

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Вагони»**

**І.Д. Борзилов, В.Г. Равлюк, К.В. Шевченко**

**ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ  
ВАГОНІВ**

**КОСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**Харків 2009**

Борзилов І.Д., Равлюк В.Г., Шевченко К.В. Основи експлуатації та відновлення вагонів: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 66 с.

Досліджуються питання експлуатації та відновлення вагонів. Розглядаються показники експлуатаційної роботи вагонного парку, нормування, структура управління та способи відновлення зношених деталей.

Рекомендується для студентів спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” всіх форм навчання.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 1 вересня 2008 року, протокол № 2.

Рецензент  
проф. А.П. Фалендиш

І.Д. Борзилов, В.Г. Равлюк, К.В. Шевченко

## ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ВАГОНІВ

### КОСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Відповідальний за випуск Борзилов І.Д.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 06.10.08 р.  
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 3,5 Обл.-вид.арк. 3,75.  
Замовлення № Тираж 150. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від. 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра „Вагони”**

**І.Д. Борзилов, В.Г. Равлюк, К.В. Шевченко**

**ОСНОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ВАГОНІВ**

**КОСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**для студентів спеціальності**

**«Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного**

**Харків 2008**

Конспект лекцій розглянутий та рекомендований до друку на засіданні кафедри “Вагони”

“ 1 ” вересня 2008 р., протокол № 2

Укладачі:

професор І.Д. Борзилов

ст. викл. В.Г. Равлюк

асис. К.В. Шевченко

Рецензент

проф. А.П. Фалендиш

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1 Основні показники експлуатаційної роботи вагонного парку .....	5
2 Виробничі підрозділи з експлуатації та відновлення вагонів .....	11
3 Характеристика вагонного парку та структура управління його експлуатацією та відновленням .....	17
4 Визначення потрібного парку вагонів для виконання заданого обсягу перевезень .....	20
5 Технічне нормування експлуатаційної роботи та оперативне керування перевізним процесом залізниць .....	24
6 Способи відновлення зношених деталей вагонів .....	27
6.1 Відновлення деталей зварюванням та наплавленням .....	28
6.2 Відновлення деталей гальванічним покриттям .....	56
6.3 Металізація .....	59
6.4 Покриття полімерними матеріалами .....	60
6.5 Електроіскрова обробка .....	61
6.6 Обробка деталей різанням .....	62
6.7 Пластична деформація .....	64
Список літератури .....	66

## Вступ

Залізничний транспорт України складає основу транспортної системи країни, яка у взаємодії з іншими видами транспорту призначена своєчасно і якісно забезпечувати як у внутрішньому, так і в міжнародному сполученнях потреби населення в перевезеннях та послугах. Однак на сьогоднішній день ефективність діяльності залізничної галузі, якість послуг все частіше не відповідають сучасним вимогам. Це обумовлено в значній мірі фізичним і моральним старінням виробничо-технічної бази залізниць. В результаті обмежується швидкість руху поїздів та знижується провізна спроможність, створюється реальна загроза безпеці руху на залізничному транспорті, виникнення техногенних катастроф.

Для вирішення цієї проблеми необхідно передусім підвищити надійність технічних засобів залізниць і перш за все утримувати вагонний парк на високому технічному рівні шляхом удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту (ТОР) на базі широкого використання сучасних інформаційних технологій та систем технічної діагностики, які забезпечують безперервну взаємодію і підтримку життєвого циклу вагонів (ЖЦВ).

Одна з основних умов успішного рішення задач, які стоять перед вагонним господарством, – підготовка висококваліфікованих кадрів, яким належить в скорому майбутньому керувати тим або іншим підрозділом, в якому виконується технічне обслуговування та ремонт вагонів. Важлива роль в цій підготовці належить дисципліні “Основи експлуатації та відновлення вагонів” (ОЕВВ).

Головна мета дисципліни полягає у формуванні в майбутніх інженерів знань та практичних навичок щодо вирішення задач забезпечення процесу перевезень справним рухомим складом, що гарантує комфорт пасажирів, збереження вантажів та безпеку руху поїздів.

Задачі вивчення дисципліни полягають у тому, що студенти повинні показати професійні знання та уміння й деякі загальні уявлення.

Професійні знання: існуючої системи експлуатації та відновлення вагонів, її структури та управління; правил технічної експлуатації вагонів та контейнерів; організації та технології експлуатації та відновлення вагонів; шляхів удосконалення системи експлуатації та відновлення вагонів.

Професійне вміння: організації робіт з експлуатації та відновлення вагонів; розроблення заходів щодо забезпечення безпеки руху поїздів та збереження вагонного парку; забезпечення охорони праці та навколишнього середовища.

Загальні уявлення: щодо науково-технічного прогресу на залізничному транспорті у цілому; про закордонний досвід стосовно експлуатації та відновлення вагонів; щодо науково-дослідних та досвідно-конструкторських робіт в галузі експлуатації та відновлення вагонів.

## **1 Основні показники експлуатаційної роботи вагонного парку**

Залізничний транспорт на відміну від інших галузей промисловості не виробляє нової продукції. *Продукцією залізничного транспорту є саме переміщення, тобто перевезення пасажирів та вантажів.*

Продукція залізничного транспорту визначається низкою показників. Для оцінювання перевізної роботи використовують такі показники:

- *обсяг перевезень вантажів ( $p$ )*, в тоннах (Т);
- *вантажобіг ( $\Sigma pl$ )*, в тонно-кілометрах (ткм), являє собою суму добутку маси перевезених вантажів на відстань перевезення.

Вантажообіг є узагальнюючим показником, що планується на всіх рівнях.

Він використовується для визначення потреби у рухомому складі та ремонтній базі, витратах праці, палива, електроенергії та т. ін.

До числа найважливіших показників відносять і кількість перевезених пасажирів ( $A$ );

- *пасажирообіг* ( $\Sigma AI$ ), в пасажиро-кілометрах (пас.км), являє собою суму добутку числа перевезених пасажирів на відстань перевезення;

- *приведена продукція залізничного транспорту* у приведених тонно-кілометрах (ткм привед.)

-

$$\Sigma I_{пр} = \Sigma pI + K \cdot \Sigma AI,$$

де  $K$  – коефіцієнт переведення пасажиро-кілометрів у тонно-кілометри (пас.км; т·км).

До основних економічних показників роботи залізничного транспорту відносять продуктивність праці, собівартість продукції, а також прибуток.

*Продуктивність праці* являє собою обсяг виконаної продукції в приведених тонно-кілометрах, пасажиро-кілометрах або тонно-кілометрах, що припадає на одного робітника експлуатаційного штату залізниць.

*Собівартість продукції* являє собою відношення експлуатаційних витрат на перевезення до обсягу виконаної продукції.

*Прибуток* являє собою різницю між сумарними доходами залізниць та експлуатаційними витратами на виконання перевезень.

Встановлені також показники використання вагонів.

Експлуатація вагонів – це процес безперервного їх існування, при якому вони використовуються за призначенням, ремонтуються та технічно обслуговуються.

Про ефективність експлуатації вагонів можна судити за кількісними показниками, що характеризують обсяг роботи, та якісними, що віддзеркалюють використання їх у часі.

До *кількісних показників* відносять: пробіги вагонів у вагоно-кілометрах; кількість навантажених, розвантажених, прийнятих, зданих вагонів; вагонів, що пройшли станцію з переробкою й без переробки у вагоно-годинах і вагоно-добах.



Якісними показниками для вантажних вагонів є: оборот; статичне та динамічне навантаження; повний, навантажений та порожній рейси; середньодобовий пробіг; продуктивність вагона; загальний простій у несправному стані; середній час знаходження під однією вантажною операцією; середній час знаходження транзитного вагона на одній технічній станції. Для пасажирських вагонів: час обороту состава; його середньодобовий пробіг та середня населеність вагона; загальний простій у несправному стані.

Характеристикою використання вагонів у перевізному процесі може служити *загальний пробіг* у вагоно-кілометрах  $\sum n_i S_i$ , який визначається як сума добутків числа вагонів  $n_i$  на пройдену ними відстань  $S_i$  по головних коліях на кожній ділянці залізниці:

$$\sum n_i S_i = n_1 S_1 + n_2 S_2 + \dots + n_n S_n. \quad (1)$$

Крім загального пробігу, для вантажних вагонів урахується окремо пробіг навантажених  $\sum n_{в.і} S_{в.і}$  та порожніх  $\sum n_{пор.і} S_{пор.і}$  вагонів, тобто

$$\sum n_i S_i = \sum n_{в.і} S_{в.і} + \sum n_{пор.і} S_{пор.і}. \quad (2)$$

Відношення пробігу порожніх вагонів до пробігу навантажених називається коефіцієнтом порожнього пробігу

$$\alpha = \sum n_{пор.і} S_{пор} / \sum n_{в.і} S_{в.і}. \quad (3)$$

*Оборот вагонів* у межах мережі залізниць визначає час, що витрачається на виконання повного циклу операцій, які пов'язані з перевезеннями, тобто це *проміжок часу від початку одного навантаження вагона до початку наступного*. Для окремих залізниць оборот вагона обчислюють у добах на один завантажений та прийнятий навантажений вагон, тобто час, що обчислюють від моменту приймання в навантаженому стані або початку завантаження до наступного завантаження або здавання на

сусідню залізницю. Оборот вагона в добах визначається за формулою

$$O = \frac{1}{24} (l/V_{dil} + K_M \cdot t_e + l/l_{mp} \cdot t_{mex}), \quad (4)$$

де  $l$  – повний рейс вагона, км;  
 $V_{dil}$  – дільнична швидкість, км/год;  
 $K_M$  – коефіцієнт місцевої роботи;  
 $t_e$  – час знаходження вагона під однією вантажною операцією, год;  
 $l_{mp}$  – середня відстань між технічними станціями (вагонне плече), км;  
 $t_{mex}$  – час знаходження вагона на одній технічній станції, год.

Кількість вантажних операцій, що приходяться на одиницю роботи, являє собою *коефіцієнт місцевої роботи*:

$$K_M = (П_з + П_p) / П, \quad (5)$$

де  $П_з$  та  $П_p$  – відповідно число завантажених та розвантажених вагонів на залізниці в добах;  
 $П$  – робота вагонного парку залізниці, ваг/доб.

*Роботою* вагонного парку залізниці називають число вагонів, завантажених  $П_з$  та прийнятих у вантажному стані  $П_{пр.в}$  з сусідніх залізниць за добу:

$$П = П_з + П_{пр.в}. \quad (6)$$

Середній час знаходження вагона під вантажною операцією визначається діленням вагоно-годин простою під вантажними операціями на число вантажних операцій.

До показників, що характеризують ступінь використання вантажних вагонів, належить статичне та динамічне навантаження.

*Статичне навантаження*  $P_{cm}$  показує, яка кількість вантажу в тоннах приходить у середньому на один фізичний вагон при навантаженні

$$P_{cm} = \Sigma P / \Pi_3, \quad (7)$$

де  $\Sigma P$  – кількість завантаженого вантажу, т.

*Динамічне навантаження* завантаженого вагона  $P_o^e$  показує, яка кількість тонн вантажу приходить у середньому на один вантажний вагон у русі:

$$P_o^e = \Sigma PI / \Sigma n_e S_e, \quad (8)$$

де  $\Sigma PI$  – тонно-кілометри нетто по мережі залізниць або залізниці окремо;

$\Sigma n_e S_e$  – пробіг навантажених вагонів на відповідному полігоні, ваг. км.

Середній час знаходження транзитного вагона на одній технічній станції визначають діленням вагоно-годин простою на технічних станціях на число вагонів, що пройшли через технічну станцію.

Відстань, що пройдена вагоном за час обороту, називають *повним рейсом вагона*. Для залізниці повний рейс вагона складається з навантаженого  $l_e$  та порожнього  $l_n$  рейсів:

$$l = \Sigma n_e S_e / \Pi + \Sigma n_{пор} S_{пор} / \Pi = \Sigma n S / \Pi, \quad (9)$$

для мережі залізниць

$$l' = \Sigma n' S' / \Sigma \Pi_e, \quad (10)$$

де  $\Sigma n S$ ,  $\Sigma n' S'$  – відповідно сумарний пробіг вагонів по залізниці та мережі залізниць за добу;

$\Sigma \Pi_e$  – сумарне число вагонів, завантажених на мережі залізниць за добу.

Середньодобовий пробіг вагона визначається діленням відстані повного рейсу на оборот вагона або загального пробігу у вагоно-кілометрах на робочий парк:

$$S_e = I / O = \Sigma nS / n_p. \quad (11)$$

Середньодобова продуктивність  $W_e$  є узагальнюючим показником використання вантажних вагонів й вимірюється у тонно-кілометрах нетто  $\Sigma PI$ , що приходить на один вагон робочого парку:

$$W_e = \Sigma PI / n_p = P_d \cdot S. \quad (12)$$

Оборотом пасажирського состава називають час доби, що проходить від моменту відправлення його у рейс з пункту формування до наступного відправлення состава із цього ж пункту.

$$O_{cост} = \frac{1}{24} \left( t_1 + t_2 + \frac{L_i}{V_{.m1}} + \frac{L_i}{V_{.m2}} \right), \quad (13)$$

де  $t_1, t_2$  – час знаходження состава відповідно у пункті формування та обороту;

$L_i$  – відстань від пункту відправлення до пункту призначення  $i$ -го поїзда, км;

$V_{.m1}, V_{.m2}$  – відповідно маршрутна швидкість прямування поїздів від пункту формування до пункту обороту та у зворотному напрямку, км/год.

Потрібну кількість составів для обслуговування однієї пари поїздів можна визначити за формулою

$$N_{cост} = K_{нас} \cdot O_{cост}, \quad (14)$$

де  $K_{нас}$  – коефіцієнт, що ураховує регулярність відправлення пасажирського поїзда.

При щоденному відправленні поїзда  $K_{пас}=1$ ; при відправленні через день –  $K_{пас}=0,5$  і т.д.

Середньодобовий пробіг состава визначають діленням пробігу пасажирського состава  $\Sigma NL$  в поїздо-кілометрах (за добу) на число составів  $\Sigma N$ , що знаходяться у сполученні, або діленням подвоєної довжини рейсу поїзда  $L$  на час обороту состава  $O_{сост}$ :

$$S_{пас} = \Sigma NL / \Sigma N = 2 L / O_{сост}. \quad (15)$$

Населеність пасажирського вагона  $a_{пас}$  визначається середнім числом пасажирів, що приходяться на один вагон, який взятий до перевезень. Населеність визначають діленням пасажиро-кілометрів  $\Sigma \alpha l$  на вагоно-кілометри пробігу  $\Sigma p_{пас} S_{пас}$ :

$$a_{пас} = \Sigma \alpha L / (\Sigma p_{пас} S_{пас}). \quad (16)$$

При обчислюванні населеності вагона ураховують загальний пробіг вагонів пасажирського парку (без поштових, багажних, ресторанів та ін.), що зайняті під перевезення пасажирів.

Середня густина пасажирського руху визначається кількістю поїздів, що пройшли по даному напрямку (дільниці) за певний період часу поїздів, вагонів, пасажирів відповідно:

$$N_e = \Sigma NL / L; \quad p_{пас.г} = \Sigma p_{пас} S_{пас} / L; \quad a_{пас} = \Sigma \alpha_{пас} S_{пас} / L. \quad (17)$$

## **2 Виробничі підрозділи з експлуатації та відновлення вагонів**

Задачами підрозділів з експлуатації та відновлення вагонного парку у сучасних умовах є утримання вантажних та пасажирських вагонів у працездатному стані, виконання встановленого плану ремонту вагонів, раціональне використання технічних засобів, які є у наявності, досягнення найбільшої ефективності роботи підприємств.

*Вагонні депо (ВЧД та ЛВЧД) призначені для виконання планового деповського ремонту вагонів, ремонту та комплектування вагонних вузлів та деталей. На базі депо організовують та забезпечують підготовку до перевезень, а також технічне обслуговування (ТО) вантажних та пасажирських вагонів у межах встановлених діляниць. Вагонні депо поділяються на вантажні, пасажирські, рефрижераторні та депо з ремонту контейнерів.*

*Пункти технічного обслуговування (ПТО) вантажних вагонів призначені для огляду, поточного ремонту вагонів без відчеплення від составів та підготовки їх до перевезень.*

*ПТО вантажних вагонів розміщують на сортувальних або дільничних станціях.*

*Для виконання технічного обслуговування вагонів з відчепленням від составів, що потребують виконання трудомістких робіт і поновлення працездатності, на ПТО, виходячи з місцевих умов роботи станції, організовують механізовані пункти технічного обслуговування вагонів з відчепленням від составів (МПТОв).*

*Пункти технічного обслуговування на міждержавних передавальних станціях та прикордонних контрольних пунктах призначаються для виключення передавання на залізниці суміжних держав та приймання на Укрзалізницю технічно несправних та пошкоджених вагонів у навантаженому та порожньому стані.*

*Пункти технічного обслуговування вантажних вагонів сітьового значення (СПТО) організовують з метою скорочення експлуатаційних витрат на технічне обслуговування, підвищення пропускної та провізної спроможності залізниць і особливо міжнародних транспортних коридорів з безумовним забезпеченням безпеки руху поїздів.*

*В основі роботи СПТО лежить використання високоефективних технологій на спеціалізованих коліях ремонту вагонів з повною механізацією всіх видів робіт, програмно-технологічного комплексу АСУ СПТО, що об'єднує всі підрозділи ПТО у єдину інформаційно-керуючу систему.*

*Спеціалізовані колії ПТО* призначаються для виконання збільшеного обсягу технічного обслуговування вагонів з відчепленням. Організуються на сортувальних станціях і розміщуються виходячи з місцевих умов роботи станції.

*Пункти підготовки вагонів до перевезень (ППВ)* спеціалізуються на підготовці до перевезень окремих типів вагонів: піввагонів та платформ; критих та ізотермічних; цистерн та бітумних піввагонів; спеціалізованих.

Розташовуються ППВ на станціях масового навантаження або розвантаження вантажів, або формування порожніх маршрутів.

На ППВ перевіряють технічний стан, виконують технічне обслуговування вантажних вагонів з відчепленням від состава з усуненням несправностей у всіх вузлах для забезпечення збереження вантажів, що перевозяться, та безвідмовного прямування вагонів до пункту призначення.

*Пункти контрольно-технічного обслуговування вагонів (ПКТО)* розміщуються на дільничних станціях, де проводиться зміна локомотивів, а також на станціях, які передують перегонам з затяжними спусками. Вони призначені для виявлення та усунення технічних несправностей вагонів, що загрожують безпеці руху поїздів.

*Контрольні пости (КП)* призначені для виявлення у поїздах, що рухаються, вагонів з перегрітими буксами, повзунами на колесах та іншими несправностями, які загрожують безпеці руху поїздів. Вони розміщуються на станціях з інтенсивним безупинним рухом поїздів.

*Пости безпеки (ПБ)* розміщуються на дільницях залізниць у шаховому порядку таким чином, щоб поїзди, які проходять, контролювались з обох боків. Відстань між постами безпеки приймається у залежності від місцевих умов 25 – 30 км. Поїзди проминають пости безпеки зі встановленою швидкістю. Призначаються для виявлення в поїздах, що рухаються, несправностей, які загрожують безпеці руху.

*Пости випробування автогальм поїздів (ПВА)* обладнуються на станціях перед затяжними спусками, де немає ПТО, але виконується зміна локомотивних бригад.

*Пункти технічної передачі вагонів (ПТП)* організовують для виявлення пошкоджень вагонів під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт та маневрових операцій на під'їзних коліях промислових підприємств, річкових та морських портів.

*Промивально-пропарювальні підприємства (ППП)* служать для промивання, пропарювання, очищення цистерн від залишків вантажів та для комплексної підготовки їх до наливу. ППП розташовуються на станціях масового навантаження або розвантаження цистерн, або формування порожніх маршрутів.

*Пасажирські технічні станції (ПТС)* призначаються для комплексної підготовки пасажирських составів у рейс (контроль технічного стану, поточний ремонт, спорядження та санітарна обробка пасажирських вагонів). На великих пасажирських технічних станціях існують ремонтно-екіпірувальні депо (РЕД), які обладнані засобами для механізації та автоматизації ремонтно-екіпірувальних робіт.

*Пункти технічного обслуговування, ремонту та спорядження пасажирських вагонів (ЛПТО)* забезпечують контроль справності, поточний ремонт без відчеплення від составів, спорядження на станціях формування та обороту пасажирських поїздів, а також на деяких великих станціях по шляху прямування, де розкладом передбачена спеціальна зупинка для технічного обслуговування (ТО), спорядження водою та паливом, вогкого прибирання вагонів.

Для виконання трудомістких робіт і поновлення працездатності пасажирських вагонів з відчепленням від составів на ЛПТО організовують спеціалізовані *пункти технічного обслуговування з відчепленням* або спеціально виділяються колії з відповідним устаткуванням.

*Вагонна дільниця (ВЧ)* призначена для комплексної підготовки пасажирських составів у рейс. У склад ВЧ можуть входити РЕД, пункти технічного обслуговування, ремонту та спорядження, резерви провідників та бази обслуговування пасажирів.



*Резерви провідників* займаються організацією праці та плануванням роботи провідників вагонів, поїзних електромеханіків, начальників поїздів.

*Контори (бази) обслуговування пасажирів (КОП/БОП)* займаються забезпеченням пасажирських вагонів необхідним інвентарем, знімним обладнанням та предметами чайної торгівлі.

*Переставні пункти* розміщуються на прикордонних станціях, призначаються для перестановки вагонів з колії 1520 мм на колію 1435 мм і навпаки для забезпечення прямого безпересадочного та безперевантажувального сполучення з іншими країнами.

*Вагоноремонтні заводи (ВРЗ)* призначені для капітального ремонту вагонів з великим обсягом робіт, а також виготовлення та ремонту їх деталей та вузлів; виконання модернізації вагонного парку та забезпечення ремонту різного технологічного обладнання, що використовується на заводах та в депо.

Підрозділи з експлуатації та відновлення вагонів можуть розташовуватися на роздільних пунктах залізниць:

а) проміжні станції призначені для пропуску поїздів, розвантаження і завантаження вагонів, посадки та висадки пасажирів, приймання, збереження та видавання багажу;

б) дільничні станції призначені для виконання такої роботи: приймання та відправлення транзитних пасажирських і вантажних поїздів з заміною локомотива та локомотивних бригад або з заміною тільки локомотивних бригад, технічне обслуговування (безвідчіпне та відчіпне) і комерційний огляд вагонів, розформування та формування составів складальних та дільничних поїздів, обслуговування пасажирів, приймання та видавання багажу та пошти, навантаження та розвантаження вантажів у вантажному районі;

в) сортувальні станції призначені для масового розформування та формування вантажних поїздів. Тут перероблюють транзитні та місцеві поїзди, які йдуть на велику відстань без переробки на попутних станціях. Крім того, на сортувальних станціях формують дільничні,

складальні та передавальні поїзди і виконують також операції з транзитними вантажними поїздами, ТО та ремонт вагонів, екіпірування локомотивів, спорядження поїздів з живністю, сортування дрібних відправок та контейнерів.

Сортувальні станції облаштовують в районах *масового навантаження або розвантаження вантажів, на підходах до великих промислових центрів, у вузлових пунктах залізниць, де має місце зосередження вагонопотоків.* Для операцій з поїздами передбачаються парки приймання поїздів, що надходять у переробку, гірки, сортувальні парки, витяжні колії, парки відправлення сформованих поїздів, а також окремі парки або колії для приймання та відправлення транзитних вантажних поїздів.

Парки приймання, сортування та відправлення сумісно з гіркою створюють сортувальну систему.

Розрізняють сортувальні станції з *паралельним, послідовним і комбінованим* розташуванням парків приймання, сортування та відправлення поїздів.

За числом сортувальних систем станції можуть бути *одно- і двосторонніми.*

Двосторонні мають дві системи сортувальних пристроїв, кожна з яких переробляє вагони певного (парного або непарного) напрямків.

На односторонніх станціях в сортувальному парку переробляють вагони обох напрямків.

За способом проведення маневрів сортувальні станції бувають з гірками і без гірок;

г) пасажирські станції споруджують у великих містах, промислових центрах та курортних районах. Вони виконують роботу з обслуговування пасажирів, здійснюють підготовку рухомого складу до перевезень та організують рух пасажирських поїздів;

д) вантажні станції призначені для масового навантаження та розвантаження вантажів.

### 3 Характеристика вагонного парку та структура управління його експлуатацією та відновленням

Відомо, що залізничні вагони у залежності від їх призначення поділяються на парки вантажних та пасажирських вагонів.

За конструктивними особливостями парк вантажних вагонів складають криті вагони, піввагони, платформи, цистерни, ізотермічні та вагони спеціального призначення.

Пасажирський парк складають вагони, які використовують для перевезення пасажирів, вагони-ресторани, багажні, поштові, вагони спеціального призначення.

Для транспортування різноманітних вантажів дрібними відправками використовують контейнери загального та спеціального призначення.

Вантажні вагони загального призначення обертаються по всій мережі залізниць за принципом прямого безперевантажувального сполучення і можуть бути використані для перевезення будь-якою залізницею.

Частина спеціалізованих вагонів (цистерни для перевезення молока, цистерни для перевезення живої риби, ізотермічні та ін.), а також вагони і контейнери іноземних держав обертаються за принципом термінового повернення, тобто після розвантаження вагони мають бути повернені на залізницю-власницю. За принципом термінового повернення обертаються вагони промислового транспорту та ті, що орендуються у залізниць.

Вагони вантажного та пасажирського парків розподіляються між залізницями у централізованому порядку. До кожної залізниці у залежності від обсягу роботи приписується певна кількість вагонів, які складають її **інвентарний парк**. Кількісно цей парк змінюється після приписування нових вагонів, виключення старих з інвентарю за технічним станом або внаслідок їх передавання іншим організаціям або залізницям.

Пасажирські вагони, оскільки вони обертаються по певних напрямках, приписуються не тільки до залізниці, але і до окремих вагонних депо.

*Інвентарний (приписний) парк вагонів* не характеризує наявність вагонів на залізниці, тому існує визначення – **наявний парк вагонів**.

У *наявний парк* вагонів залізниці включають всі вагони, які фактично знаходяться в її межах на кінець звітної доби, незалежно від того, до якої залізниці вони приписані.

Наявний парк поділяється на **робочий** та **неробочий**.

У *робочий парк* включають вагони, які знаходяться в поїздах, під вантажними операціями або в очікуванні їх, а також на коліях сортувальних парків, тобто які зайняті під вантажними перевезеннями.

До *неробочого парку* відносять вагони, які безпосередньо не зайняті у перевезенні вантажів: справні, але які знаходяться у резерві; несправні, тобто ті, що знаходяться у ремонті або в очікуванні його; виділені для господарських перевезень та спеціальних потреб залізниці (вагові майстерні, електростанції та ін.).

*Робочий парк* пасажирських вагонів складається із вагонів, які призначаються для перевезення пасажирів, поштових, багажних вагонів та вагонів-ресторанів, а також справних вагонів, що знаходяться у резерві.

До *неробочого парку* входять пасажирські вагони, які використовуються для технічних потреб залізниці, та ті, що знаходяться в ремонті або в очікуванні його.

За номером вантажних вагонів можна визначити їх технічну характеристику, розрахункову довжину, масу тари та ін. Ці номери мають послідовну восьмизначну цифрову систему, у якій перша цифра означає рід вагона (2 - критий; 4 - платформа; 6 - піввагон; 7 - цистерна; 8 - ізоітермічний; 9 - інші); друга показує кількість осей та основну характеристику вагонів; третя визначає додаткові технічні характеристики вагона; четверта, п'ята та шоста визначають порядковий номер вагона; сьома служить для позначення номера вагона; восьма – контрольна, за якою перевіряють достовірність зчитування номера вагона при обробці інформації на ЕОМ.

Номер пасажирського вагона також восьмизначний. Встановлені такі позначення: перший знак – рід вагона (для всіх пасажирських вагонів – 0); другий та третій знаки – код залізниці приписки вагона; четвертий знак – тип вагона (0 – м'який та м'яко-жорсткий; 1 – купейний; 2 – жорсткий відкритий, 3 – з кріслами та місцями для сидіння; 4 – поштовий та банківський; 5 – багажний та багажно-поштовий; 6 – ресторан; 7 – службово-технічний; 8 – спеціальні вагони інших міністерств; 9- резерв); п'ятий, шостий, сьомий знаки – порядковий номер вагона; восьмий знак – контрольний.

Управління технічним обслуговуванням та ремонтом вантажних вагонів в Укрзалізниці сконцентровано у Головному управлінні вагонного господарства (ЦВ), а пасажирських вагонів – у Головному пасажирському управлінні (ЦЛ).

На залізницях ТО та ремонт вагонів керують відповідно служби вагонного господарства (В) та пасажирська служба (Л).

Служби вагонного господарства та пасажирські служби залізниць виконують оперативно-технічне керівництво усіма підлеглими їм підприємствами щодо питань забезпечення працездатності вагонного парку, ремонту, ТО та підготовки вагонів до перевезень, безпеки руху поїздів, впровадження прогресивної технології та передових методів праці, зміцнення та розвитку технічної бази.

Вагонні депо (ВЧД – вантажні, ЛВЧД - пасажирські) є галузевими лінійними підприємствами. Вони безпосередньо беруть участь у перевізному процесі і виконують усі роботи з обслуговування та ремонту вагонів, підготовки їх до перевезень, безпечного проходження поїздів по гарантованих ділянках, маючи необхідних для цього кваліфікованих робітників, технічні засоби та матеріальні ресурси.

#### 4 Визначення потрібного парку вагонів для виконання заданого обсягу перевезень

Потребу в середньодобовому робочому парку вантажних вагонів для виконання заданого обсягу перевезень можна розрахувати за витратами вагоно-годин під час прямування у поїздах, при простоях на технічних (дільничних, проміжних) станціях та під вантажними операціями:

$$n_p = \frac{1}{24} \left( \frac{\sum nS}{V_{\partial}} + \sum n_{\epsilon} t_{\epsilon} + \sum n_{mex} t_{mex} \right), \quad (18)$$

де  $\sum nS$  – величина пробігу вагонів, ваг.км;

$V_{\partial}$  – середня дільнична швидкість руху поїздів, км/год;

$\sum n_{\epsilon} t_{\epsilon}$  – час знаходження вагонів під вантажними операціями, ваг.год;

$\sum n_{mex} t_{mex}$  – час знаходження вагонів на технічних станціях, ваг. год.

Робочий парк можна розрахувати також з використанням середньодобового пробігу вагонів  $S_{\epsilon}$ :

$$n_p = (\sum n_{\epsilon} S_{\epsilon} + \sum n_{пор} S_{пор}) / S_{\epsilon} \quad (19)$$

або середньодобової продуктивності  $W_{\epsilon}$ :

$$n_p = \sum PI / W_{\epsilon}. \quad (20)$$

В оперативній обстановці робочий парк часто визначають виходячи з часу обороту вагона та роботи вагонного парку (для залізниці) або середньодобового навантаження, тобто

$$n_p = O \cdot \Pi \quad \text{або} \quad n_p = O \cdot \sum \Pi_{\epsilon}. \quad (21)$$

Наявний парк вантажних вагонів визначають за формулою

$$n_n = n_p(1 + \beta), \quad (22)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт, що враховує вагони, які знаходяться у неробочому парку.

Для визначення робочого та інвентарного парків пасажирських вагонів депо (дільниці) спочатку обирається необхідне число вагонів за типами (без урахування вагонів, що знаходяться в резерві) для формування составів за формулою

$$N_{ei} = n_{ei} \cdot N_{cocc}, \quad (23)$$

де  $n_{ei}$  – число вагонів  $i$ -го типу, що знаходяться у складі поїзда.

Робочий парк пасажирських вагонів визначається за формулою

$$N_{nac}^p = N_{\epsilon} \cdot (1 + \alpha_{nac}), \quad (24)$$

де  $N_{\epsilon}$  – загальне число вагонів, що знаходяться у поїздах;  
 $\alpha_{nac}$  – коефіцієнт, що враховує резерв пасажирських вагонів.

Інвентарний парк пасажирських вагонів визначається за формулою

$$N_{nac}^{ing} = N_{nac}^p \cdot (1 + \beta_{nac} + \gamma_{nac}), \quad (25)$$

де  $\beta_{nac}$  – коефіцієнт, що враховує вагони, які знаходяться у ремонті та очікуванні його;  
 $\gamma_{nac}$  – коефіцієнт, що враховує наявність вагонів спеціального призначення.

Частина вантажних вагонів неробочого парку підлягає одному з видів ремонту: капітальному (КР); деповському (ДР) або технічному обслуговуванню з відчепленням вагонів від состава (ТОВ-1 чи ТОВ-2).

Кількість вагонів, які підлягають КР, можна визначити за формулою

$$n_{кр} = w_i (n_{ni} - n_i^{нов}) + n_{1кр}, \quad (26)$$

де  $w_i$  – коефіцієнт циклічності КР  $i$ -го типу вагонів (приймається як величина, зворотна міжремонтному періоду в роках для відповідного типу вагонів);

$n_{ni}$  - кількість вагонів  $i$ -го типу в наявному парку;

$n_i^{нов}$  - кількість нових вагонів, тип яких розглядається, включених у парк за міжремонтний період;

$n_{1кр}$  – кількість вагонів, що вперше підлягають КР у році, що розглядається.

Кількість вагонів, що підлягають ДР, визначається за формулою

$$n_{др} = n_{ni} - n_{кр} (1 + \gamma), \quad (27)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт, що ураховує поставку нових вагонів, а також наявність вагонів, що пройшли КР у попередньому році.

Кількість вагонів за добу, що надходять на технічне обслуговування з відчепленням вагонів від составів (ТОВ-1 та ТОВ-2), визначають за формулою

$$n_{мов} = m_{мов1} + m_{мов2}, \quad (28)$$

де  $n_{мов1}$  - кількість вагонів, що відчіпляють від поїздів, які готують до перевезень;

$n_{мов2}$  - кількість вагонів, що відчіпляють від поїздів, які проходять станцію з переформуванням та без нього.

Кількість вагонів, що відчіпляють від поїздів, які готують до перевезень, визначають за формулою

$$n_{мов1} = n_n \frac{\beta_1}{100}, \quad (29)$$



де  $\beta_1$  – кількість відчеплень порожніх вагонів від поїздів для підготовки їх до перевезень, % .

Кількість вагонів, що відчіпляють за добу від поїздів, які проходять станцію з переформуванням, визначають за формулою

$$n_{\text{моє}2} = n_{\text{ср}} \left( N_{\text{ф}} \cdot \frac{\beta_2}{100} + N_{\text{тр}} \cdot \frac{\beta_3}{100} \right), \quad (30)$$

де  $N_{\text{ф}}$  та  $N_{\text{тр}}$  – відповідно кількість пар поїздів, що проходять станцію з переформуванням та транзитом;

$\beta_2$  – кількість відчеплень вагонів від поїздів, що проходять переформування, % ;

$\beta_3$  – кількість відчеплень вагонів від поїздів, що проходять станцію транзитом, % ;

$n_{\text{ср}}$  – середнє число вагонів у составі.

Вагони неробочого парку, що вилучені з експлуатації для виконання ремонту, створюють залишок несправних вагонів, що нормується.

Середньодобова норма залишку несправних вагонів на полігоні залізниці визначається за формулою

$$n_{\text{зал}} = \frac{1}{D_p} (n_{\text{кр}} \cdot t_{\text{кр}} + n_{\text{др}} \cdot t_{\text{др}}) + \frac{n_{\text{моє}} \cdot t_{\text{моє}}}{D_k \cdot K_{\text{моє}}}, \quad (31)$$

де  $D_p, D_k$  – число робочих та календарних днів на рік;

$t_{\text{кр}}$  - норма загального простою вагонів у КР, діб ;

$t_{\text{др}}$  - норма загального простою вагонів у ДР, діб ;

$t_{\text{моє}}$  - норма загального простою вагонів у ТОВ-1 або ТОВ-2, діб ;

$K_{\text{моє}}$  – коефіцієнт, що ураховує планову знижку числа відчеплень від составів за несправностями.

## **5 Технічне нормування експлуатаційної роботи та оперативне керування перевізним процесом залізниць**

**Виробничим планом залізниць** є технічні норми експлуатаційної роботи, які встановлюються щомісячно на основі плану перевезень.

На підставі технічних норм встановлюють планові завдання на навантаження та розвантаження вантажів, передавання вагонів, а також поїздів по стикових пунктах залізниць та відділень, утримання вагонного та локомотивного парків, а також на якісні показники використання рухомого складу.

Ці планові завдання розробляються з умов забезпечення рівномірного виконання плану перевезень у цілому, за родами вантажів та залізницями призначення. Але між тим навантаження вантажів відбувається нерівномірно протягом доби, тижня і декади як за кількістю навантажених вагонів, так і за призначенням, тому вантажні потоки мають значні відхилення від планових розмірів за обсягом та напрямками.

У зв'язку з цим з'являється необхідність в регулювальних заходах з метою виконання плану перевезень в конкретних умовах експлуатаційної роботи.

Стержнем технічного нормування є регулювання рухомого складу, тобто такого його розподілу поміж залізницями, при якому вагони своєчасно та в необхідній кількості переміщувалися б з районів, де вони у надлишку, туди, де їх не вистачає.

В основі регулювання рухомого складу лежить регулювання парку порожніх вагонів. Можна уявити ситуацію: на станцію надходить під вивантаження стільки вагонів (за різними типами), скільки їх потрібно для навантаження. У цьому випадку вагони проходили б здвоєні вантажні операції та був би відсутній порожній пробіг. Фактично коефіцієнт здвоєних операцій на залізницях близько 20 %, а навантаження більше ніж 75 % вантажів відбувається за рахунок підсилення порожніх вагонів.

Порожній пробіг вагонів виникає внаслідок нерівномірного розташування пунктів виробництва та потреби, перш за все паливних та рудно-металургійних вантажів, лісу та зерна.

Норми передавання порожніх вагонів з залізниці на залізницю встановлюють за допомогою так званих

**регулювальних завдань**, які складаються на основі плану перевезень вантажів.

Внаслідок неминучих коливань обсягів вантажів, що пред'являються до перевезень, з'являється так званий збитковий робочий парк. Це приводить до сповільнення обороту вагона та зниження маневреності станції та вантажних пунктів, а також до збільшення потреби у маневрових засобах.

Для того щоб пом'якшити наслідки вказаних коливань обсягів вантажів, що пред'являються до перевезень, частину вагонів ставлять у резерв.

Розрізняють такі види резервів вагонів:

- вагони запасу спеціального призначення;
- нормальний резерв;
- оперативний резерв, що знаходиться у розпорядженні УЗ;
- технологічний резерв, що знаходиться у розпорядженні залізниці.

Всі вагони резерву числяться в неробочому парку і їх використання регламентується спеціальними інструкціями.

Існують три типи потоків: вагонопотоки, поїздопотоки та вантажопотоки.

Основною задачею залізниць в теперішній час є не “перевезення”, а “транспортне обслуговування”. Тому в ринкових умовах на перше місце виходить проблема керування вантажопотоками. Проте зупинимось на організації вагонопотоків та поїздопотоків, які полягають в призначенні маршруту прямування та складанні порядку включення вагонів різного призначення в поїзди на технічних станціях.

Організація вагонопотоків та поїздопотоків регламентована планом формування, відповідно до якого кожному поїзду встановлюються станції розформування або розвантаження і до яких ці поїзди повинні прямувати.

При цьому важливо враховувати класифікацію поїздів (рисунок 1).



1 - маршрути формуються за місцем навантаження; 2 – поїзд формується на технічній станції; 3 – всі вагони поїзда завантажені одним відправником – відправницький маршрут; 4 – ступінчасті; 5 – всі вагони прямують на станцію на одну станцію вивантаження; 6 – вивантаження на декількох станціях; 7- швидкі та прискорені; 8 – наскрізні, що проходять без переробки хоч би через одну станцію; 9 – дільничні, що прямують без переформування по одній дільниці; 10 – збірні, від яких відчіпляють та причіпляють вагони; 11 – вивізні, які використовують для подачі вагонів з дільничних та сортувальних станцій на одну або декілька проміжних станцій та зворотно; 12 – передаточні; 13 – одно групові; 14 – групові

Рисунок 1 – Класифікація вантажних поїздів:

Основними початковими даними для оперативного керування служать: місячний, добовий та змінний плани завдання перевезення вантажів; графік руху та план формування поїздів; місячні технічні нормативи роботи залізничних підрозділів.

Перевізним процесом керують працівники служби руху. Вони здійснюють функції з використання вагонного та локомотивного парку за призначенням. Вантажні вагони використовують за призначенням знеособленим способом, що впливає з правил безперевантажувального пересування вагонів по різних залізничних мережах.

За час стоянок виконуються і технологічні операції – навантаження, розвантаження, накопичення та формування составів. Проте існує багато міжопераційних простоїв. Керування вантажопотоками дозволяє в значній мірі замінювати фактичні (або, як кажуть, статичні) резерви динамічними, які за функціями замінюють перші, але додаткових вагонів при цьому не потрібно. Цю обставину потрібно враховувати при плануванні потреби залізниць у вагонах.

Таким чином, ефективне керування потоками порожняка, поїздів та вантажів зменшує час простою вагонів, що в свою чергу впливає на зниження потрібної кількості вагонів для перевезення вантажів. Однак задачі керування потоками самі по собі складні. Тим паче, що вони різко ускладнились в теперішній час. По-перше, тепер є вагони “свої” та “чужі”, тобто інших держав СНД. По-друге, вагони розділяються за ступенем придатності під той або інший вантаж. По-третє, транспортне обслуговування передбачає підведення вагонів, що потребуються, у заданому ритмі. Тому, покладаючись на поїзну якість транспортного обслуговування, необхідне укладання договорів на обслуговування за вибраним класом обслуговування. Чим вище клас якості, тим більше знижуються стикові втрати, тим дорожче платить клієнт. Тому в останні роки іде поступове впровадження АСУ, за допомогою яких диспетчерський апарат за рахунок гнучких технологій здійснює необхідні перевезення з мінімальними резервами. Вагонній службі теж належить з часом знайти свою роль у процесі мінімізації марнотратств при перевезенні вантажів.

## **6 Способи відновлення зношених деталей вагонів**

У вагоноремонтному виробництві для відновлення повної працездатності зношених деталей використовують різноманітні технологічні способи: зварювання та наплавлення, нарощування методом гальванізації та

металізації, електричні способи, пластичну деформацію та слюсарно-механічну обробку.

При виборі способу відновлення поряд з технологічними можливостями підприємства необхідно урахувати й економічні фактори. Деталь доцільно відновлювати тільки таким способом, при якому забезпечується її надійна робота до чергового планового ремонту вагона, а вартість відновлення буде нижчою від вартості нової деталі.

Розглянемо найбільш поширені способи відновлення деталей вагона.

### **6.1 Відновлення деталей зварюванням та наплавленням**

**Зварювання** – це процес отримання нерознімних з'єднань твердих матеріалів, що здійснюється за рахунок використання міжмолекулярних і міжатомних сил зчеплення. Щоб привести ці сили в дію, треба зблизити атоми з'єднуваних матеріалів на відстані порядку  $10^{-8}$  см, тобто на такі, що приблизно дорівнюють параметрам кристалічних решіток цих матеріалів. Указаному процесу зближення сприяє нагрівання зварюваних поверхонь до розплавленого або пластичного стану і прикладання механічного зусилля стискання.

Процес зварювання та наплавлення в основному складається з трьох стадій: 1) нагрівання й розплавлення присадного матеріалу та основного металу деталі; 2) сплавлення металів та їх рафінування; 3) охолодження та кристалізація металу і утворення зварювально-наплавленого валика.

Найчастіше на вагоноремонтних підприємствах зварювання використовується для заварювання тріщин, приварювання накладок, наплавлення зношених поверхонь.

Сучасні способи зварювання класифікують за двома основними ознаками: за станом металу у процесі зварювання і за видом енергії, що використовується для

нагрівання зварюваних частин. За першою ознакою розрізняють зварювання плавленням і зварювання тиском.

При зварюванні *плавленням* кромки з'єднаних деталей (основний метал), і в більшості випадків додатковий (присадний) метал нагрівають до розплавленого стану, утворюючи загальну зварювальну ванну. Після видалення джерела теплоти метал ванни охолоджується і затвердіває, утворюючи наплавлений метал, або зварний шов, який з'єднує зварювані поверхні в єдине ціле.

При зварюванні тиском зварне з'єднання утворюється нагріванням зварюваних поверхонь до пластичного стану або до початку плавлення і додатковим прикладанням механічних зусиль стискання. Такі пластичні метали, як свинець, алюміній, мідь, нікель тощо, можна зварювати і в холодному стані лише за рахунок тиску.

За видом енергії, що застосовується для нагрівання металу, всі способи зварювання можна поділити на основні групи: електричні, хімічні, механічні і променеві.

Найважливішою є група *електричних способів*, при яких для нагрівання металу використовується електричний струм. Залежно від принципу перетворення електричної енергії в теплову, що використовується під час зварювання, розрізняють такі основні види електричного зварювання: дугове, електрошлакове, контактне, індукційне, плазмове.

До групи *хімічних способів* зварювання належать газове і термічне. Нагрівання металу при цих способах зварювання здійснюється за рахунок тепла екзотермічних реакцій окислення різних речовин, що перебувають у газоподібному або твердому стані.

До *механічних способів* зварювання належать: горнове, або ковальське, холодне тиском, тертям, вибухом і ультразвуком. При цих методах зварювання для з'єднання металів використовують відповідні види механічної енергії.

Група *променевих способів* зварювання об'єднує: електронно-променеве, лазерним та сонячним променями.

Із перелічених способів зварювання найважливішими є електричне дугове, контактне і газове.

**Наплавлення** є різновидом зварювання та полягає в тому, що на поверхню деталі наносять шар розплавленого металу для відновлення її розмірів та форми.

Класифікація видів зварювання за технологічними ознаками, що застосовується у наш час при ремонті вагонів, наведена у таблиці 1.

Велике значення для забезпечення якості зварювання має правильний вибір електродів.

**Електроди** для електродугового зварювання класифікуються за: призначенням; механічними якостями металу шва; хімічним складом стержня та покриття (обмазки); характером шлаку.

Застосування тих або інших електродів, дротів, флюсів, захисних газів та інших матеріалів для вказаних у таблиці 1 видів зварювання визначається маркою матеріалу виробів, які зварюються або ремонтуються.

Сталі, що використовуються при виготовленні вагонів та контейнерів, категорії їхньої зварюваності та умови зварювання наведені в Інструкції зі зварювання та наплавлення при ремонті вантажних вагонів та контейнерів.

Таблиця 1 – Класифікація видів зварювання за технологічними ознаками

Вид зварювання	Область застосування
1	2
Ручне дугове зварювання покритими електродами. Механізоване (напівавтоматичне) та автоматичне зварювання та наплавлення у вуглекислому газі та його суміші з киснем або (та) аргонном суцільним та порошковим дротом. Механізоване (напівавтоматичне) та автоматичне зварювання під флюсом	Ремонт та виготовлення деталей та вузлів вагонів та контейнерів, а також відновлення наплавленням їх зношених поверхонь. Виготовлення вузлів вагонів та контейнерів. Наплавлення тіл обертання та плоских поверхонь
Автоматичне зварювання під флюсом суцільним дротом	Виготовлення вузлів вагонів



Продовження таблиці 1

1	2
Контактне зварювання оплавленням	Зварювання тяг, болтів, стояків, розкосів тощо
Точкове зварювання	Виготовлення вузлів вагонів
Ручне дугове зварювання в середовищі інертних газів	Ремонт та виготовлення деталей з високолегованих сталей та кольорових металів
Наплавлення стрічковим електродом	Одно- та багатоелектродне наплавлення тіл обертання та плоских поверхонь
Електрошлакове зварювання	Ремонт хвостовика корпусу автотягача
Наплавлення пластинчатим електродом з легирующими присадками та без них	Наплавлення плоских поверхонь
Вібродугове наплавлення під флюсом та в середовищі захисних газів	Наплавлення тіл обертання
Автоматичне газопресове зварювання, зварювання " дугою, що біжить"	Зварювання труб
Газове зварювання	Ремонтні роботи допоміжного обладнання та оснастки
Електродугова металізація	Відновлення поверхонь шийок осей РУ1, РУ1Ш
Електроімпульсна обробка	Те саме
Електроіскрова обробка	Зміцнення поверхонь тертя
Індукційно-металургійний метод відновлення	Зносостійке відновлення по висоті до 1,5 мм плоских поверхонь
Наплавлення суцільним дротом: з газополум'яним захистом; у потоці повітря	Наплавлення тіл обертання та плоских поверхонь деталей

Перед проведенням зварювальних та наплавлювальних робіт матеріали, які застосовуються, мають бути підготовлені. Електроди, порошковий дріт, окрім самозахисних, та флюс повинні бути прокалені при температурі не нижче 250°C або при температурі, яка

вказана в супроводжувальному сертифікаті. Суцільний дріт, особливо той, що застосовується для зварювання у захисних газах, повинен бути очищений від бруду, мастил та продуктів корозії. Захисні гази повинні відповідати вимогам стандартів.

Перед виконанням зварювальних та наплавлювальних робіт деталі готуються до цих операцій. В елементах, які знаходяться під навантаженням, місця, що підлягають зварюванню (тріщини, зломи, дефектні шви), потрібно спочатку розвантажити та усунути деформації основного металу. Обсяг та характер робіт, які виконуються під час готування деталі до зварювання, залежить від виду дефекту. Так, при зварюванні тріщини, її спочатку розробляють (при товщині стінок деталі менше 5 мм тріщини можна не розробляти, а тільки зачистити її краї). Якщо товщина стінок більше 5 мм, то виконують V-подібну розробку країв тріщини, а при товщині стінок більше 12 мм – X-подібну.

Зварювання складальних одиниць вагонів та контейнерів повинно проводитись згідно з вимогами, які наведені в конструкторській документації на виріб.

Заварювання тріщин та зломів, підготовлених до заварювання, а також підсилення пошкоджених місць повинно проводитись з дотриманням таеих вимог:

а) тріщини у конструкціях та деталях, виготовлених із низьковуглецевої, середньовуглецевої або низьколегованої сталі, необхідно заварювати електродами типу Э42А, Э46, Э50А або механізованим зварюванням у захисних газах аналогічно зварюванню у стик.

Заварювання тріщин у деталях з товщиною стінки більше 8 мм повинно виконуватися в декілька шарів. Перед накладанням чергового шару поверхня попереднього повинна бути очищена від шлакової кірки;

б) при ремонті замкнутих тріщин рекомендується перед зварюванням провести підігрів до температури 200 – 250°С зони розділки тріщини та металу, що прилягає до неї, шириною не менше 50 мм з кожного боку тріщини;

в) при довжині тріщини більше 300 мм її треба заварювати зворотно ступінчатим способом з довжиною ступені 150 – 200 мм. Після заварювання дефекту проводять підварювання кореня шва із зворотного боку, попередньо вилучивши напливи та шлак. Для забезпечення повного проварювання наскрізної тріщини необхідно, коли це можливо, проводити двобічне зварювання або зварювання на підкладці, що залишається;

г) поверхня зварних швів після заварювання тріщин та зломів повинна зачищатися до рівня основного металу в тих випадках, коли потребується посилення цих місць накладками;

д) посилюючі накладки повинні бути виготовлені з тих марок сталі, що й деталі і конструкції вагонів, або з інших марок, які вказані в нормативно-технічній документації. Для посилення елементів вагонних конструкцій рекомендується також використовувати низьколеговані сталі марок 09Г2Д, 09Г2СД та 10Г2БД. Товщина однобічної накладки повинна бути не менше 0,8 – 1,0 від товщини основного металу деталі, двобічної - не менше половини. У накладках не повинно бути гострих кутів.

Накладки повинні перекривати заварений стик або тріщину не менше ніж на 100 мм, при неможливості цього перекриття розмір може бути зменшено до 50 мм. При приварюванні двосторонніх накладок необхідно, щоб протилежні шви були зсунуті один відносно одного не менше ніж на 30 мм. Величина катета зварного шва при приварюванні накладки повинна бути однаковою з її товщиною або меншою, але не більше ніж на 2 мм.

Заварювання дефектів у литві зі сталі та чавуну необхідно проводити згідно з ДСТУ 3183-95 "Заварювання дефектів литва із сталі та чавуну".

Наплавлення зношених поверхонь деталей та вузлів вагонів треба виконувати з дотриманням таких вимог:

а) наплавлення, як правило, повинно проводитись зносостійкими матеріалами або матеріалами, що зміцнюють, з урахуванням діючих технологій та обладнання, при цьому механічні властивості наплавленого

металу повинні бути не нижче механічних властивостей основного металу, а його твердість не повинна перевищувати меж, встановлених технічною документацією;

б) поверхня, яка наплавляється, повинна бути очищена перед наплавленням, а дефекти поверхні у вигляді ливарних раковин, виривів тощо повинні бути усунені зварюванням.

**Ручне дугове електрозварювання** на вагоноремонтних підприємствах часто використовується для усунення в деталях тріщин та зломів невеликих розмірів, коли застосування механізованих засобів зварювання недоцільно, а також при зварюванні деталей складної форми. Ручне дугове електрозварювання виконують штучними електродами, які зварник подає до зварювального виробу і переміщує в потрібному напрямку.

**Ручне дугове наплавлення** застосовується для відновлення зношених поверхонь деталей невеликих розмірів, а також при відновленні гладких та різьбових отворів діаметром менше 25 мм.

Для зварювання сталей **електроди** виготовляють із сталюого зварювального дроту за держстандартом, яким передбачено 75 його марок. З них 6 виготовляють з низьковуглецевої, 30 – з легованої і 39 – з високолегованої сталі. Всі вони мають обмежений вміст вуглецю, сірки і фосфору. Дугове зварювання стержнями зі сталюого дроту (голими електродами) не застосовується внаслідок нестійкого горіння дуги і великого насичення металу шва киснем і азотом повітря. Для підвищення стійкості горіння дуги і захисту розплавленого металу від взаємодії з повітрям на електродні стержні 5 (рисунок 2) наносять так звані товсті, або якісні, покриття 4. Їх складовими, крім стабілізуючих і клеючих (рідке скло), є шлако- і газоутворюючі речовини і розкислювачі. Для одержання наплавленого металу спеціального складу і властивостей вони містять також різні легуючі елементи. До стабілізуючих належать різні сполуки лужних (калію, натрію) і лужноземельних (кальцію) металів, які в дузі легше

іонізуються, ніж кисень і азот повітря, і цим поліпшують стійкість горіння дуги.

Шлакоутворюючими речовинами є оксиди, карбонати і інші сполуки, які вносять у покриття у вигляді мінералів (кремнезему, мармуру) і руд (титанової, марганцевої). Під час плавлення покриття вони утворюють шлаки, які покривають краплини 3 електродного металу в дузі і зварювальну ванну на металі 1 шва і цим захищають розплавлений метал від азоту і кисню повітря. Після остигання металу шва і шлаку шлакова кірка 2 легко видаляється з поверхні шва.

Для газового захисту в електродні покриття вносять різні органічні сполуки, наприклад, електродну целюлозу, які під час згоряння утворюють навколо дуги захисні газу і цим захищають розплавлений метал від взаємодії з повітрям.

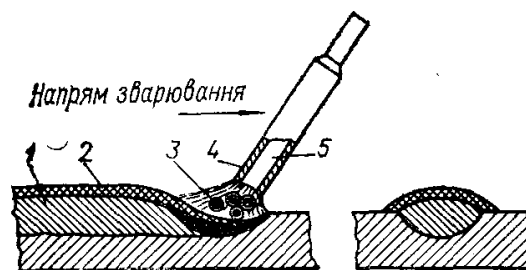


Рисунок 2 – Схема плавлення електрода з товстим покриттям

Як розкислювачі застосовують елементи, що мають більшу спорідненість з киснем, ніж залізо. До них належать марганець, титан, кремній та ін. Перебуваючи у зварювальній ванні, вони відбирають кисень від оксидів заліза, утворюючи нерозчинні в залізі оксиди відповідних елементів, які потім спливають у шлак.

Легуючими елементами є хром, марганець, вольфрам, молібден. В електродні покриття їх вносять тоді, коли електроди призначені для зварювання легованих сталей, одержання стійких проти спрацювання наплавлень тощо. Розкислювачі і легуючі елементи вносять у покриття головним чином у вигляді феросплавів.

Для виготовлення покритих електродів усі кускові матеріали шихти покриття подрібнюють, розмелюють, просіюють і змішують з рідким склом. Одержану масу наносять на електродні стержні методом опресовування. Потім електроди просушують і прокалюють.

**Режим дугового зварювання** визначається діаметром та маркою електрода, величиною зварювального струму; положенням шва у просторі і полярністю струму у випадку застосування постійного струму.

Діаметр електрода вибирають у залежності від товщини зварюваного металу, кількості шарів шва (при багат шаровому зварюванні) і положення шва у просторі. Марка електрода підбирається у залежності від марки зварюваного металу.

Сила зварюваного струму впливає на якість шва та продуктивність зварювальних робіт і вибирається у залежності від марки та діаметра електрода, положення шва у просторі та інших факторів. Для електродів, що найбільш часто використовуються при відновленні деталей, діаметром 3; 4; 5; 6 мм, при визначенні зварювального струму  $I$  можна користуватися емпіричною формулою

$$I = K \cdot d_e,$$

де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від типу електрода та його діаметра;

$d_e$  – діаметр електрода, мм.

У загальному випадку зварювальний струм визначають за формулою

$$I = (\alpha d_e - \beta) d_e, \quad (32)$$

де  $\alpha$  та  $\beta$  – дослідні коефіцієнти (для ручного зварювання стальним електродом  $\alpha = 6$ ;  $\beta = 20$ ).

При товщині металу, що зварюється, більше  $3d_e$  силу зварювального струму слід збільшити проти розрахункової

на 15 – 20 %, а при товщині металу менше  $1,5d_e$  струм потрібно зменшити на 10 – 15 %.

Продуктивність процесу зварювання та наплавлення залежить від сили струму, часу горіння дуги та марки електрода. Кількість наплавленого металу, г:

$$G = \alpha_H \cdot I \cdot t, \quad (33)$$

де  $\alpha_H$  – коефіцієнт наплавлення, г/А·год;  
 $t$  – час горіння дуги, год.

Ручне зварювання проводять при напрузі не менше 20 – 25 В. Основний час ручного електродугового наплавлення можна визначити за формулою

$$t_o = \frac{60 \cdot F \cdot \nu \cdot L \cdot A \cdot m}{\alpha_H \cdot I}, \quad (34)$$

де  $F$  – площа поперечного перетину шва, см<sup>2</sup>;  
 $\nu$  – щільність металу шва, г/см<sup>3</sup>;  
 $L$  – довжина шва, см;  
 $A$  – коефіцієнт, що залежить від довжини шва;  
 $m$  – коефіцієнт, що характеризує положення шва в просторі.

Коефіцієнти, що вказані у формулах, вибирають за довідковою літературою.

Процес електродугового зварювання чавуну ведеться на постійному струмі 120 – 150 А зворотної полярності напругою 20 – 22 В. Шов необхідно накладати короткими ділянками (10 – 15 мм) та робити перерви в роботі для охолодження місць зварювання приблизно до 60 °С.

Ручне дугове зварювання не потребує складного обладнання. Однак цей спосіб зварювання має низьку продуктивність, а якість зварювальних з'єднань в основному залежить від кваліфікації зварника.

При **автоматичному дуговому зварюванні** всі основні операції процесу (запалювання дуги, подавання зварювального дроту до виробу, підтримання постійної

довжини дуги і переміщення дуги в напрямку зварювання) механізовані.

Схему будови зварювального автомата подано на рисунку 3, а. Електродвигун 6 за допомогою механічного редуктора 5 передає обертання роликam 2, які подають дріт до виробу. Зварювальний дріт 3 подавальні ролики змотують з мотка чи бухти, розміщеної на барабані або в касеті 4, і спрямовують крізь струмопідвідний мундштук 1 у зону зварювання.

Залежно від принципу підтримання постійної довжини дуги, яка змінюється у процесі зварювання у зв'язку з нерівностями поверхні зварюваного металу, нестабільністю напруги в мережі, пробуксовуванням дроту в подавальних роликах тощо, зварювальні автомати поділяють на два типи: з автоматичним регулюванням і з саморегулюванням довжини дуги.

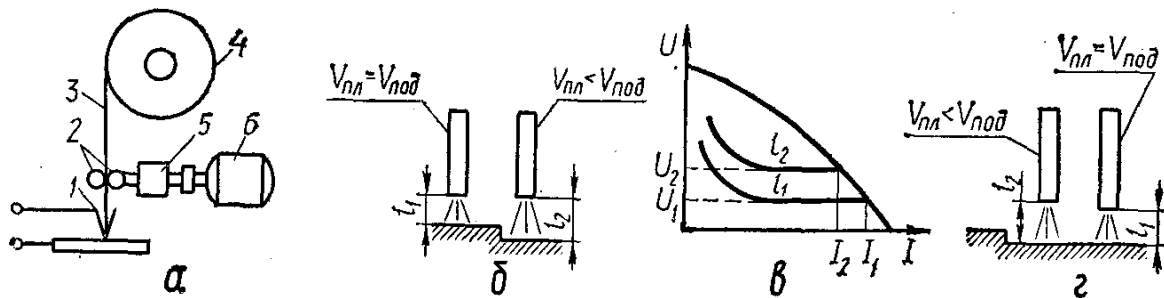


Рисунок 3 – Схеми будови зварювального автомата і процесу саморегулювання довжини дуги

В автоматах першого типу швидкість подачі дроту пропорційна напрузі на дузі. При раптовій зміні довжини дуги змінюється швидкість подачі дроту і порушена рівновага відновлюється. У зв'язку з тим, що ці автомати мають відносно складну електричну схему, застосування їх обмежене. Найпростішими і найпоширенішими є автомати, побудовані за принципом саморегулювання довжини дуги, які мають постійну швидкість подачі дроту.



Саморегулювання довжини дуги засноване на використанні залежності зміни швидкості плавлення дроту від зміни довжини дуги. При постійній швидкості подачі дроту, рівній швидкості її плавлення, і при випадковому збільшенні довжини дуги від  $l_1$  до  $l_2$  (рисунок 3, б) відносно зовнішньої характеристики джерела зварювального струму (рисунок 3, в) зменшиться струм у дузі і майже пропорційно струму зменшиться швидкість плавлення дроту. Тому швидкість подачі дроту стане більшою за швидкість її плавлення, і довжина дуги знову досягне її величини (рисунок 3, г). При зменшенні довжини дуги відбувається зворотне явище: струм і швидкість плавлення зростають і довжина дуги збільшується.

**Суть способу зварювання під флюсом.** При автоматичному дуговому зварюванні захист розплавленого металу від атмосферного повітря в зоні зварювання здійснюється за допомогою порошкоподібної речовини (флюсу), або за допомогою захисних газів. При зварюванні під флюсом до зварюваного виробу 9 (рисунок 4) подається голий дріт 1 і окремо флюс 3.

#### *Напря́м зварювання*

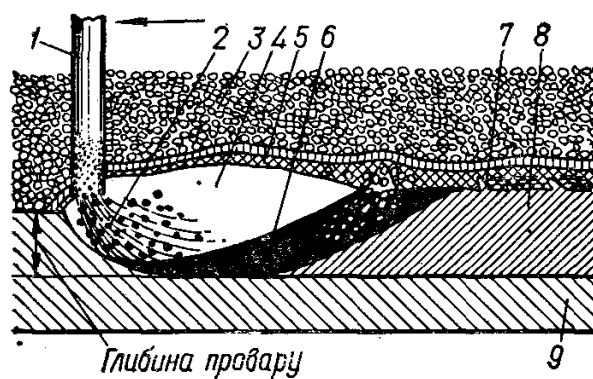


Рисунок 4 – Схема зварювання під шаром флюсу

Зварювальна дуга 2 горить під шаром флюсу між кінцем зварювального дроту і виробом у газовому пузирі 4, що утворюється навколо стовпа дуги з пари присадного та основного металів і продуктів дисоціації складових флюсу.

Розтоплена частина флюсу 5 оточує газовий пузир і вкриває зварювальну ванну 6 тонким шаром шлаку, цим самим перешкоджаючи стиканню розплавленого присадного і основного металів з киснем і азотом повітря. Після остигання металу і шлаку останній у вигляді шлакової кірки 7 легко відділяється від наплавленого металу 8. Невикористана частина флюсу відсмоктується з виробу назад у бункер за допомогою флюсовідсмоктувальних пристроїв.

**Флюси для автоматичного зварювання** так само, як і електродні покриття, повинні забезпечувати стійке горіння дуги, потрібний хімічний склад і механічні властивості наплавленого металу, добре формування зварювального шва і легке відокремлення шлакової кірки з наплавленого металу. Флюси класифікуються за : призначенням; хімічним складом; способом виготовлення; будовою часток. За призначенням вони розподіляються на флюси для зварювання вуглецевих та легованих сталей, кольорових металів та сплавів. За способом виготовлення флюси поділяються на плавлені і неплавлені, або керамічні.

Флюси уповільнюють охолодження наплавленого металу та легують його, тим самим поліпшується якість шару наплавлення.

Склад флюсу впливає на ширину та глибину шва, а також на чистоту його поверхні. Флюси з підвищеним складом фтору сприяють збільшенню глибини проварювання. Введення флюсу поліпшує якість зварного з'єднання за рахунок надійного захисту шва від впливу кисню та азоту навколишнього повітря, сприяє однорідності хімічного складу металу шва, поліпшенню форми шва, збереженню постійності його розмірів та усуненню непроварювань.

Найбільшого застосування при автоматичному зварюванні та наплавленні вуглецевих та низьколегованих сталей набули марганцевисті плавлені флюси.

**Напівавтоматичне дугове зварювання.** При напівавтоматичному дуговому зварюванні дріт діаметром 0,8...2 мм з касети напівавтомата за допомогою механізму

подачі подається до зварюваного виробу по гнучкому шлангу спеціальної конструкції. Тому ці напівавтомати називають *шланговими*. Всередині шланга вмонтовано стальну дротяну спіраль, мідний гнучкий провід і два провідники, які з'єднують пускову кнопку на тримачі, що знаходиться на кінці шланга з магнітним пускачем. Останній призначений для одночасного вмикання електродвигуна механізму подачі і джерела зварювального струму. Зварювання здійснюється під флюсом, який подається в дугу з лійки, закріпленої на кінці тримача чи у струмені захисного газу. Дугу переміщують вручну.

**Зварювання та наплавлення деталей у середовищі захисних газів.** Суть способу полягає в тому, що для захисту розплавленого металу від шкідливої дії кисню і азоту повітря у зону дуги, яка горить між зварюваним виробом і плавким або неплавким електродом, крізь сопло пальника безперервно подається струмінь захисного газу, що відтискає повітря від місця зварювання. В деяких випадках зварювання відбувається в герметичних камерах, заповнених захисним (інертним) газом.

Як захисні гази використовують одноатомні або інертні гази (аргон і гелій), які не взаємодіють з розплавленим металом, і активні гази (вуглекислий газ, водень, азот, пари води, а також їх суміші — аргон з киснем, аргон з азотом або вуглекислим газом, вуглекислий газ із киснем тощо), які частково взаємодіють з розплавленим металом.

Інертні гази використовують для зварювання хімічно активних металів, а також у тих випадках, коли необхідно отримати зварні шви однорідні за складом основного і присадного металів.

Активні гази використовують, коли задані властивості металу можна забезпечити металургійною обробкою, наприклад, відновленням, окисленням. Напівавтоматичне зварювання у середовищі вуглекислого газу має такі переваги: незначне жолоблення деталі при зварюванні; низька вартість вуглекислого газу; малі розміри дуги та зварювальної ванни, що зменшує проплавлення основної

деталі та дає можливість вести зварювання у всіх положеннях.

**Зварювання у вуглекислому газі** характеризується високою продуктивністю і низькою вартістю, внаслідок чого цей спосіб дедалі більше поширюється для зварювання маловуглецевих, низьколегованих і деяких високолегованих сталей. Вуглекислий газ для потреб зварювання добувають з відхідних газів хімічних виробництв. Поставляють його у зрідженому стані у сталевих балонах місткістю 40 л, в яких під тиском 7,5 МПа міститься 25 л рідкої вуглекислоти. При випаровуванні її утворюється 12750 л газоподібного продукту.

Вуглекислий газ при високій температурі дуги частково дисоціює на оксид вуглецю й атомарний кисень, який сприяє окисленню металу. Для нейтралізації окислювальної дії вуглекислого газу при зварюванні вуглецевих і низьколегованих сталей використовують зварювальний дріт з підвищеним вмістом марганцю і кремнію (Св-08ГСА, Св-08Г2СА).

Зварювання у вуглекислому газі здійснюють плавким електродом автоматичним або напівавтоматичним способом. Живлять зварювальну дугу від джерела постійного струму із жорсткою або зростаючою зовнішньою характеристикою при зворотній полярності.

Автоматизація зварювальних процесів (застосування пристроїв з швидкодіючими пневматичними фіксаторами та кантувачами) дозволяє підвищити продуктивність праці, виконувати зварювання у зручному положенні, зменшити трудомісткість праці, зменшити трудомісткість операцій з зачищення зварювальних швів і, таким чином, значно знизити собівартість виробу.

Застосування автоматизованого та напівавтоматизованого зварювання надає такі переваги: а) продуктивність процесу підвищується у 3 - 6 разів порівняно з ручним дуговим зварюванням обмазаними електродами; б) зменшуються витрати електроенергії та електродного металу за рахунок зменшення витрат на чад, розбризкування та чадники; в) поліпшуються умови праці, оскільки відпадає необхідність

у захисті обличчя та очей зварювача і зменшується виділення шкідливих газів у процесі зварювання.

Щодо ремонту наплавленням, то розміри деталей у місцях наплавлення повинні бути доведені до номінальних, незалежно від виду ремонту вагонів.

**Вибір режиму наплавлення** визначається розміром деталі, величиною зносу та діаметром електрода (електродного дроту). Силу струму рекомендується визначати за залежністю

$$I = 110 \cdot d_e + 10 \cdot d_e^2 \quad . \quad (35)$$

Швидкість наплавлення

$$V = \alpha_n \cdot I / G \quad , \quad (36)$$

де  $G$  – маса 1 м металу, що наплавлений, г.

Швидкість подачі електродного дроту, м/хв,

$$V_n = \frac{4\alpha_n I}{\pi d^2 v} \quad , \quad (37)$$

де  $d$  – діаметр електродного дроту, мм.

Маса металу, що наплавлена в одиницю часу,

$$G = \frac{\alpha_n \cdot I \cdot t_o \cdot K}{1000} \quad , \quad (38)$$

де  $t_o$  – основний (машинний) час наплавлення, год;  
 $K$  – коефіцієнт використання пристрою.

Частота обертання деталі

$$n = 250 \frac{V_n \cdot d^2}{h \cdot S \cdot D} \eta \quad , \quad (39)$$

де  $h$  – товщина шару, що наплавлений, мм;

- $S$  – крок наплавлення, мм;
- $D$  – діаметр деталі, мм;
- $\eta$  – коефіцієнт переходу металу електрода в основний метал деталі (для наплавлення під флюсом  $\eta = 1$ ).

**Вібродугове наплавлення** є найбільш продуктивним способом відновлення поверхні деталей. Під час вібродугового наплавлення деталі менш деформуються, ніж при електродуговому та газокисневому наплавленні.

Сутність вібродугового наплавлення полягає у тому, що електрод у процесі наплавлення вібрує з частотою 30 – 100 кол/с та амплітудою 1,5 – 2 мм, що досягається за допомогою вібратора. Процес виконується під шаром флюсу або без нього, іноді з охолоджуваною рідиною. Перед наплавленням поверхню очищують і деталь закріплюють у центрах токарного верстата, пристосованого для цієї мети. Від’ємний “–” затискувач генератора постійного струму з’єднують з деталлю, що ремонтується, додатний “+” – з електродом (зворотна полярність). Під час наплавлення деталь обертається з заданою швидкістю, а електродний дріт по мірі розплавлення безперервно подається до відновлюваної поверхні.

Вібродуговим наплавленням відновлюють зовнішні поверхні шийок валів, втулок, шпонкових та шліцьових з’єднань.

Швидкість подачі електродного дроту має важливе значення при наплавленні деталей та може бути підрахована за формулою

$$V_n = 0,1 \cdot I \frac{U}{d_e^2}, \quad (40)$$

де  $U$  – напруження, В.

Швидкість наплавлення можна визначити за формулою

$$V_n = \frac{0,785 d_e \cdot V_n \cdot \eta}{h \cdot S \cdot a}, \quad (41)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт переходу електродного матеріалу в наплавлений метал  $\eta = 0,8 \dots 0,9$ ;  
 $a$  – коефіцієнт, що враховує відхилення фактичної площі перетину наплавленого металу.

Звичайно  $V_n = (0,4 \dots 0,8)V_p$ . Частоту обертання деталі при наплавленні визначають за формулою

$$n = \frac{1000V_n}{60 \cdot \pi \cdot D}, \quad (42)$$

де  $D$  – діаметр деталі, поверхня якої наплавляється, мм.

Крок наплавлення вибирають в залежності від діаметра електродного дроту. Він у значній мірі впливає на міцність сплавлення основного металу з тим, що наплавляється. Звичайно крок наплавлення дорівнює  $(1,6 \dots 2,2)d_e$ .

Одним з основних напрямків механізації зварювальних процесів щодо відновлення деталей вагонів є автоматичне й напівавтоматичне зварювання та наплавлення порошковим дротом, який сприяє отриманню високої якості наплавленого металу і значно знижує трудомісткість зварювальних робіт.

**Плазмове зварювання та наплавлення** є перспективним методом ремонту деталей. Висока температура плазми та нейтральне середовище дозволяють отримати зварні шви та наплавлені шари малоокисленими, які мають високі механічні якості і високу зносостійкість. Як джерело теплової енергії при плазмовому наплавленні використовується струм електронної плазми.

Електронною плазмою називають дуже іонізований газ стовпа дуги, який складається з нейтральних атомів і молекул, іонів і електронів. Щоб одержати плазмову дугу співвісно стовпової дуги, яка горить між катодом і анодом, через вузький канал водоохолоджувального мідного сопла 3 спеціального плазмового пальника (рисунок 5) пропускають потік газу.

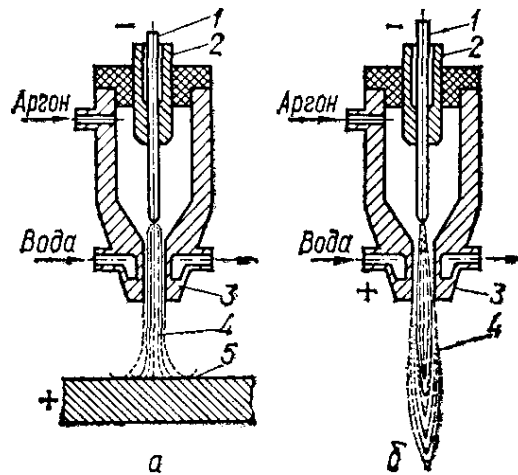


Рисунок 5 – Схеми пальників для плазмового наплавлення

При збільшенні струму стовп дуги в обмеженому стінками каналі сопла пальника розширитися не може, тому за рахунок його стиснення, а також за рахунок стиснення газовим потоком температура стовпа дуги і ступінь іонізації газу різко підвищуються. Практично майже весь газ, який проходить крізь стовп стисненої дуги, іонізується і перетворюється у плазму.

Розрізняють плазмову дугу прямої і побічної дії. Дуга 4 прямої дії (рисунок 5, а) горить між вольфрамовим електродом (катодом) 1 і виробом (анодом) 5. Температура такої дуги досягає 20000... 30000 °С. Дуга побічної дії (рисунок 5, б) горить між вольфрамовим електродом 1 і мідним соплом 3 пальника. Тиском струменя газу іонізований газовий потік видувається з сопла пальника у вигляді яскравого концентрованого полум'я 4. Його температура досягає 15000 °С і вище. Струм до вольфрамового електрода підводять крізь мундштук 2, а до корпусу пальника – близько від сопла. Щодо газу, що утворює плазму, для зварювання використовують в основному аргон.

Плазмовою дугою зварюють вуглецеві і нержавіючі сталі, тугоплавкі і кольорові метали, а також неметалеві матеріали завтовшки від кількох десятків мікрометрів і більше.

**Електроконтактне зварювання** металів відбувається за рахунок тепла, яке виділяється під час проходження



електричного струму у місці контакту деталей, що зварюються, які у процесі зварювання стискаються й утримуються під зусиллям стискання до утворення зварювального з'єднання. Цей вид зварювання є одним з найпродуктивніших.

У вагоноремонтному виробництві використовується декілька видів контактної зварювання: стикове, точкове, шовне, рельєфне.

Стикове зварювання без оплавлення країв застосовується для з'єднання елементів суцільного перерізу товщиною до 20 мм та труб діаметром до 25 мм. Вироби з більшою площиною перерізу будь-якої форми зварюють у стик шляхом місцевого оплавлення.

Точкове зварювання застосовують для з'єднання листових конструкцій, в яких треба забезпечити потрібну міцність, а забезпечення щільності не обов'язкове. Сумарна товщина листів не повинна перевищувати 10...12 мм. При точковому зварюванні складені внапуск деталі 1 (рисунк 6, а) затискають з деяким зусиллям між мідними електродами 2, через електродотримачі 3 підводиться струм від зварювального трансформатора 4.

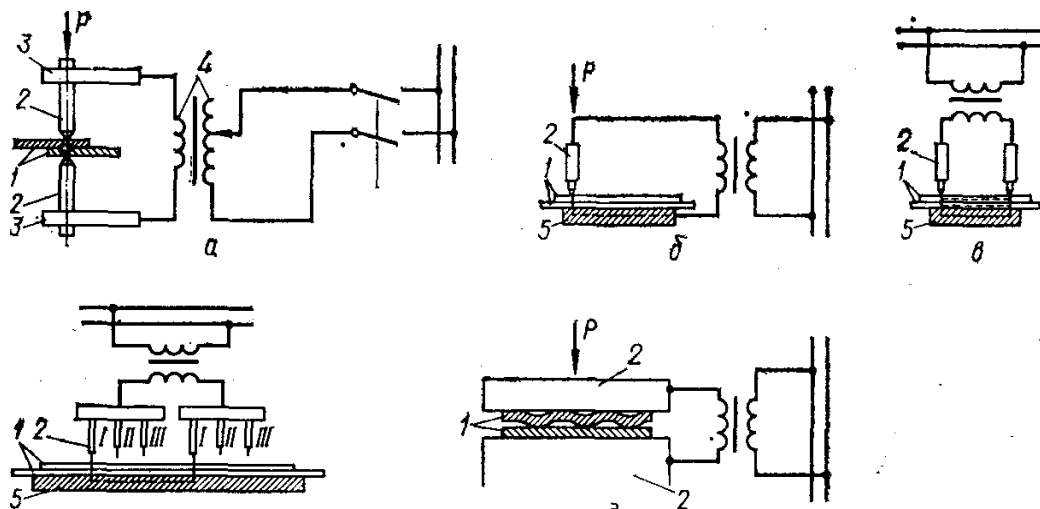


Рисунок 6 - Основні схеми точкового контактної зварювання

Нижній електрод встановлюють нерухомо, а верхній з електродотримачем переміщується за допомогою механізму стискання, який створює між електродами потрібний тиск  $P$ . Затиснувши виріб, вмикають трансформатор, і місце контакту між виробами нагрівається до утворення ядра з розплавленого металу. Наступним прикладенням зусилля осадження здійснюється процес зварювання металів, який закінчується зняттям тиску і вимкненням струму.

На точкових машинах зварюють вуглецеві, леговані, високолеговані сталі і кольорові метали.

Крім розглянутої вище основної схеми точкового зварювання, у промисловості застосовують однобічне точкове зварювання, яке буває одноточкове (рисунок 6, б), двоточкове (рисунок 6, в) і багатоточкове (рисунок 6, г). В однобічному зварюванні електроди 2 розміщують з одного боку зварюваних виробів 1, а з другого підкладають мідні або бронзові шини 5. Під час зварювання струм проходить через електроди 2, зварювані вироби 1 і мідні шини 5.

Різновидом багатоточкового зварювання є рельєфне зварювання (рисунок 6, г), при якому в одній із зварюваних деталей 1 у місцях з'єднань попередньо провадиться холодне висадження виступів. Рельєфне зварювання виконують на спеціальних зварювальних пресах між мідними плитами 2, які є електродами машини. Після попереднього стискання і ввімкнення струму відбувається одночасне нагрівання всіх виступів, а після прикладання зусилля стискання – їх зварювання.

Точкове зварювання використовується для однобічного або двобічного з'єднання внапуск або з відбортуванням тонкостінних деталей товщиною до 5 мм. Міцність зварювального з'єднання визначається діаметром точок, кроком між ними, відстанню від центру точки до краю листа та кількістю рядів точок (одно-, дво- та багаторядне з'єднання).

Для отримання щільних та міцних швів у виробках з маловуглецевих та нержавіючих сталей використовується шовне електрозварювання внапуск з відбортуванням, яке

характеризується отриманням ряду перекриваючих одна одну зварюваних точок при імпульсному подаванні напруження на ролики та деталі, що зварюються.

При **конденсаторному способі зварювання** енергія від мережі живлення нагромаджується в батареях конденсаторів. Енергія їх розрядження витрачається на зварювання. Конденсатори можуть розряджуватись безпосередньо на виріб або на первинну обмотку зварювального трансформатора.

Більш поширений другий спосіб. Таким способом здійснюють точкове, стикове і шовне конденсаторне зварювання. На рисунку 7 наведено схему точкового конденсаторного зварювання.

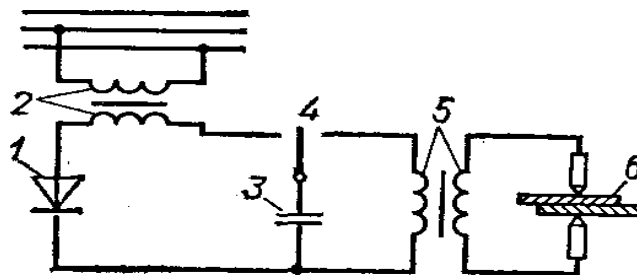


Рисунок 7 – Схема конденсаторного зварювання

Струм із мережі через невеликий підвищувальний трансформатор 2 і випрямляч 1 надходить на зарядження конденсаторів 3. За допомогою перемикача 4 конденсатори вмикаються на зарядження або розряджаються на первинну обмотку зварювального трансформатора 5 і зварювальні вироби 6.

Конденсаторне зварювання використовують переважно для з'єднання металевих виробів малої товщини у межах 0,005...2 мм. Тонкий метал (завтовшки 0,2...0,3 мм) можна приварювати до металу завтовшки 10...15 мм.

**Газокисневе зварювання.** Для заварювання дефектів лиття, а також при ремонті деталей невеликих розмірів та виробів, які виготовлені з тонколистового прокату, використовується газове (газокисневе) зварювання.

Щоб виготовити зварне з'єднання газовим зварюванням, кромки основного металу і присадний метал нагрівають до розплавленого стану полум'ям горючих газів, які спалюють за допомогою спеціальних зварювальних пальників у суміші з киснем.

Як горючий газ найчастіше застосовують ацетилен, який при згорянні в кисні дає температуру полум'я, достатню для зварювання сталей і більшості інших металів та їхніх сплавів.

Найчастіше газове зварювання застосовують при виготовленні листових і трубчастих конструкцій з маловуглецевих і низьколегованих сталей завтовшки до 3...5 мм, при виправленні дефектів у виливках із сірого чавуну і бронзи, а також для зварювання кольорових металів і їхніх сплавів.

Зварювальний пальник є основним інструментом газозварника, який призначено для змішування в потрібних пропорціях горючого газу з киснем і для створення зварювального полум'я потрібної потужності, розмірів і відповідної форми. Кожен пальник має декілька наконечників, які мають різні витрати пального газу. Режим газового зварювання визначається двома параметрами: видом зварювального полум'я; продуктивністю пальника.

За способом подавання горючого газу в камеру змішування розрізняють пальники інжекторні (низького тиску) і безінжекторні (рівного тиску). У промисловості використовують переважно пальники *інжекторні*, які придатні для використання ацетилену низького і середнього тиску. Принцип роботи цього пальника базується на підсоші ацетилену струменем кисню.

У залежності від кількісного співвідношення кисню та ацетилену, що надходять у пальник, розрізняють: а) нейтральне; б) науглеводжене; в) окислювальне полум'я, яке здійснює різний вплив на якість наплавленого металу. Найбільш високих механічних якостей наплавлений метал набуває при зварюванні сталі нейтральним полум'ям.

Від правильного вибору продуктивності пальника залежать продуктивність процесу та якість зварювання. Потужність пальника залежить від товщини металу, що

зварюється, температури його плавлення та теплопровідності:

$$Q = A \cdot h, \quad (43)$$

де  $A$  – дослідний коефіцієнт, що визначає витрати ацетилену,  $\text{м}^3/\text{год}$ , (при зварюванні металів товщиною в 1 мм :сталі –  $A = 0,10 \dots 0,12$ ; чавуну –  $A = 0,15$ ; алюмінієвого сплаву –  $A = 0,075 \dots 0,10$ );  
 $h$  – товщина металу, що зварюється, мм.

Переваги газового зварювання: простота обладнання та інструмента; можливість зварювання деталей різної товщини; виконання зварювальних робіт при різноманітних зовнішніх умовах; незалежність від джерел електроенергії. Недоліки: мала продуктивність; великі деформації виробу.

**Газопресове зварювання** застосовується для з'єднання деталей у стик і виконується на газопресових верстатах. Підігнані стики деталей затискають на верстаті, нагрівають ацетилено-кисневим полум'ям за допомогою багатополум'яного пальника, а потім, під зусиллям стискання, зварюють. За допомогою газопресового зварювання у пластичному стані металу можна отримати зварювальне з'єднання, яке за хімічним складом та механічними властивостями наближається до основного металу.

**Зварювання тертям** застосовують для виготовлення та відновлення деталей круглого перерізу, наприклад труб, стержнів, валиків гальмової важільної передачі, різальних інструментів (свердла, кінцеві фрези та ін.), які виготовлено з однорідних і різнорідних металів та ін.

Для зварювання тертям використовують перетворення механічної енергії в теплову, яка здійснюється взаємним переміщенням зварювальних поверхонь. Робота сил тертя, яка перетворюється в тепло, інтенсивно нагріває поверхні, які труться. Зварювальні поверхні нагріваються до пластичного стану, після чого їх стискають осьовими зусиллями. Зварювання тертям здійснюють на спеціалізованих зварювальних машинах обертанням або зворотно-поворотним переміщенням зварюваних деталей.

Для **лазерного зварювання** джерелом теплової енергії є потужний сконцентрований світловий промінь, який утворюють у спеціальних установках, що називаються *лазерами*. Основне використання зараз мають рубінові лазери зі штучним рубіном, до складу якого входить оксид алюмінію і невелика домішка оксиду хрому. Такий лазер складається з циліндричного рубінового стержня 1 (рисунок 8), ксенонової лампи 2, лінзи 4 і охолоджувальної системи 3.

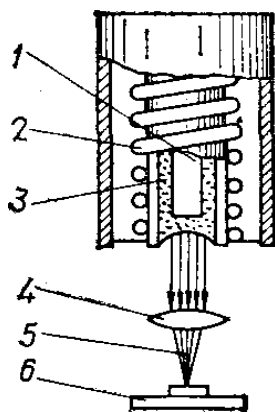


Рисунок 8 – Схема лазерного зварювання

Торці стержня відполіровані і посріблені, а той, що призначений для виходу назовні світлового променя, частково прозорий. Під час спалаху ксенонової лампи, яка живиться розрядним струмом конденсаторів, атоми хрому рубінового кристала переходять з нормального у збуджений стан. Однак через кілька мілісекунд вони знову повертаються у попередній стан, безладно випромінюючи фотони червоного світла. Потік їх уздовж осі стержня спричиняє випромінювання нових фотонів, які поперемінно відбиваються від дзеркальних торцевих граней, збільшуючи цим інтенсивність загального випромінювання. При накопиченні певного рівня фотонів вони у вигляді потоку червоного світла прориваються крізь напівпрозорий торець стержня назовні. Проїшовши крізь лінзу 4, сфокусований потік 5 попадає на виріб 6. Тривалість імпульсу випромінювання лазерного променя дорівнює тисячним і мільйонним частками секунди. Окремими точками лазерним променем можна зварювати різні метали завтовшки до

0,5 мм. Його використовують для виготовлення отворів у твердих сплавах, тугоплавких металах, алмазах, рубінах, а також для термообробки різального інструменту.

Для **зварювання вибухом** (рисунок 9) лист 3, який треба приварити по всій площі до листа 4, встановлюють на відстані 2...3 мм і під кутом  $\alpha$  до нього. На поверхню листа 3 укладають вибухову речовину 2 (порох, гексоген тощо), яка займається від запальника 1. Під час спалахування вибухівки потужна вибухова хвиля поширюється по всій поверхні листа 3 і створює на нього величезний тиск. При зіткненні зварюваних поверхонь у поверхневих шарах виникають пластична деформація і розплавлення мікроділянок, внаслідок чого і відбувається зварювання. Зварювання вибухом дає можливість з'єднати як однорідні (срібло, алюміній, титан, мідь, сталь тощо), так і різнорідні (титан і сталь, титан і мідь, алюміній і титан та ін.) метали.

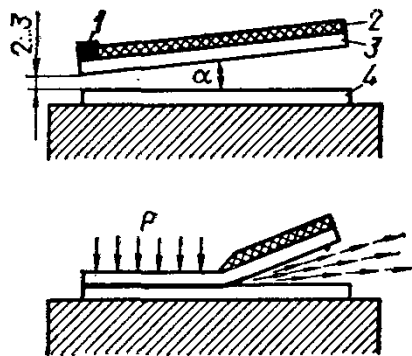


Рисунок 9 – Схема зварювання вибухом

При **електрошлаковому зварюванні** основний і присадний метали розплавляються теплотою, що виділяється під час проходження електричного струму через розплавлений шлак. У простір між кромками вертикально встановлених деталей 7 (рисунок 10) приставною сталюю або мідною планкою 1 і шлакоутримувальними мідними повзунами 4 подається флюс 10 та один чи кілька зварювальних дротів 6 діаметром 2...3 мм. Зварювання починається із збудження дуги під шаром флюсу між електродними дротами і приставною планкою.

По мірі розплавлення флюсу й утворення шлакової ванни 5 зварювальні дроти занурюються в розплавлений шлак, і горіння дуги припиняється. Проте струм продовжує протікати крізь рідкий шлак, і теплота, яка виділяється в ньому, витрачається на подальше плавлення флюсу, кромки. Під час зварювання по зігнутих струмопідвідних мундштуках 8 за допомогою системи подавальних роликів 9 безперервно надходить дріт у рідкий шлак. Автомат за допомогою коліс або спеціальних електромагнітів переміщається у вертикальному напрямку разом з повзунами. Останні, охолоджуючись текучою водою, сприяють примусовому формуванню зварного шва 2, що утворюється з ванни розплавленого металу 3. Трубою, встановленою трохи вище мундштуків 8, у зону зварювання подається флюс.

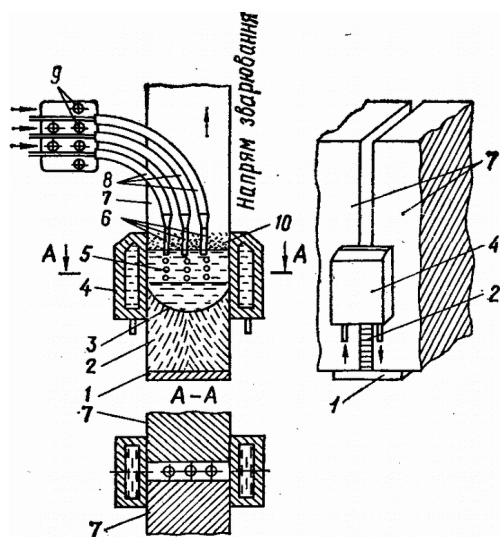


Рисунок 10 – Схема електрошлакового зварювання

Порівняно з автоматичним дуговим зварюванням електрошлакове має такі переваги: більшу продуктивність внаслідок безперервності процесу зварювання, який виконується за один прохід при будь-якій товщині металу; зменшення витрат електродного металу, тому що зварюють по зазору без обробки кромки; зменшення витрат флюсу, електроенергії, спрощення підготовки кромки.



**Індукційне зварювання** виконують нагріванням металу до пластичного стану або до оплавлення за допомогою індукційних струмів середньої (2...10 кГц) або високої (70...500 кГц) частоти з наступним стисканням деталей. Найчастіше цей спосіб застосовують для виготовлення зварних труб з подовжнім прямим або спіральним швом і армування твердими сплавами різального інструменту.

При зварюванні труб скручена заготовка 1 (рисунок 11) переміщується між обтискними роликками (показані стрілками 3) і нагрівається кільцевим індуктором 2, який має один або кілька витків. Під час проходження через індуктор струму у трубній заготовці індуються вторинні струми 4, які намагаються замкнутись по кільцевій ділянці труби у площині розміщення індуктора. Проте, зустрічаючи на своєму шляху відкриту щілину, вони відхиляються до місця зіткнення кромки, де й сходяться. Внаслідок великої густини струму метал у цій ділянці дуже швидко нагрівається до температури плавлення. При наступному обтисканні трубної заготовки обтискними роликками створюється зварне з'єднання з витисненням назовні стику розплавленого металу.

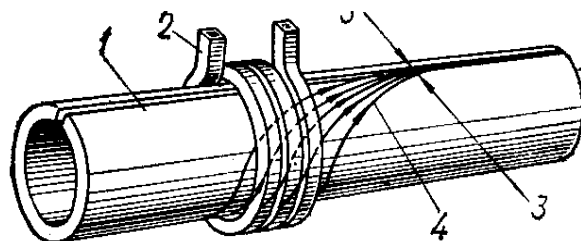


Рисунок 11 – Схема індукційного зварювання

Індукційними струмами високої частоти зварюють труби різних діаметрів – від кількох міліметрів до 1600 мм при товщині стінок 0,1...16 мм. Перевагою цього методу зварювання є можливість зварювати труби з гарячекатаної, не очищеної від окалини заготовки, що неможливо при контактному зварюванні або контактному підведенні струмів високої частоти.

**Дифузійне зварювання** ґрунтується на взаємній дифузії контактуючої пари металів, що перебувають у вакуумі  $133 \cdot 10^{-3} - 133 \cdot 10^{-5}$  Па або в середовищі інертних захисних газів, нагрітих до 400...1300 °С і стиснутих до 10...20 МПа. Нагріваються вироби індукційними струмами високої частоти, електронним променем, контактним та іншими способами.

Дифузійним зварюванням з'єднують однорідні і різнорідні метали та їхні сплави і металокерамічні вироби з металами. Основна перевага цього способу зварювання – виготовлення міцного з'єднання без помітних змін фізико-механічних властивостей зварюваних з'єднань у зоні зварювання.

**Холодне зварювання тиском** здійснюється без нагрівання, тільки за рахунок зусиль стискання. Цим методом зварюють такі високопластичні метали, як свинець, алюміній, мідь, кадмій, срібло, нікель та ін. Для виготовлення міцного з'єднання перед зварюванням слід старанно очистити вироби від оксидів і забруднень, а також застосувати великі зусилля стискання, внаслідок чого проявляться міжатомні сили зчеплення. Для холодного зварювання потрібна дуже інтенсивна пластична деформація, яка б змушувала метал текти вздовж поверхні поділу і сприяла б видаленню поверхневого шару адсорбованих газів. Оголені (ювенільні) поверхні під дією високого тиску з'єднуються в одне ціле.

Холодне зварювання тиском застосовують переважно при з'єднанні у стик або внапуск деяких алюмінієвих і мідних проводів, шин та ін.

## **6.2 Відновлення деталей гальванічним покриттям**

Зношені деталі вагонів відновлюють різними електролітичними способами. На вагоноремонтних підприємствах набули поширення хромування, сталювання, нікелювання, міднення, цинкування.

*Хромування* полягає у тому, що хром осаджується на деталь, яка ремонтується, з електроліту, в ролі якого

використовують водяний розчин хромового ангідриду (150 – 250 г/л) та сірчаної кислоти (1,5 – 2,5 г/л). Катодом є деталь, а анодом служать свинцеві або свинцево-сурм'янисті пластини. Електроліт підігрівається до температури 50 – 60 °С. Хромування проводиться при постійному струмі щільністю 25 – 50 А/дм<sup>2</sup>, напругою 6 В.

Перед хромуванням деталі шліфують, знежирюють, декапірують та декілька разів промивають у гарячій та холодній воді.

Переваги: а) не порушується термообробка деталей; б) твердість покритого шару складає НВ 500 – 1200; в) при наявності мастила пористий хром має високу зносостійкість; г) при невеликій товщині покриття шар хрому має надійне зчеплення з основним металом деталі.

Недоліки: а) при великій товщині покриття (більше 3 мм) воно відшаровується (слабке зчеплення); б) мала продуктивність процесу (відкладення шару хрому товщиною 0,015 – 0,03 мм/год); в) застосовується порівняно дефіцитний хромовий ангідрид; г) хромована поверхня погано піддається механічній обробці; д) процес гальванічного хромування відносно дорогий.

*Сталювання (озалізнення)* деталей, які ремонтуються, полягає у тому, що зношені поверхні гальванічним способом покриваються сталлю. Як електрод застосовується водяний розчин хлорного заліза (500 г/л) з невеликою кількістю хлористого натрію (100 – 250 г/л) та соляною кислотою (3 – 3,5 г/л). Електроліт підігрівається до температури 95 – 97 °С. Деталь закріплюється на підвісці-катоді. Анодом служить сталеві пластина, яка містить 0,08 – 0,1% вуглецю. Щільність струму – 10 – 20 А/дм<sup>2</sup>. Твердість осадженого шару сталі складає НВ 170 – 200.

Технологічний процес сталювання передбачає ряд послідовних операцій: 1) механічну обробку поверхонь, що відновлюються (обточування); 2) встановлення деталі на підвісний пристрій; 3) ізолювання поверхонь, які не підлягають покриттю; 4) знежирювання; 5) промивання у проточній воді; 6) декапірування; 7) промивання; 8) сталювання.

Переваги: а) дозволяє нарощувати на деталі великі шари сталі (до 5 мм); б) використовувати дешевий електроліт, який отримують шляхом травлення залізної стружки у соляній кислоті; в) досягати високої продуктивності процесу; г) щільність струму приблизно у 2,5 рази менша, ніж при хромуванні.

Недоліки: а) порівняно слабке зчеплення нанесеного шару з основним металом; б) мала твердість осажденного шару без термообробки.

*Нікелювання.* Застосовується для відновлення деталей до ремонтних розмірів. Процес нікелювання полягає у нанесенні нікель-фосфорних покриттів на поверхню деталі, що обробляється.

Готування деталей до нікелювання виконують так само, як і при хромуванні.

Після нанесення покриття деталей нагрівають до температури 350 – 380 С та витримують на протягом 0,5 – 1 години, внаслідок чого твердість нікельованої поверхні значно підвищується.

При електролітичному нікелюванні деталі завантажують у сталеві ванни, облицьовані вініпластом або покриті двома-трьома шарами гуми.

Технологічний процес нікелювання складається з таких операцій: 1) механічна обробка; 2) знежирення деталей віденським вапном; 3) промивання у холодній воді; 4) електролітичне хромування у сірко-фосфорному електроліті; 5) промивання у гарячій воді; 6) нікелювання (осадження сплаву нікель-фосфор); 7) термічна обробка; 8) механічна обробка; 9) контроль якості.

Нікельовані покриття мають меншу твердість, ніж хромові, але мають ряд переваг: а) порівняно легко обробляються; б) мають більшу в'язкість при товщині до 2 мм; в) коефіцієнт лінійного розширення близький до лінійного розширення сталі; г) потребує у три-чотири рази меншу потужність джерел постійного струму; д) витрати енергії у 20 разів менші.

Фізико-механічні якості покриття залежать від наявності фосфору у електроліті: при відсутності фосфору у

електроліті твердість НРС = 32; при наявності у електроліті фосфору 1,5% – твердість НРС=57.

*Міднення.* Застосовується для захисту поверхні окремих ділянок деталі, які не повинні підлягати насиченню вуглецем при цементації або бором при борованні. Крім того, міднення використовується для нарощування деталей (шийок валів, кілець підшипників кочення, втулок, укладок).

Для міднення використовуються ціанисті, кислі, щавлевокислі, аміачні та інші електроліти. Готування деталей до міднення таке ж, як і до хромування.

Ціанисті електроліти дозволяють отримати шар мідного покриття дрібнокристалічним, який добре зчіплюється зі сталлюю основою, і безпосередньо осаджувати мідь на сталь, чавун та інші метали та сплави.

На відміну від ціанистих електролітів, кислі мають низьку розсіювальну спроможність, тому мідь, яка осаджується, не зчіплюється з основним металом деталі. У цьому випадку при мідненні у кислих електролітах на поверхню сталіх деталей попередньо наносять шар нікелю.

*Цинкування.* У ремонтному виробництві цинкування застосовується з метою антикорозійного покриття. Цинкові покриття можна отримати у кислих та лужних розчинах.

Кислі електроліти стійкі у роботі, дають високий вихід металу по струму (96 – 98 %), але їх розсіювальна спроможність невелика. Їх застосовують, головним чином, для покриття деталей простої конфігурації.

Ціанисті електроліти відрізняються від кислих високою розсіювальною спроможністю, але мають більш низький вихід по струму (70 – 75 %) і дуже отруйні. Їх застосовують, головним чином, для покриття деталей складної конфігурації. Висока отруйність ціанистих солей призвела до розроблення менш шкідливих цинкатних та аміакатних електролітів.

### **6.3 Металізація**

Це процес нанесення розплавленого металу на поверхню за допомогою повітря. Металізація полягає у тому, що розплавлений електричною дугою метал двох

дротів розпилюється струменем стислого повітря та з великою швидкістю (140 – 150 м/с) наноситься на приготовану поверхню деталі.

Технологічний процес ремонту зношених деталей металізацією включає: а) готування деталей до металізації; б) власне металізацію; в) наступну обробку.

Готування передбачає очищення та знежирення, попередню механічну обробку поверхні для металізації, захист поверхні, що не підлягає металізації.

Після металізації деталі обробляють на металорізальних або на шліфувальних верстатах. Водночас перевіряється якість. Якщо шар не викришується, значить якість зчеплення задовільна.

Переваги: а) можна отримати товщину шару, що нарощується, до 10 мм; б) структура металу деталей, що ремонтуються, не змінюється; в) металізований шар має спроможність поглинати і утримувати мастило; г) можливо отримувати псевдосплави (наприклад, алюмінію та свинцю; міді та свинцю та ін.); д) наносити покриття на вироби з будь-якого матеріалу (сталі, бронзи, алюмінію, дерева, пластмаси, скла та ін.), будь-яких розмірів та форми; е) технологія процесу металізації та обладнання, що застосовується, порівняно нескладна.

Недоліки: а) низька механічна міцність шару, що наноситься; б) відносно мала міцність зчеплення шару, що наноситься, з основним металом деталі.

#### **6.4 Покриття полімерними матеріалами**

Полімерні матеріали широко використовуються у вагоноремонтному виробництві при відновленні окремих деталей. Ці матеріали забезпечують необхідну міцність та зносостійкість виробів, що відновлюються.

Відновлюють деталі шляхом нанесення на зношені поверхні тим або іншим способом шару пластмаси, склеювання або замазування тріщин та розривів. Полімерні матеріали застосовуються для виготовлення деталей.

У ремонтному виробництві найбільш часто застосовуються поліамідні смоли, поліетилен, волокніт, скловолокніт, прес-порошки, суміші на основі епоксидних смол, синтетичні клеї, фторопласти, термопласти та ін. Полімери, які використовуються для ремонту деталей, повинні мати: високу теплостійкість; міцність в умовах вібраційних та змінних навантажень; стійкість під впливом води, палива та мастила.

### **6.5 Електроіскрова обробка**

Цей спосіб базується на використанні електроерозії, при якій виникає нерівномірне, направлене від анода до катода, руйнування працюючої пари контактів.

Якщо у процесі електроіскрової обробки імпульсний розряд проходить у рідинному діелектричному середовищі, то з деталі, що підключена у ланцюзі як анод, знімається метал. А якщо деталь підключена як катод і процес відбувається у газовому середовищі, то на деталі відбувається відкладення металу анода, тобто нарощується шар металу. Цей процес часто супроводжується зміцненням поверхневих шарів деталі.

Електроіскрову обробку застосовують для знімання металу з деталей, які виготовлені з загартованих сталей або з твердих сплавів; для зміцнення металевих поверхонь графітом, хромом та ін.

Зміцнювати поверхні деталей можна металами та сплавами будь-якої твердості, наприклад, сормайттом, стелітом, вольфрамом та ін.

### **6.6 Обробка деталей різанням**

У вагоноремонтному виробництві цей спосіб застосовується для відновлення посадки сполук, обробки деталі під ремонтний розмір, для виготовлення нових деталей шляхом переробки більш великих, що вийшли з ладу, а також для остаточних опоряджувальних операцій при ремонті деталей, відновлених різними способами.

Обробка різанням включає в себе розточування, розвертання, шліфування, обточування, обробку деталей після зварювання, наплавлення, до та після хромування, залізнення, металізації та обробку стикових поверхонь, які мають жолоблення в результаті теплового впливу, зварювання, наплавлення та інших причин; відновлення різьби, шліців, канавок для шпонок; виготовлення нових деталей та ін.

Розвертання застосовують для остаточної підгонки отворів втулок і виконують після запресування втулки в посадкове гніздо.

При посадках з натягом між деталями, що охоплює та охоплюваної, виникають радіальні зусилля, котрі дають пружні деформації. В запресованій втулці через ці деформації зменшується внутрішній діаметр. Його підганяють за сполученою деталлю за допомогою розвертань, що регулюються.

Під час правлення без нагрівання в деталі виникають значні внутрішні напруження, в результаті чого після правлення вона поступово набуває початкової форми. При цьому знижується межа витривалості деталей. Для зняття внутрішніх напружень після такого правлення деталь необхідно витримати при температурі 400 – 450 °С протягом однієї години або 250 – 300 °С протягом декількох годин. Застосовують також правлення з місцевим підігрівом до температури 450 – 600 °С. Великі та сильно деформовані деталі правлять у нагрітому стані.

Механічні якості деталей поліпшують різними способами: накручуванням та розкручуванням, що зміцнюють; карбуванням, що зміцнює; обробкою дробом; відцентровою обробкою. Ці способи поверхнево-пластичного деформування знаходять застосування в ремонтному виробництві, головним чином, для підвищення межі витривалості деталей.

Розміри, що мають деталі при виготовленні для встановлення на нові вагони, прийнято називати *номінальними*.



Розміри, що більші або менші номінальних, називають *ремонтними*.

Під час ремонту вагонів використовують запасні частини, що мають номінальні або ремонтні розміри деталей. Зношені деталі можна обробляти, надаючи їм потрібних ремонтних розмірів.

Для визначення ремонтних розмірів деталей (рисунок 12) користуються формулами, що наведені в таблиці 2.

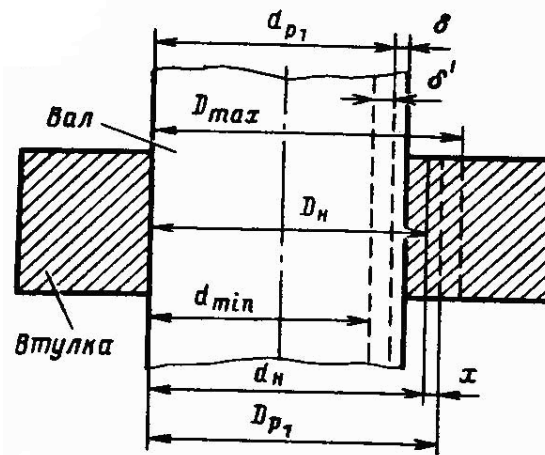


Рисунок 12 – Схема визначення ремонтних розмірів деталей

Знос та припуск визначають за формулою

$$x = 2(\delta + \delta'), \quad (44)$$

де  $\delta$  – знос вала або отвору на один бік, мм;

$\delta'$  - припуск на бік для обробки при ремонті, мм.

Кількість ремонтних розмірів для вала та отвору підраховують відповідно за формулами

$$n_{pv} = \frac{d_n - d_{min}}{x}; \quad n_{po} = \frac{D_{max} - D_n}{x}, \quad (45)$$

де  $d_{min}$  – допустимий мінімальний розмір вала, мм;

$D_{max}$  – допустимий максимальний діаметр отвору, мм.

Таблиця 2 - Формулами для визначення ремонтних розмірів деталей

Номер ремонтного розміру	Діаметр, мм	
	вала	отвору
1	$d_{p1} = d_n - x$	$D_{p1} = D_n + x$
2	$d_{p2} = d_n - 2x$	$D_{p2} = D_n + x$
3	$d_{p3} = d_n - 3x$	$D_{p3} = D_n + x$
...	.....	.....
$n$	$d_{pn} = d_n - nx$	$D_{pn} = D_n + x$

*Примітка* -  $d_n$  – діаметр вала до зносу;  $D_n$  – діаметр отвору до зносу;  $x$  – сума величин зносу та припуску на обробку;  
 $n$  – порядковий номер ремонтного розміру

У ряді випадків можна відновити посадку у сполуках, застосовуючи додаткові ремонтні деталі – втулки, кільця, накладки, планки. Наприклад, при значному зносі шийку вала проточують до меншого діаметра, а потім запресовують на неї втулку. Зовнішню поверхню втулки обробляють до отримання необхідного розміру.

Якщо зношена внутрішня циліндрична поверхня деталі, то її розточують до більшого діаметра, а потім запресовують втулку, виготовлену з того самого металу. Після запресування отвір втулки обробляють до номінального розміру. Натяг визначають шляхом обміру з'єднаних деталей. Відповідно до натягу підбирають потужність преса для запресування деталі. Товщина стінок втулок повинна бути не менше 2,5 – 3 мм для сталевих деталей та не менше 5-6 мм для чавунних.

Різьбу в отворах деталей відновлюють розсвердленням отворів та нарізанням у них різьби ремонтного розміру. В цьому випадку застосовують болти, гвинти або шпильки з більшим розміром різьби. Можна різьбу в отворах відновити встановленням пробок. Спочатку отвір з різьбою розсвердлюють і нарізають нову різьбу, а потім в отвір заверчують пробку з різьбою для болта, гвинта або шпильки. Для більш щільної посадки пробки різьбу в отворі нарізають неповну. При можливості відновити отвір з різьбою вказаним способом застосовують болти, гвинти або шпильки з більш повною різьбою.

## 6.7 Пластична деформація

Відновлення деталей цим способом застосовується для ремонту деталей, виготовлених зі сталі, бронзи та ін. Спосіб ґрунтується на пластичності металів, тобто на властивості металевих деталей без руйнування змінювати первісну форму під дією зовнішніх сил, а після припинення їх дії зберігати знову надану форму та розміри (при цьому об'єм деталі залишається постійним).

Процес відновлення деталей за допомогою пластичної деформації нічим не відрізняється від процесу обробки металів куванням та штампуванням. Відновлюють деталі цим способом як у холодному стані, так і у гарячому. Деталі з низьковуглецевих сталей з кількістю вуглецю до 0,25 %, деталі з міді, латуні, алюмінію, бронзи деяких марок можна обробляти у холодному стані, оскільки ці метали мають високу пластичність. Деталі, які виготовлені із сталі, що містять вуглецю більше 0,3 %, необхідно попередньо підігріти для збільшення пластичності металу.

До основних видів відновлення деталей за допомогою пластичної деформації належать: 1) осаджування; 2) роздавання; 3) обтиснення; 4) виправлення; 5) утискування; 6) наочування.

**Осаджування** – операція, при якій поперечний переріз деталі збільшується за рахунок її висоти. Цим способом можна відновити втулки, валики та ін.

**Роздавання** – операція, яка використовується для відновлення розмірів циліндричних порожнистих деталей, які мають знос по зовнішньому діаметру (попередньо такі деталі відпалюють). Цим способом відновлюють пальці кулісних механізмів, ролики, шліцеві втулки та ін.

**Обтиснення** – операція, яка застосовується для відновлення циліндричних порожнистих деталей, які зношені по внутрішньому діаметру (укладки підшипників, втулки та ін.).

**Виправлення** застосовується при відновленні погнутих та скручених деталей (валів, осей, стержнів, важелів та ін.).

**Утискування** використовується при необхідності збільшення зовнішніх розмірів деталей. При утискуванні

відбувається одночасно осаджування та роздавання. Цим способом відновлюють зубчасті колеса. Утискування виконують декількома проходками інструмента з поступовим поглибленням. Операцію проводять, як правило, у холодному стані. Після неї потрібна термічна обробка з метою зняття внутрішніх напружень та досягнення потрібної твердості.

**Накочування** застосовується для збільшення зовнішніх або внутрішніх розмірів деталей за рахунок витискання металу з окремих робочих поверхонь. Поверхні шийок валів та інших циліндричних деталей найчастіше накочують з метою збільшення розмірів при ослабленні нерухомих посадок.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Балабанов А.Н., Канарчук В.Е. Справочник технолога мелкосерийных и ремонтных производств. – К.: Вища школа, 1983. – 256 с.
- 2 Борзилов І.Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів: Підручник.– Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Т. 1. – 246 с.
- 3 Герасимов В.С. Технология вагоностроения и ремонта вагонов. – М.: Транспорт, 1988. – 381 с.
- 4 Гридюшко В.И., Бугаев В.П., Криворучко Н.З. Вагонное хозяйство. – М.: Транспорт, 1988. – 295 с.
- 5 Сенько В.И. Совершенствование организации технического обслуживания и текущего ремонта грузовых вагонов. – Гомель: БелГУТ, 2002. – 178 с.
- 6 Устич П.А. Система технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов: Учеб. пособие. – М.: МИИТ, 1989. – 153 с.
- 7 ЦРБ-0004 Правила технічної експлуатації залізниць України.
- 8 ЦШ-0001 Інструкція з сигналізації на залізницях України.
- 9 ЦД-0001 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України.
- 10 ЦВ-ЦЛ-ЦТ-0014 Інструкція по ремонту і обслуговуванню автозчіпного пристрою рухомого складу залізниць України.
- 11 ЦВ-ЦЛ-0013 Інструкція з ремонту гальмового обладнання вагонів.
- 12 ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 Інструкція по експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України.
- 13 ЦВ-0015 Інструкція по ремонту візків вантажних вагонів.

14 ЦВ/3964 Типовая инструкция по технике безопасности осмотрщикам вагонов и слесарям по ремонту подвижного состава.

15 ЦВ-0030 Керівництво з технічного обслуговування з відчепленням. Вантажні вагони залізниць колії 1520 мм.

16 №115-Ц Правила експлуатації пономерного обліку і розрахунків за користування вантажними вагонами власності інших держав.