадках придбання обладнання в таких постачальників варто попередньо вивчити технічну документацію на нього. Використання подібного обладнання має бути погоджено з ЦВ.

4.2 Методика розрахунку потрібної кількості обладнання

Визначення кількості необхідної оснастки й обладнання цехів (дільниць, відділень) вагоноремонтних підприємствах проводиться на основі розробленої технології та норм часу за операціями або іншими нормативними показниками, що характеризують його продуктивність [11, 12].

Вихідними даними для розрахунків є:

- річна програма випуску виробів цехом (дільницею, відділенням);

- нормативні показники (норма часу, добова або годинна продуктивність, трудовитрати, норма витрат матеріалів) на одиницю продукції по кожній операції, що виконується з використанням технологічного обладнання;

- дійсний річний фонд робочого часу обладнання;

- технологічний процес виготовлення або ремонту.

Для розрахунку необхідної кількості обладнання застосовують різні методи:

- за нормами витрат верстато-годин, агрегато-годин на ремонт вагона;

- за витратами людино-годин на один виріб (штучний час);

- за нормами витрат верстато-годин, агрегато-годин на обробку одиниці об'єму або ваги матеріалу на програму ремонту вагонів;

- за сумарними витратами часу на виконання однорідних робіт (наприклад електрозварювальних) на вагоні;

- за циклограмами використання підйомно-транспортного й транспортного обладнання;

- за розрахунками витрат води — вид і кількість насосів у мийних машинах;

– за розрахунками витрат стисненого повітря — тип і кількість компресорів; за кількістю рідини, що відсмоктується;
– за вказаною кількістю обладнання в нормативно-технічній документації.

Розрахункове значення « O » має бути округлене до цілого числа у більшу сторону.

До 2004 року в основному використовувався метод розрахунку кількості обладнання за нормами витрат верстатогодин і/або агрегатогодин на ремонт вагона.

Розрахункова кількість верстатів (агрегатів) i -го типу у загальному вигляді визначається за формулою

$$O_i = \frac{N_{\epsilon} \cdot C_a}{F_{e.об}}, \quad (4.1)$$

де N_{ϵ} – річна програма ремонту виробів, од.;

C_a – агрегатомісткість або верстатомісткість ремонту одиниці виробу;

$F_{e.об}$ – ефективний річний фонд робочого часу обладнання, год.

Величина $F_{e.об}$ розраховується за формулою

$$F_{e.об} = D \cdot m \cdot t \cdot \eta_i, \quad (4.2)$$

де D – розрахункова кількість робочих днів у році;

m – кількість змін за добу;

t – тривалість зміни, год;

η_i – коефіцієнт використання обладнання, $\eta_i < 1$.

Металорізальні верстати розподіляються за типами у такому співвідношенні:

- токарно-гвинторізні – 32 %;
- револьверні – 8 %;
- свердлильні – 21 %;
- фрезерні – 20 %;
- болтонарізні та гайконарізні – 10 %;
- інші – 9 %.

Особливість визначення спеціальних верстатів, наприклад колісотокарних, полягає у визначенні річної програми обробки колісних пар.

При визначенні річної програми роботи верстатів використовуються такі положення:

– в ремонт поступають всі колісні пари, що викочуються з-під вагонів, які поступили у деповський ремонт, та 30 % колісних пар з-під вагонів, яким виконувалося технічне обслуговування з відчепленням від составів;

– із загальної кількості колісних пар 10 % направляються на ВРЗ або ВКМ;

– обточують по колу кочення 35 % колісних пар.

Тоді кількість колісних пар, що ремонтуються у колісній дільниці, можна визначити за формулою

$$N_{кп} = 4 \cdot (N_{\epsilon} + N_{ПТО}) \cdot 0,9, \quad (4.3)$$

а річна програма колесотокарних верстатів $N_{кпвер} = 0,35 \cdot N_{кп}$.

Розрахункова кількість верстатів (агрегатів) i -го типу визначається:

– за нормою часу $T_{ум}$ на операцію [11]

$$O_i = \frac{N_{\epsilon} \cdot T_{ум}}{F_{е.об}}, \quad (4.4)$$

де $T_{ум}$ – штучний час на обробку виробу на даному типі обладнання, люд·год;

$F_{е.об}$ – ефективний річний фонд робочого часу обладнання при роботі в одну зміну, год;

– за продуктивністю обладнання

$$O_i = \frac{N_{\epsilon}}{B \cdot F}, \quad (4.5)$$

де B – кількість одиниць виробів, що ремонтуються за добу, од.;

F – річний фонд робочого часу обладнання в добах, год;
– за годинною продуктивністю обладнання

$$O_i = \frac{N_v}{W \cdot F_{e.ob} \cdot t}, \quad (4.6)$$

де W – годинна продуктивність обладнання, шт./год;

Розрахунок кількості верстатів за витратами верстато-годин на один виріб виконується за формулою

$$O_i = \frac{n_i \cdot J_i}{F_{e.ob}}, \quad (4.7)$$

де n_i – кількість виробів i -го виду, запланованих для ремонту протягом року на програму ремонту вагонів;

J_i – час ремонту (обробки) одного виробу.

За такою методикою можна розрахувати потрібну кількість колесотокарних, токарно-накочувальних, карусельних верстатів, фрезерних для обробки надресорних балок і бокових рам візків вантажних вагонів і іншого вузькоспеціалізованого обладнання, для якого в технічній документації заводу-виготовлювача зазначена продуктивність верстата або середні витрати часу на обробку одного виробу. Витрати верстато-годин і агрегато-годин (середній штучний час) на обробку одного виробу для деяких видів обладнання наводяться за технічними характеристиками підприємств-виготовлювачів обладнання.

Розрахунок кількості обладнання за нормами витрат верстато-годин і агрегато-годин на обробку одиниці об'єму або ваги матеріалу проводиться для заготівельних або обробних підрозділів вагоноремонтних підприємств: деревообробних, ковальських. Розрахунок виконується для кожного виду обладнання за формулою

$$O_i = \frac{Q_i \cdot a_{ij}}{F_{e.ob}}, \quad (4.8)$$

де Q_i – річні витрати i -го матеріалу (наприклад деревини) у прийнятих одиницях вимірювання;

a_{ij} – продуктивність i -го виду обладнання з обробки j -го матеріалу в годинах на одиницю вимірювання матеріалу.

Для орієнтовних розрахунків кількості деревообробних верстатів приймають для вантажних вагонів загальні витрати $a_{ij}=3,5\div 3,8$ верст.год на 1 м^3 , для пасажирських — $4,2\div 4,88$ верст.год на 1 м^3 .

Деревообробні верстати розподіляються за типами:

- круглопильні – 13 %;
- стрічкопильні – 12 %;
- стругальні чотиристоронні – 12 %;
- стругально-фугувальні – 10 %
- рейсмусові – 23 %;
- фрезерні – 10 %;
- токарні з копіром – 10 %
- інші – 10 %.

Кількість ковальського обладнання для відповідного відділення вагонного депо визначається за формулою

$$O_{ков} = \frac{Q_{ков}}{W_{ков} \cdot F_{е.об} \cdot \eta_o^{ков}}, \quad (4.9)$$

де $Q_{ков}$ – загальна річна потреба вагонного депо у куваннях, кг;

$W_{ков}$ – годинна продуктивність ковальського обладнання, кг/год;

$\eta_o^{ков}$ – коефіцієнт використання ковальського обладнання, $\eta_o^{ков} = 0,7 - 0,75$.

Для молотів з масою падаючих частин 0,15 т — $W_{ков} = 18$ кг/год; з масою 0,2 т — $W_{ков} = 32$ кг/год; з масою 0,35 т — $W_{ков} = 60$ кг/год. Для нагрівальних печей — $W_{ков} = 30$ кг/год. Для двовогневих горнів — $W_{ков} = 1$ кг/год.

Загальна річна потреба вагоноремонтного підприємства у куваннях (приведена до нової) визначається за формулою

$$Q_{ков} = k_{ков} \cdot \chi_{ков} \left(N_{в} \cdot q_{рем} + \frac{L_{пр} \cdot q_{ПТО}}{10} \right), \quad (4.10)$$

де $k_{ков}$ – коефіцієнт переведення ремонтного кування у нове, $k_{ков} = 0,225$;

$\chi_{ков}$ – коефіцієнт, що враховує витрати кування на виготовлення інструменту, пристосувань, господарські цілі, $\chi_{ков} = 1,12$;

$q_{рем}$ – витрати ремонтного кування на один приведений вагон при деповському ремонті: для вантажного вагона $q_{рем} = 34$ кг, для пасажирського вагона $q_{рем} = 100$ кг;

$L_{пр}$ – сумарний річний пробіг вагонів, що обслуговуються ПТО даного депо, млн ваг·км;

$q_{ПТО}$ – витрати ремонтного кування на технічне обслуговування вагонів на ПТО (на пробіг 1 млн ваг·км вантажного вагона — $q_{ПТО} = 16$ кг, пасажирського вагона — $q_{ПТО} = 24$ кг).

Ковальське обладнання розподіляється таким чином:

- молоти — 60 %;
- нагрівальні печі — 30 %;
- горни — 10 %.

Електрозварювальне обладнання вибирають відповідно до місцевих технологічних процесів ремонту й технічного обслуговування вагонів. Потреба в електрозварювальних апаратах визначається за формулою

$$O_{зв} = K_{зв} \frac{T_{зв} \cdot N_{в}}{F_{е.зв} \cdot \eta_{зв}}, \quad (4.11)$$

де $K_{зв}$ – коефіцієнт, що враховує роботи, які виконуються для пунктів технічного обслуговування вагонів, $K_{зв} = 1,25 \div 1,30$;

$T_{зв}$ – сумарний час, що витрачається на зварювальні роботи на одному вагоні, який ремонтується;

$F_{е.зв}$ – ефективний річний фонд робочого часу електрозварювального апарата (поста);

$\eta_{зв}$ – коефіцієнт використання зварювальних апаратів в часі

($\eta_{зв}=0,7\div 0,8$ – при ручному зварюванні; $\eta_{зв}=0,9\div 0,95$ – при автоматичному зварюванні).

Сумарний час

$$T_{зв} = \alpha_{зв} \cdot \beta_{зв} \frac{\rho \cdot V_{нап}}{I_{зв} \cdot \eta_{нап}}, \quad (4.12)$$

де $\alpha_{зв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати часу на допоміжні операції, обслуговування робочого місця та перерви в роботі (при ручному та напівавтоматичному зварюванні $\alpha_{зв} = 1,3$, при автоматичному $\alpha_{зв} = 1,2$);

$\beta_{зв}$ – коефіцієнт, що враховує положення шва при зварюванні, $\beta_{зв} = 1,2$;

ρ – густина наплавленого металу, $\rho=7,8$ г/см³;

$V_{нап}$ – об'єм наплавленого металу, см³ ($V_{нап}=800$ см³ – для одного вантажного та $V_{нап}=1200$ см³ – для пасажирського вагона);

$I_{зв}$ – зварювальний струм, дорівнює 180 - 240 А;

$\eta_{нап}$ – коефіцієнт наплавлення, г/А·год (приймають при ручному зварюванні $\eta_{нап}=7,7\div 8,2$, напівавтоматичному $\eta_{нап}=12\div 14$ та автоматичному $\eta_{нап}=13\div 16$ г/А·год).

За витратами електродів в кілограмах на один вагон, що ремонтується, розрахунок необхідної кількості електрозварювальних апаратів для ручного дугового зварювання проводиться за такою формулою:

$$A_{зв} = \frac{\sum N_e \cdot a \cdot 1000}{I_{зв} \cdot \eta_{нап} \cdot \eta_e \cdot F_d \cdot t}, \quad (4.13)$$

де $\sum N_e$ – річна програма ремонту вагонів, ваг;

a – норма витрат електродів на один вагон, що ремонтується, кг;

η_e – коефіцієнт використання зварювального поста, $\eta_e = 0,4$;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи поста, год;

t – кількість змін роботи поста за добу.

Кількість постів для автоматичного зварювання та наплавлення визначається за формулою

$$A_a = \frac{S_n \cdot n}{S_o \cdot f_i \cdot \eta_v}, \quad (4.14)$$

де S_n – загальна площа поверхні наплавлення на даному виробі, см²;

n – кількість шарів наплавлення;

S_o – площа, що наплавляється за 1 год, см²/год;

η_v – коефіцієнт використання зварювальної установки,
 $\eta_v = 0,5 \div 0,7$;

$$f_i = v_{nn} \cdot t, \quad (4.15)$$

де v_{nn} – швидкість наплавлення, що обчислюється за формулою

$$v_{nn} = \frac{v_{nd} \cdot S_{el}}{S_{nn}}, \quad (4.16)$$

де v_{nd} – швидкість подачі електродного дроту, м/год;

S_{el} – площа поперечного перерізу дроту, мм²;

S_{nn} – площа наплавленого валика, мм²;

t – крок наплавлення, $t = 0,3 \div 0,6$ см.

Кількість шарів наплавлення можна знайти так:

$$n = \frac{H}{h}, \quad (4.17)$$

де H – необхідна товщина шару наплавлення;

h – товщина одного шару наплавлення.

Вибір підйомно-транспортного й транспортного обладнання виконують відповідно до норм технічного проектування депо [5]. Розрахунок кількості обладнання зручно виконувати графічним способом за циклограмами.

Циклограма являє собою лінійний графік використання обладнання, наприклад вантажопідйомного крана у часі. На графіку (у формі таблиці) кількість рядків відповідає кількості видів операцій, що виконуються за допомогою крана. Кількість колонок відповідає кількості годин робочої зміни. На графіку послідовно відкладають час виконання операцій, наприклад у вагоноскладальній дільниці на розбирання вагонів, транспортування частин вагонів у ремонтні дільниці і назад, збирання вагонів. Сумарний час виконання операцій за зміну повинен бути менше дійсного фонду робочого часу крана за зміну [3]

$$\sum t_o < F_{об}, \quad (4.18)$$

де $\sum t_o$ – сумарний час операцій, що виконуються за допомогою обладнання.

Якщо умова (4.18) з розрахунку не виконується, тоді виникає питання про зміну організації процесу, у тому числі технологічного процесу роботи дільниці. Можливе встановлення двох кранів із частковим використанням одного з них.

Потреба у мостових кранах вантажопідйомністю 10 т визначається за довжиною обслуговування ними зон. Один кран приймається на зону 60 - 70 м.

У дільниці ремонту колісних пар слід приймати мостові однобалкові крани з електроталем (кран-балки) вантажопідйомністю 5 т.

У контрольному пункті автозчепу, у відділенні для ремонту люків та торцевих дверей піввагонів та інших відділеннях ремонтно-комплектувальної дільниці вагонного депо застосовуються електричні, однобалкові крани вантажопідйомністю 1 т, у відділенні ремонту редукторів від середньої частини осі - такі самі крани, але вантажопідйомністю 2 т. У слюсарно-механічному відділенні пропонується застосовувати однобалкові крани вантажопідйомністю 0,5÷1,0 т, а в електродільниці депо з ремонту пасажирських вагонів — підвісні однобалкові крани вантажопідйомністю 0,5÷1,0 т.

Кількість конвеєрів для вагонів та їх вузлів, що ремонтуються, з човниковим переміщенням та автоматичним управлінням встановлюється за розрахунковою кількістю потокових ліній для визначеної ділянки депо.

Найбільш розповсюдженим видом внутрішньодеповського транспорту є електрокари та автокари.

Потрібна кількість електрокарів (автокарів) для внутрішньодеповського транспорту розраховується за формулою

$$n_{mp} = \frac{k_{нер} \cdot Q_{mp} \cdot T_{ц}}{60 \cdot q_{mp} \cdot \eta_{в} \cdot k_{вн} \cdot F_{ео}^{mp} \cdot m}, \quad (4.19)$$

де $K_{нер}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність перевезень, $K_{нер} = 1,15 \div 1,20$;

Q_{mp} – річний вантажообіг внутрішньодеповського транспорту, т;

$T_{ц}$ – тривалість одного транспортного циклу, хв;

q_{mp} – вантажопідйомність електрокара (автокара), приймається рівною $1,0 \div 2,0$ т;

$\eta_{в}$ – коефіцієнт використання електрокара (автокара) у часі, $\eta_{в} = 0,65$;

$K_{вн}$ – коефіцієнт використання електрокара (автокара) за вантажопідйомністю, $K_{вн} = 0,7$;

$F_{ео}^{mp}$ – ефективний річний фонд робочого часу однієї транспортної одиниці;

m – кількість змін роботи обладнання, $m = 1$.

Тривалість транспортного циклу розраховують таким чином:

$$T_{ц} = 2 \left(t_{нав} + t_{розв} + \frac{l_{ср}}{v_{ср}} \right), \quad (4.20)$$

де 2 – показник переміщення вантажу у прямому та зворотному напрямках;

$t_{нав} + t_{розв} = 5$ хв – час на навантаження, причеплення, розчеплення, розвантаження та маневрування;

l_{cp} – середня розрахункова довжина шляху, м (для електрокара – $l_{cp} = 350$ м; для автокара – $l_{cp} = 430$ м);

v_{cp} – середня розрахункова швидкість руху електрокара та автокара, $v_{cp} = 100$ м/хв.

Для складських робіт необхідно передбачити електронавантажувач, електроштабелер або автотягач з причіпним візком.

Розрахований таким чином за запропонованими формулами, а також прийнятий за технологічним процесом без розрахунку [4, 5] перелік засобів механізації та автоматизації потрібно звести за формою згідно з таблицею 4.1, а також графічно зобразити цех, дільницю або відділення, для якого проводилися розрахунки.

У зв'язку з поділом депо на експлуатаційні і ремонтні може виникнути необхідність роздільного розрахунку потреби в стисненому повітрі й кількості компресорів для кожного із цих депо.

Методика розрахунку потреби в стисненому повітрі для ПТО приводиться в навчальних посібниках [2]. До поділу депо на ремонтні й експлуатаційні витрати повітря на плановий ремонт вагонів у депо визначалися приблизно в розмірі 30 % потреби на технічне обслуговування вагонів у поїздах.

У ремонтних депо добову витрату повітря на заряджання й випробування гальм відремонтованих вагонів можна розрахувати за формулою

$$V_o = \frac{2 \cdot n_c \cdot m \cdot V_t}{p_z \cdot p_o} + \frac{p_g - p_c}{p_o}, \quad (4.21)$$

де 2 – коефіцієнт кратності випробування гальм;

n_c – кількість вагонів, які ремонтуються протягом зміни;

m – кількість змін за добу;

V_t – об'єм гальмової магістралі вагона, м³;

p_o – атмосферний тиск, $p_o = 0,1$ МПа;

p_z – зарядний тиск, МПа;

p_c – тиск у гальмовій магістралі загальмованого вагона, МПа.

Витрати повітря на інші потреби ремонтного депо визначають за нормами технологічного проектування депо.

Продуктивність компресора обчислюється за найбільшою сумарною витратою повітря

$$Q = \frac{1,2 \cdot \sum V}{n_o}, \quad (4.21)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність витрати повітря;

$\sum V$ – сумарна розрахункова витрата повітря, м³;

n_o – об'ємний коефіцієнт корисної дії компресора, $n_o = 0,8-0,9$.

Тип компресора вибирають за розрахунковою продуктивністю.

Таблиця 4.1 — Обладнання цеху (дільниці, відділення)

Цех, (дільниця, відділення) ВРП	Найменування обладнання	Коротка характеристика, тип, марка, виробник	Кількість	
			розрахункова, од.	прийнята, од.

ТЕМА 5. Розміщення обладнання у виробничих підрозділах вагонного й пасажирського господарства для ремонту і технічного обслуговування вагонів

5.1 Основні способи розміщення обладнання

Метою планування цеху, дільниці або відділення є таке взаємне розміщення технологічного обладнання, яке дозволить

забезпечити згладжений виробничий потік у депо або вагоноремонтному заводі. У будь-якому разі при прийнятті рішень про оптимальне розміщення обладнання варто враховувати такі вихідні гіпотези:

- конкретну мету й відповідні критерії, що використовуються для оцінки проекту. Основними критеріями, що враховуються при розміщенні обладнання, є розміри виробничих площ і відстані, які необхідно переборювати між різними виробничими елементами;

- попит приватних компаній, які мають власний парк вагонів та інших ВРП АТ «Укрзалізниця», які не ремонтують у себе на підприємстві деякі деталі та вузли вагонів;

- вимоги до проведення процесу, що враховують кількість операцій та обсяги матеріальних потоків між окремими елементами в схемі розміщення обладнання;

- просторові вимоги при розміщенні обладнання у цехах, дільницях чи відділеннях депо або вагоноремонтного заводу;

- просторову доступність у межах самої споруди депо чи вагоноремонтного заводу або, якщо це нова споруда, то можливі будівельні й архітектурні схеми (форми).

Всі ці пункти фактично є вихідними, як при плануванні розміщення виробничих потужностей, так і при виборі виробничого процесу [1, 6, 7].

При розробленні схеми розміщення обладнання акцент робиться на кількісних методах ремонту вагонів. Організація підрозділів у виробничі цехи (дільниці і відділення) й відповідне розміщення обладнання визначаються основними характеристиками виробничого потоку. Існують такі основні способи розміщення обладнання й організації робочих місць розміщення:

- за технологічним принципом;

- за принципом виготовлення певної номенклатури виробів (предметний принцип);

- за принципом групової технології, або формування технологічних комірок (комбінований спосіб);

- за принципом обслуговування нерухомого об'єкта.

Розміщення обладнання за технологічним принципом (його також називають *розміщенням за функціональним*

принципом або *розміщенням виробництва, що працює за замовленнями*) — це такий спосіб розміщення, при якому однакове обладнання або однорідні технологічні операції групуються разом, наприклад всі токарні верстати розташовують в одному місці, а всі штампувальні преси — в іншому. Оброблювана деталь переміщується відповідно до послідовності операцій з одного місця на інше, де для кожної операції розташоване відповідне обладнання.

Розміщення обладнання за предметним принципом (його також називають *розміщенням обладнання по ходу матеріального потоку*) — це такий спосіб розміщення обладнання, при якому обладнання або виробничі процеси вибудовуються по ходу технологічних операцій, через які виріб послідовно проходить при виготовленні або ремонті. Іншими словами, траєкторія руху кожної деталі являє собою пряму лінію. Виробничі лінії з ремонту корпусів автозчепів, тріангелів, кришок люків тощо — все це приклади розміщення обладнання й організації робіт із предметного принципу.

Розміщення обладнання за принципом групової технології (формування технологічних комірок) допускає групування різного обладнання в робочі центри, або технологічні комірки, для обробки виробів, що мають однакові або подібні способи й вимоги до обробки. Розміщення обладнання за принципом групової технології, з одного боку, аналогічно розміщенню обладнання за технологічним принципом, відповідно до якого створюються комірки для виконання певного набору технологічних операцій, а з іншого — нагадує розміщення за предметним принципом, оскільки деякі дільниці й відділення спеціалізуються на випуску певних виробів. *Групова технологія* також вимагає, щоб для всіх компонентів виробу була проведена технологічна класифікація й установлені відповідні коди, які потім використовують для визначення типів обладнання, що входить у технологічні комірки.

Розміщення обладнання за принципом обслуговування нерухомого об'єкта реалізується у випадку, якщо виріб (через великі габарити або масу) протягом усього технологічного процесу залишається на одному місці. Виробниче обладнання підвозиться до виробу, а не навпаки.

Багато виробничих об'єктів у цілому являють собою комбінацію різних видів розміщення обладнання й організації процесу. Наприклад, роботу одного цеху можна організувати на основі технологічного принципу, а іншого — на основі предметного. Звичайно робота всього вагоноремонтного депо чи заводу організовується за предметним принципом (ремонт або виготовлення основних вузлів, проміжне збирання, лінія остаточного збирання), але кожна виробнича стадія реалізується за технологічним принципом або за предметним, наприклад, у складальному цеху або дільниці вагоноремонтного підприємства. Аналогічно організація робіт на основі групової технології часто зустрічається на дільницях, які самі є елементами широко застосовуваної на даному заводі організації виробництва за предметним принципом.

5.2 Розроблення схем плану розташування обладнання основної системи

При розробленні плану розміщення всього обладнання потрібно визначити загальну площу цеху, дільниці чи відділення (площу основної і допоміжної систем) і скласти компоувальну схему цеху, дільниці чи відділення вагоноремонтного підприємства.

При попередньому пропрацюванні останню виробничу площу $S_{вир}$ визначають за показником питомої $S_{вир}^{nut}$ площі, що доводиться на один основний верстат:

$$S_{вир} = S_{вир}^{nut} \cdot C_{вир}, \quad (5.1)$$

де $S_{вир}^{nut}$ — питома площа, яка залежить від габаритів верстатів і засобів міжопераційного транспортування (конвеєрів);

$C_{вир}$ — прийнята кількість верстатів основної системи.

Показники питомої площі наведені в підпункту 5.3 цієї теми у відповідних таблицях.

З урахуванням допоміжних відділень і магістральних проїздів загальну площу збільшують на 35÷40 %.

Задавшись шириною прогону, кроком колон, кількістю прогонів, знаходять габаритні розміри цеху. Ширину прогону вибирають з уніфікованого ряду, найчастіше 18 або 24 м, з урахуванням можливості розміщення кратної кількості рядів обладнання.

При формуванні цехів, дільниць або відділень побудованих за технологічним принципом, бажану кількість основного обладнання на них необхідно приймати з урахуванням повного ремонту або виготовлення одного чи декількох виробів у цеху, дільниці або відділенні. При технологічному принципі формування прагнуть будувати рівновеликі (за кількістю основного обладнання) цехи, дільниці або відділення, створюючи в ряді випадків цехи, дільниці або відділення з двома й більше різними типами верстатів, наприклад, фрезерно-свердлильне, токарно-розточувальне відділення тощо [4].

Більш складним є формування цехів, дільниць або відділень, побудованих за предметним принципом. У цьому випадку підбирають групи виробів з метою створення рівновеликих цехів, дільниць або відділень, тоді

$$C_y(1 \pm 0,1) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{N_i \sum_{j=1}^{F_i} t_{um\ ij}}{F_{e.об} \cdot 60}, \quad (5.2)$$

де n – кількість груп виробів, що закріплюються за цехом, дільницею або відділенням;

m – кількість найменувань виробів у k -й групі;

N_i – річний обсяг випуску i -го виробу;

F_i – кількість операцій виготовлення i -го виробу;

$t_{um\ ij}$ – штучно-калькуляційний час j -ї операції виготовлення i -го виробу.

Після того як буде розподілена номенклатура виготовлених виробів за цехом, дільницею або відділенням і визначені склад і кількість основного обладнання, тільки тоді переходять до побудови схеми розташування технологічного обладнання у цеху, дільниці або відділенні.

Схема розміщення основного й допоміжного обладнання на площах цеху, дільниці або відділення називається топологією виробництва — важливий етап проектування нового й реконструкції існуючого вагоноремонтного виробництва. На цьому етапі відбувається формування системи матеріальних зв'язків, на базі яких надалі проектують інформаційні й енергетичні потоки.

При плануванні обладнання використовують темплете. *Темплете* (англ. Template – «шаблон, лекало, модель») в техніці — плоска масштабна модель обладнання, що виготовляється за допомогою фотомодельного проектування або інших способів копіювання. Матеріал темплете — папір (можливий із клейовою підкладкою) або прозора плівка. При плануванні показують умовними позначками робітника біля верстата, місця для заготовок, інструментальні тумбочки тощо. У ході планування все це розміщують відповідно до прийнятої організаційної форми механічної обробки на компоновальному плані цеху, дільниці або відділення, закріплюючи їх тим або іншим способом.

Планування обладнання можна здійснювати з використанням ЕОМ, маючи заздалегідь необхідне програмне забезпечення.

Розміщення обладнання цехів зі складними транспортними системами (підвісні й підлогові конвеєри, монорейкові колії, автоматичні транспортні засоби й склади) можливе методом об'ємного макетування, коли застосовують об'ємні моделі обладнання у певному масштабі. Об'ємне макетування дає кращу наочність і, як результат, можливість виключення помилок планування в порівнянні з темплетним способом. Розташування верстатів у цеху, дільниці або відділенні залежить від організаційної форми обробки, кількості верстатів, засобів міжопераційного транспорту й способу видалення стружки від місць її утворення.

Щодо транспортного засобу або цехового проїзду можливо поздовжнє, поперечне, кутове й кільцеве розміщення верстатів (рисунок 5.1).

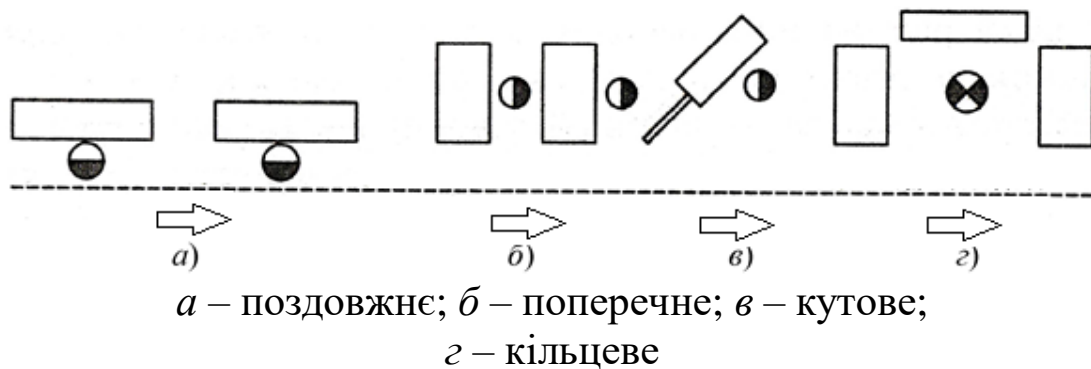


Рисунок 5.1 — Варіанти розміщення верстатів щодо транспортних засобів

Фронтальне (поздовжнє) розташування верстатів створює сприятливі умови для механізації й автоматизації засобів міжопераційного транспортування та обслуговування робочих місць. Поперечне розміщення обладнання погіршує умови для обслуговування оператором за рахунок великого видалення зони завантаження-вивантаження верстата від засобів транспортування. Розташування верстатів під кутом характерно для верстатів, що мають велику довжину (поздовжньо-фрезерні й поздовжньо-стругальні, протяжні автомати й напівавтомати). При такому розміщенні більш раціонально використовується площа цеху, дільниці або відділення. Кільцеве розташування створює кращі умови для багатOVERстатного обслуговування. При розміщенні технологічного обладнання повинні бути дотримані норми технологічного проектування, що регламентують ширину проходів і проїздів між рядами верстатів, відстані як між верстатами, так і від верстатів до стін і колон будинку. Різні варіанти розташування верстатів зображені на рисунку 5.2.

У таблиці 5.1 відповідно до рисунку 5.2 наведено відстані: *a* – між проїздом і верстатами, розташованими фронтально; *б* – між проїздом і бічною стороною верстата; *в* – між проїздом і тильною стороною верстата; *з* – між верстатами, встановленими в «потилицю»; *д* – між верстатами, встановленими тильними сторонами; *е* – між верстатами, встановленими бічними сторонами; *ж* – між верстатами, встановленими фронтально при обслуговуванні одним оператором одного верстата; *з* – між верстатами, встановленими фронтально при обслуговуванні одним оператором двох верстатів; *і*, *к* – між верстатами при

П-подібному розташуванні трьох верстатів, що обслуговуються одним оператором; l , l_1 – від стін і колон до верстата, розташованого фронтально; m – від колон і стін до верстата, розташованого тильною стороною; k – від колон і стін до верстата, розташованого бічною стороною [5].

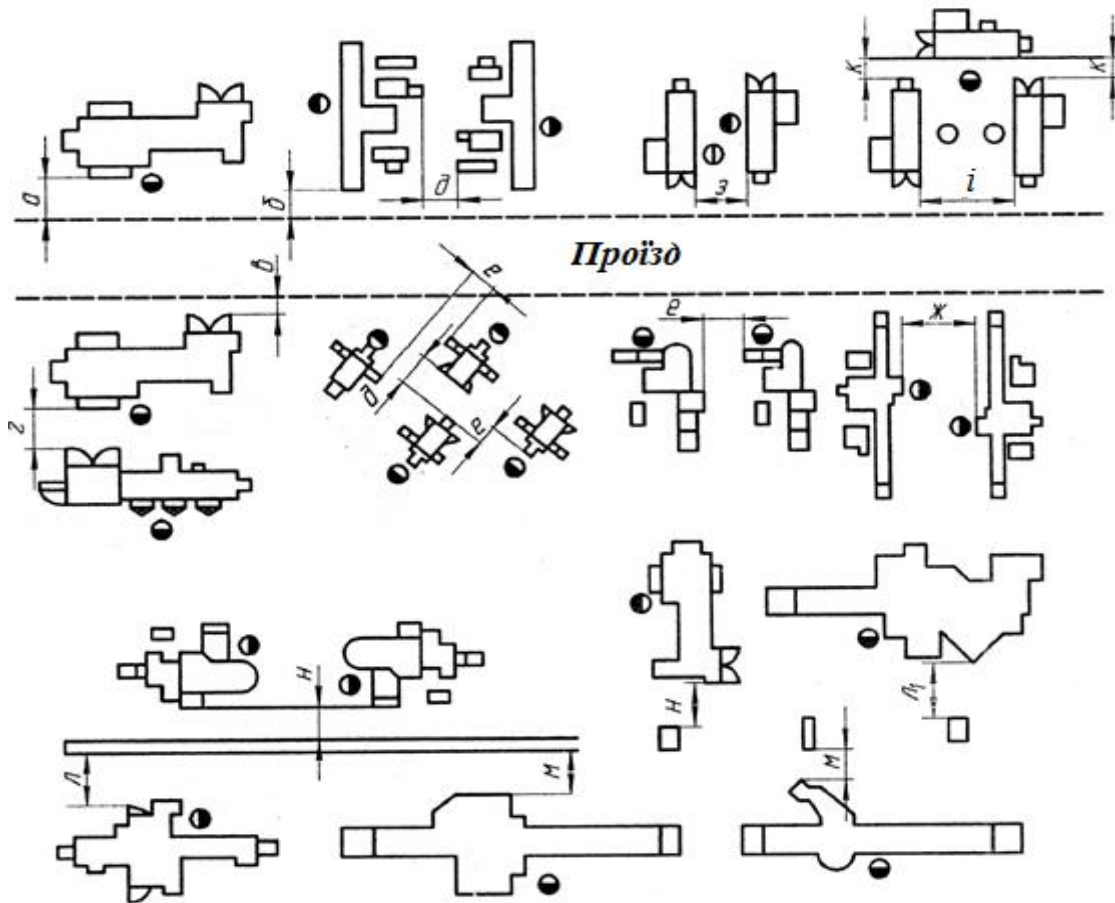


Рисунок 5.2 — Схеми розміщення верстатів

У таблиці 5.1 відстані включають крайні положення частин, що рухаються, дверцят, які відкриваються, і постійних огорож. Норми відстаней між верстатами з різними габаритними розмірами вибирають за більшим із цих верстатів. При обслуговуванні верстатів підвісними транспортними засобами відстані від стін і колон до верстатів приймають з урахуванням можливості їхнього обслуговування підвісним транспортом.

При розташуванні каналу для транспортування стружки між тильними сторонами двох рядів верстатів, установлених на загальній фундаментальній плиті, відстань між ними приймається при транспортуванні дробленої стружки (d), крученої стружки ($d + 0,4$ м).

Планування поточкових ліній має свої особливості. Верстати встановлюються по ходу технологічного процесу, передбачають необхідні запаси сировини й місця для зберігання запасів сировини. При проектуванні багатопредметних поточкових ліній варто уникати включення до лінії деталей зі зворотним рухом.

Таблиця 5.1 — Норми, що використовуються для відстаней верстатів (проїзду між ними, до стін і колон будівлі чи споруди)

Відстань	Найбільший габаритний розмір верстата в плані, не більше, мм		
	1800	4000	8000
Від проїзду до:			
фронтальної сторони верстата (<i>a</i>)	1600/1000		2000/1000
бічної сторони верстата (<i>b</i>)	500		700/500
тильної сторони верстата (<i>a</i>)	500		500
Між верстатами при розташуванні їх:			
«у потилицю» (<i>z</i>)	1700/1400	2600/1600	2600/1800
тильними сторонами один до одного (<i>d</i>)	700	800	1000
бічними сторонами один до одного (<i>e</i>)	900		1300/1200
Фронтальними сторонами один до одного й при обслуговуванні одним робітником:			
одного верстата (<i>ж</i>)	2100/1900	2500/2300	2600
двох верстатів (<i>в</i>)	1700/1400	1700/1600	-
за кільцевою схемою (<i>i</i>)	2500/1400	2500/1600	-
Від стін, колон до:			
фронтальної сторони верстата (<i>л, л₁</i>)	1600/1300		1600/1500
бічної сторони верстата (<i>н</i>)	1300	1300/1500	1500
тильної сторони верстата (<i>м</i>)	700	800	900
<p><i>Примітка</i> – відстань між верстатами <i>к</i> при розміщенні їх за кільцевою схемою приймається не менше 700 мм. Відстань до бічної сторони верстатів <i>н</i> встановлено 1200/900. У знаменнику наведені норми відстаней для цехів крупносерійного й масового виробництва, коли вони відрізняються від відповідних норм для умов одиничного, дрібносерійного й середньосерійного виробництва. Для верстатів, установлених на індивідуальні фундаменти, відстань між фундаментами повинна бути не менше: при транспортуванні дробленої стружки — 800 мм; крученої стружки — 1000 мм</p>			

На рисунку 5.3 наведено найпоширеніші варіанти планувань потокових ліній.

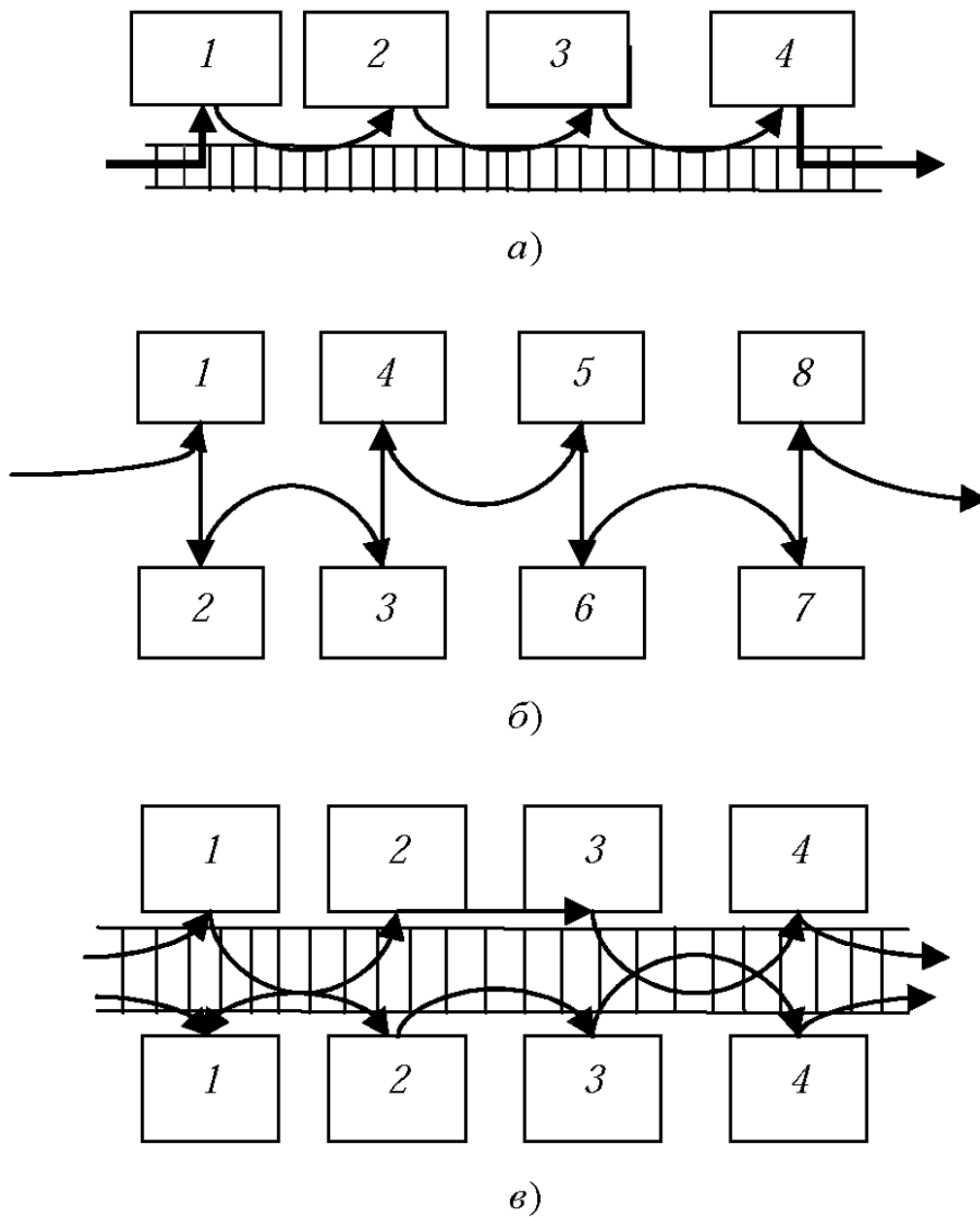


Рисунок 5.3 — Розташування верстатів у потоковій лінії (цифри позначають порядковий номер верстата)

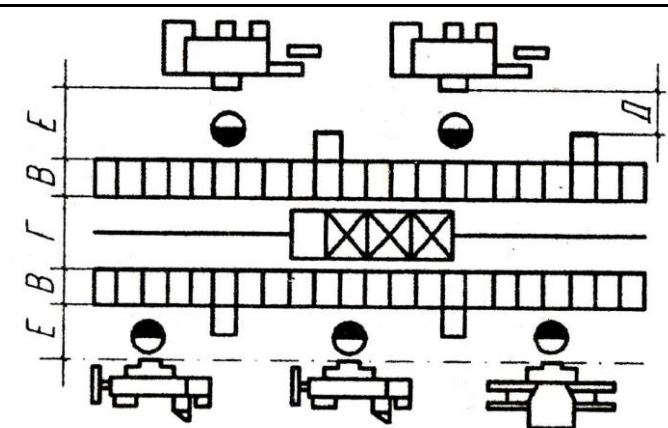
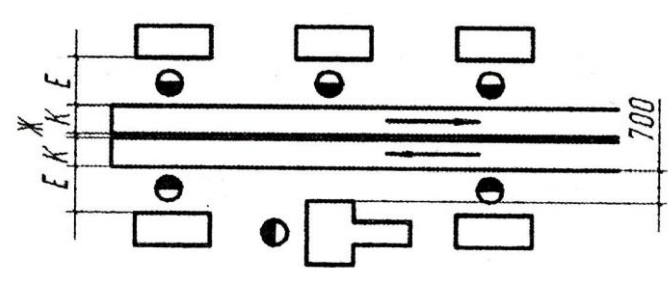
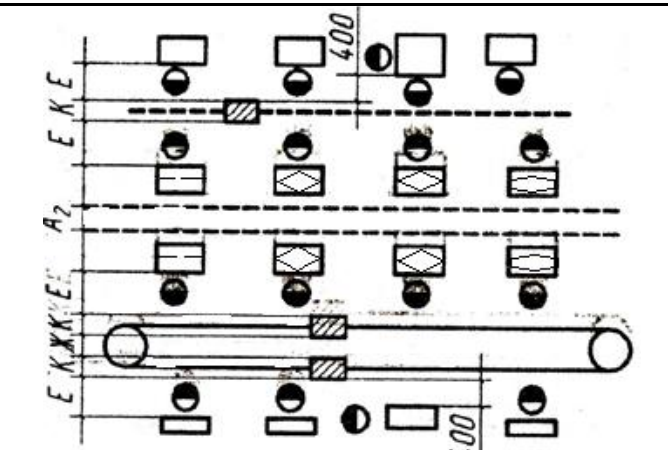
У варіанті (а) на рисунку 5.3 верстати розташовані в порядку послідовності операцій, передача напівфабрикату здійснюється за допомогою конвеєрів. При обробці важких деталей кожний верстат обслуговується поворотним краном або електротельфером на монорейці. У другому варіанті (б) верстати також розміщені в порядку операцій, але у два ряди. Обидва ряди працюють самостійно. Верстати обслуговуються подвійним рольгангом, а іноді й потрійним. Середній рольганг служить для передачі деталей в обхід будь-якої операції. Замість рольгангів можна використовувати пластинчасті або підвісні конвеєри. Таке планування приймають тоді, коли для кожної операції потрібно не один, а два верстати. У цьому випадку будуть дві паралельні лінії для обробки однакової деталі. Подібне планування можна використовувати й при обробці різних деталей на кожному з потоків.

Третій варіант (в) приймають при значній (більше 40...50 м) довжині потокової лінії. Верстати встановлюють у два ряди, а деталі переходять з одного ряду до іншого. Якщо здвоювання обладнання не забезпечує необхідної довжини гілки потокової лінії, її виконують з окремих ділянок або роблять з поворотом таким чином, щоб вхід на лінію заготовок і вихід оброблених деталей були з різних сторін (Z-подібного планування).

У таблиці 5.2 наведені норми відстаней між обладнанням при використанні автоматизованих транспортних засобів, зокрема між верстатом і пересувною консольною секцією приймально-передавального стола D від верстата до оснащення або транспортного засобу E , між приймально-передавальними столами G і між транспортними засобами $Ж$.

Ширину K міжопераційного транспорту й ширину B приймально-передавальних столів стелажного обладнання приймають відповідно до габаритних розмірів оброблюваних заготовок. Ширина A – пішохідний прохід між тильними сторонами верстатів, убудованих в автоматизовані ділянки, має бути 1,6 м.

Таблиця 5.2 — Норми відстаней при застосуванні автоматизованого транспорту

Транспорт	Д	Е	Г	Ж	Ескіз
Автоматизована підлогова транспортна система	0,4	1,07	0,9	-	
Роликовий або пластинчастий конвеєр	-	0,9	-	Не менше 0,1	
Підвісний конвеєр	-	0,9	-	Не менше 0,3	

5.3 Етапи роботи й норми з розміщення обладнання у вагоноремонтних підприємствах

Перший етап роботи з розміщення обладнання — перевірка відповідності розміщення виробничої ділянки, де передбачається розташувати обладнання, нормам технічного проектування депо для ремонту вагонів [3]. Варто перевірити відповідність нормам розмірів і площі приміщення, а також

відповідність розміщення дільниці на плані головного виробничого корпусу депо вимогам норм проектування.

Виробнича площа й розміри вагоноскладальної дільниці визначаються розрахунком площі інших виробничих дільниць і відділень за нормами технологічного проектування депо [3, 5].

Перевірочний розрахунок довжини вагоноскладальної дільниці для організації ремонту вагонів стаціонарним способом виконується за формулою [3]:

$$L = k \cdot n_{\Pi} + L_{\Pi} + L_{BT} + L_T, \quad (5.3)$$

де k – кількість паралельних ремонтних колій у приміщенні дільниці;

n_{Π} – загальна кількість ремонтних позицій;

L_{Π} – нормована довжина ремонтної позиції, м;

L_{BT} – відстань від торцевої стіни до приміщення до крайньої ремонтної позиції з боку викочування візків, м;

L_T – відстань від торцевої стіни до приміщення до крайньої ремонтної позиції з боку викочування візків з протилежного боку, м.

Загальна кількість ремонтних позицій визначається за формулою

$$n_{\Pi} = \frac{N_g}{D \cdot m}, \quad (5.4)$$

де N_g – річна програма ремонту вагонів (у фізичних одиницях);

D – кількість робочих днів на рік;

m – кількість змін за добу.

Відповідно до норм технологічного проектування депо приймають для напіввагонів, платформ і критих вагонів $L_{\Pi} = 16,7$ м, $L_{BT} = 6$ м, $L_T = 3$ м.

Відстань між осями колій має бути для двоколіїної дільниці 6-8 м, для триколіїної – 6-7 м. Відстань від осі колії до внутрішньої грані поздовжньої стіни — 4,5 м.

Основні виробничі дільниці розміщують у бокових прогонах з одного боку вагноскладальної дільниці (двопрогінний будинок) або по обидва боки (трипрогінний будинок).

Площу приміщень виробничих дільниць у бічних прогонах приймають відповідно до норм технологічного проектування депо. Норми приведені для вантажних депо виробничою потужністю (річною програмою) від 6 до 12 тисяч, пасажирських — від 1000 до 1500 вагонів. Норми площ приведені в таблиці 5.3 для програми ремонту вантажних вагонів від 6 до 10 тисяч у рік.

Таблиця 5.3 — Норми площі виробничих дільниць депо

Дільниці й відділення	Норма площі, м ² на річну програму ремонту вагонів			
	вантажні		пасажирські	
	6000-8000	8000-10000	1000-1200	1200-1500
Колісна	756	948	648	648
Роликових підшипників	288	324	288	288
Візкова	720	1440	1008	1008
Ремонт автозчепу:			за кооперацією	
– механічне відділення	432	432		
– ковальське відділення	180	216	150	180
Деревообробна	432	432	240	360
Ремонту бортів платформ	216	240	-	-
Ремонту зливних приладів	144	168	-	-
Ремонту запобіжних клапанів цистерн	36	48	-	-

Тенденція скорочення річної програми ремонту вагонів у депо спостерігається з 90-х років ХХ століття.

Норми площ спеціалізованих дільниць і відділень пасажирських депо наведені в роботах [3, 5].

Для депо з річною програмою ремонту вантажних вагонів від 4 до 6 тисяч у рік норма площі може бути зменшена на 20 – 25 %. Для депо, розрахованих на програму 2,5 – 3,5 тисяч вагонів у рік, така інтерполяція непридатна, площу виробничих дільниць варто визначати методом розміщення обладнання на плані приміщення дільниці. Норми площ для встановлення обладнання також подані в роботах [3, 5].

Наступний етап розміщення обладнання — формування на плані приміщення виробничої ділянки технологічних потоків (маршрутів руху частин вагонів у процесі ремонту). На шляху цих потоків розміщується технологічне обладнання. За сформованими правилами організації виробництва технологічні потоки доцільно проектувати прямолінійними. Шляхи транспортування деталей між ділянками повинні бути короткими.

Для визначення площі виробничої ділянки за методом розміщення технологічного обладнання виконується масштабне креслення плану технологічних потоків і розміщення обладнання. У процесі розроблення підбирають стандартні розміри приміщення. Норми площ на деякі види обладнання наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 — Норми площ для розміщення обладнання

Обладнання	Норма площі, м ²	Обладнання	Норма площі, м ²
Колесотокарний верстат	70	Стелаж	4
Токарний верстат малогабаритний	12	Ковальський горн на два вогні	30
Токарний верстат середнього розміру	25	Верстат слюсарний на одного робітника	8
Токарний верстат великого розміру	60	Стенд для ремонту дверей критих вагонів	15
Великий деревообробний верстат	25	Стенд для ремонту котлів у пасажирських вагонах	15
Дрібний деревообробний верстат	12	Робоче місце для розбирання електромашин	15
Мийна машина для візків	25	Стенд для випробування й ремонту електромашин	10
Мийна машина для колісних пар	15	Стенд для розбирання центрального ресорного підвішування візків пасажирських вагонів	30
Мийна машина для букс	10	-	-

При визначенні площі приміщення за даним методом варто врахувати технологічні комунікації, транспортні проїзди й проходи.

Дані про потрібну площу для розміщення обладнання, що використовується при ремонті колісних пар вагонів, наведені в таблиці 5.5.

Відстані, що допускаються, від елементів будинку до верстатів і відстані, що допускаються, між верстатами приведені в таблицях 5.6 і 5.7. При плануванні розміщення обладнання передбачаються місця для розміщення заготовок, оброблених деталей і складальних одиниць, проїзди для електрокарів, за необхідності — рейкові колії. Якщо в приміщенні є вантажопіднімальний кран, доцільно розмістити обладнання в зоні обслуговування крана.

Таблиця 5.5 — Площі, необхідні для розміщення обладнання цехів, дільниць і вагоноколісних майстерень

Обладнання	Площа для розміщення, м ²
Колесотокарний верстат	70
Токарно-накатний верстат	60
Карусельний верстат	60
Прес для формування колісних пар	60
Майданчик для дефектоскопії колісних пар	20
Потокова лінія демонтажу букс (2 позиції)	60
Стенд для монтажу букс на 20 колісних пар	150

Таблиця 5.6 — Найменша відстань від елементів будинку до верстатів

Відстань	Розмір для верстатів, мм		
	400	500	700
Від виступаючої частини стіни до тильної сторони верстата	400	500	700
Від стіни до бічної частини верстата	400	500	600
Від стіни до фронту верстата	1000	1200	1500

Таблиця 5.7 — Найменша відстань, що допускається між верстатами

Верстати	Найменша відстань по фронту, мм		
	дрібні	середні	великі
Токарні, револьверні	400	500-600	600-700
Карусельні, колесорозточувальні, горизонтально-розточувальні	-	600-700	900-1000
Вертикально-свердлильні	400	500	500
Горизонтально- і вертикально-фрезерні	400	500	600
Поперечно-стругальні	400	600	-

У процесі проектування схеми розміщення обладнання мають бути передбачені заходи щодо забезпечення охорони праці й техніки безпеки відповідно до вимог нормативно-технічної документації.

У підрозділах експлуатаційних депо: у пунктах підготовки вагонів до перевезень; пунктах технічного обслуговування вагонів, пунктах технічного обслуговування з відчепленням вагонів, проблеми розміщення обладнання залишилися невирішеними. У перспективі, мабуть, будуть розроблені типові проекти цих підрозділів. У перехідний період доцільно передбачати реконструкцію ПТО з введенням закритих приміщень легкого типу для технічного обслуговування з відчепленням вагонів з підніманням і для виконання зварювальних робіт. Відповідно до регламенту технічної оснащеності мають бути передбачені приміщення для розміщення верстатного й зварювального обладнання. У зв'язку зі зменшенням кількості ремонтних депо є варіанти використання приміщень, що звільнилися, для виконання технічного обслуговування з відчепленням вагонів.

У будь-якому випадку одночасно з розробленням перспективних технологічних процесів підготовки вагонів до перевезень, технічного обслуговування з відчепленням і технічного обслуговування вагонів необхідно вирішувати питання заміни фізично й морально застарілого обладнання, вибору сучасного обладнання й розміщення його в експлуатаційних депо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Борзилов І. Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів : підручник. Харків : УкрДАЗТ, 2003. Т. 1. 246 с.

2 Борзилов І. Д. Завдання та методичні рекомендації до виконання самостійної (контрольної) роботи з дисципліни «Основи технічного обслуговування вагонів» : метод. вказівки. Харків: УкрДАЗТ, 2004. 34 с.

3 Гридюшко В. И., Бугаев В. П., Криворучко Н. З. Вагонное хозяйство : учебник; под общ. ред. В. И. Гридюшко; Москва : Транспорт, 1988. 296 с.

4 Методичні вказівки з технічного оснащення виробничих підрозділів вагонного господарства з ремонту та експлуатації вантажних вагонів. Київ, 2003. 106 с.

5 Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов. Москва : Транспорт, 1983. 33с.

6 Мартинов І. Е., Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2012. Ч. 1. 156 с.

7 Мартинов І. Е., Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2013. Ч. 2. 114 с.

8 Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання : конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2007. Ч. 1. 38 с.

9 Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання : конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2007. Ч. 2. 54 с.

10 Равлюк В. Г., Равлюк М. Г. Розрахунок параметрів конвеєрів та обладнання цеху (дільниці, відділення). Вагоноремонтні машини та обладнання : метод вказівки. Харків : УкрДАЗТ, 2012. 26 с.

11 Равлюк В. Г., Равлюк М. Г., Урсатий С. Д. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання» : метод вказівки. Харків : УкрДАЗТ, 2013. 57 с.

12 Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів «Впровадження інновацій у сферу вагоноремонтного підприємства та їх економічна ефективність» / І. Е. Мартинов, Ю. Є. Калабухін, В. Г. Равлюк, Т. О. Тимофєєва. Харків : УкрДАЗТ, 2013. 38 с.

13 Равлюк В. Г. Вагоноремонтні машини та обладнання : конспект лекцій. Харків : УкрДАЗТ, 2014. Ч. 3. 156 с.

14 Равлюк В. Г. Вибір та розрахунок технологічного обладнання на вагоноремонтних підприємствах : метод. вказівки з дисципліни «Вагоноремонтні машини та обладнання». Харків : УкрДУЗТ, 2015. 90 с.

В. Г. Равлюк

ВАГОНРЕМОНТНІ МАШИНИ
ТА ОБЛАДНАННЯ

Конспект лекцій

Частина 1

Відповідальний за випуск Равлюк В. Г.

Редактор Третьякова К. А.

Підписано до друку 19.06.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 2,75. Тираж 10. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

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