

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

„ВАГОНРЕМОНТНІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ”

Харків – 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 05 вересня 2011 р.,

протокол № 2.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форм навчання, а також слухачів ІППК спеціальності 7.07010502 „Вагони та вагонне господарство”.

У методичних вказівках детально наведена методика розрахунку основних параметрів конвеєрів потокових ліній і їх вибір залежно від вагонів, що ремонтуються, їх вузлів і деталей. Також наведена методика розрахунку основного обладнання, що використовується в цехах, дільницях і відділеннях вагоноремонтних підприємств, і алгоритм розрахунку пневматичних і гідравлічних приводів вагоноремонтних машин та обладнання.

Укладачі:

старші викладачі В.Г. Равлюк,
М.Г. Равлюк,
викл. С.Д. Урсатий

Рецензент

проф. І.Д. Борзилов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

„ВАГОНРЕМОНТНІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ”

Відповідальний за випуск Равлюк В.Г.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 29.09.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Вагони”

**Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни
„ВАГОНРЕМОНТНІ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ”**

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 05 вересня 2011 р., протокол № 2.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форм навчання, а також слухачів ІППК спеціальності 7.07010502 „Вагони та вагонне господарство”.

У методичних вказівках детально наведена методика розрахунку основних параметрів конвеєрів потокових ліній і їх вибір залежно від вагонів, що ремонтуються, їх вузлів і деталей. Також наведена методика розрахунку основного обладнання, що використовується в цехах, дільницях і відділеннях вагоноремонтних підприємств, і алгоритм розрахунку пневматичних і гідравлічних приводів вагоноремонтних машин та обладнання.

Укладачі:

старші викладачі В.Г. Равлюк,
М.Г. Равлюк,
викл. С.Д. Урсатий

Рецензент

проф. І.Д. Борзилов

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Розрахунок параметрів конвеєрів	6
2	Механізація та автоматизація ремонтних робіт у цеху, дільниці або відділенні, вибір і розрахунок потрібної кількості обладнання	16
3	Приводи вагоноремонтних машин та обладнання	27
3.1	Опис приводів вагоноремонтних машин та обладнання ...	28
3.2	Алгоритм розрахунку пневматичних і гідравлічних приводів	31
3.3	Методика розрахунку особливих параметрів пневматичних приводів	32
3.4	Методика розрахунку особливих параметрів гідравлічних приводів	32
	Список літератури	38
	Додаток А (довідковий)	40
	Додаток Б (довідковий)	41
	Додаток В (обов'язковий)	43
	Додаток Г (обов'язковий)	44
	Додаток Д (обов'язковий)	45
	Додаток Е (обов'язковий)	49
	Додаток Ж (обов'язковий)	55
	Додаток И (обов'язковий)	56
	Додаток К (обов'язковий)	57

ВСТУП

У вагонному господарстві механізація робіт має важливе значення. Завдяки використанню різноманітних засобів механізації можна в декілька раз зменшити трудомісткість і собівартість ремонту вагонів, а також підвищити продуктивність праці та поліпшити санітарно-гігієнічні умови на вагоноремонтному підприємстві.

Потреба в розробленні та впровадженні сучасних вагоноремонтних машин, устаткування та обладнання на вагоноремонтних підприємствах обумовлена порівняно низьким рівнем механізації та автоматизації виробництва, а також соціальними факторами.

Постачання й експлуатація вагонів різного конструктивного виконання, оснащення їх складними системами й обладнанням, старіння експлуатаційного парку вагонів, рівень заробітної плати працівників значною мірою обумовлюють необхідність комплексної механізації всіх вагоноремонтних підприємств.

Для цього потрібно підвищити темпи створення і введення сучасних вагоноремонтних машин, обладнання, установок і транспортуючих засобів, що забезпечать прискорення оновлення рухомого складу та інших технічних засобів транспорту.

Головна мета дисципліни полягає у формуванні в майбутніх інженерів знань і практичних навичок у вирішенні завдань щодо забезпечення процесу перевезень справними вагонами, що гарантує комфорт пасажирів, збереження вантажів і безпеку руху поїздів.

Ця дисципліна є узагальнюючою та завершальною в комплексі спеціальних дисциплін. У процесі її вивчення студент виконує та захищає самостійну (контрольну – для заочного навчання) роботу. При цьому особлива увага повинна бути приділена перспективам удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту (ТОР)

вагонів; сучасним вагоноремонтним машинам, устаткуванню та обладнанню, які беруть участь у ТОР вагонів; автоматизованим системам управління виробничими процесами; комплексній механізації та автоматизації процесів ТОР вагонів.

Метою проведення практичних занять є закріплення знань лекційного матеріалу, а також виконання необхідного розрахунку та вибору:

- основних параметрів конвеєрів потокової лінії залежно від вагонів, що ремонтуються, їх вузлів і деталей;
- основного обладнання, що використовується в цехах, дільницях і відділеннях вагоноремонтних підприємств (ВРП).

Самостійна (контрольна) робота визначає ступінь підготовки студента до вирішення питань раціональної організації виробництва і технології ТОР вагонів в експлуатації на основі новітніх досягнень науки, техніки і прогресивних форм організації праці.

Методичні вказівки рекомендовано застосовувати при виконанні курсового та дипломного проекту.

1 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КОНВЕЄРІВ

Конвеєр не тільки механізує пересування об'єктів виробництва по позиціях, а й рівномірним своїм переміщенням обумовлює ритмічність і безперервність процесу. Параметри конвеєрів поточкових ліній (такт, швидкість руху несучого органу конвеєра, крок конвеєра, довжина несучого органу конвеєра та ін.) вибираються та розраховуються залежно від організаційної структури виробничого процесу та характеру переміщення виробів на поточковій лінії.

Якщо задані швидкість руху конвеєра v_k і його крок l_k (відстань між осями суміжних позицій, що визначається виходячи з довжини виробу, який ремонтується, та проміжку між суміжними позиціями), то такт роботи конвеєра, год, складе:

– для конвеєра з **безперервним рухом**

$$r_{kn} = \frac{l_k}{v_k}, \quad (1)$$

де l_k – крок конвеєра, м;

v_k – швидкість руху конвеєра, м/с;

– для конвеєра з **перервним (пульсуючим) рухом**

$$r_{kn} = \frac{l_k}{v_k} + t_{np}, \quad (2)$$

де t_{np} – час, протягом якого конвеєр стоїть нерухомо після кожного переміщення, а виріб обробляється, год.

Із наведених вище рівнянь видно, що параметри будь-якого конвеєра залежать насамперед від такту конвеєра.

Швидкість руху конвеєра визначається за формулою

$$v_k = \frac{l_k \cdot N_g}{F_k \cdot K_g}, \quad (3)$$

де F_k – час роботи конвеєра в зміну, год;

N_g – план випуску виробів з конвеєра в одну зміну, шт.;

K_g – кількість виробів на одній позиції, шт.

Швидкість несучого органу конвеєра безперервної дії може бути розрахована за середньою продуктивністю або темпом роботи потокової лінії за формулою

$$v_k = \Pi_{cpl} \cdot l_k, \quad (4)$$

де Π_{cpl} – середня продуктивність потокової лінії, шт/год.

Розраховану в такий спосіб швидкість доводиться збільшувати або зменшувати відповідно до підвищення або зниження такту роботи виконавців у зв'язку з затримками та неполадками в роботі. Діапазон регулювання швидкості рекомендується приймати не менше 1,6 в обидва боки, тобто

$$v_{max} = 1,6v_k; \quad v_{min} = \frac{v_k}{1,6}; \quad \frac{v_{max}}{v_{min}} = 1,6^2 \approx 2,5.$$

Зазвичай весь діапазон швидкостей від v_{min} до v_{max} ділиться на ряд ступенів ($8 \div 10$), які перемикаються відповідними коробками швидкостей або положенням важелів керування варіаторів. Ці ступені повинні бути визначені та по кожній з них мають бути зроблені відповідні технологічні розрахунки.

Залежно від положення робітника відносно конвеєра визначається та ділянка, на довжині якої робітник легко, без напруження, може взяти з конвеєра та покласти на нього виріб. Ця ділянка називається **робочою зоною виконавця**, довжина якої L_{pz} визначається залежно від положення робітника щодо конвеєра.

Час, за який конвеєр проходить відстань між суміжними позиціями потокової лінії, становить

$$t_{mp} = \frac{l_2}{v_k}, \quad (5)$$

де l_2 – відстань між суміжними позиціями потокової лінії, м.

Коефіцієнт втрат технологічного часу $\eta_{нк}$, пов'язаний з витратою часу на переміщення об'єктів праці, складе

$$\eta_{нк} = \frac{t_{mp}}{r_{кп}} + \frac{\Theta_n \cdot t_{mp}}{F_k \cdot 60}. \quad (6)$$

Кількість робочих позицій Θ_n на конвеєрі визначається на основі прийнятого технологічного процесу з урахуванням кількості синхронізованих і погоджених з тактом потоку операцій, що виконуються,

$$\Theta_n = \frac{T_p}{r_{кп}} = \frac{Q_г \cdot K_г}{r_{кп} \cdot p}, \quad (7)$$

де T_p – трудомісткість робіт, що виконуються на всіх позиціях конвеєра, люд. год;

$Q_г$ – трудомісткість ремонту одного виробу, люд. год;

$K_г$ – кількість виробів на одній позиції, шт.;

p – кількість робітників, зайнятих на конвеєрі, люд.

Компактність робіт – це кількість одночасно працюючих робітників на одній позиції, визначається за формулою

$$p_n = \frac{L_n}{l_{\min}}, \quad (8)$$

де L_n – лінійний розмір позиції, м;

l_{\min} – найменший розмір робочого місця для одного робітника, м.

Рекомендована величина p_n :

- для чотиривісних вісних вантажних вагонів – $3 \div 5$;
- для пасажирських та інших вантажних вагонів – $4 \div 8$.

Тривалість циклу $T_{\text{ци}}$ ремонту, оброблення або складання одного виробу на конвеєрі можна підрахувати за формулою

$$T_{\text{ци}} = \Theta_n \left(t_{\text{нр}} + \frac{l_{\kappa}}{v_{\kappa}} \right) = \Theta_n \cdot r_{\text{кн}}. \quad (9)$$

Довжину робочої частини конвеєра L_p розраховують виходячи з лінійних розмірів позицій (візків, стендів) і їх кількості, міжпозиційних проміжків і кроку конвеєра за формулою

$$L_p = l_{\kappa} \Theta_n = (l_1 + l_2) \cdot \Theta_n, \quad (10)$$

де l_1 – довжина обробляючого виробу (по осі руху) або довжина візка конвеєра, якщо вона більше від довжини виробу, мм.

При безперервному русі конвеєра довжина робочої зони (позиції) l_{pz} , тобто відстань, яку пройде виріб за період виконання робіт в окремій зоні технологічного режиму, визначається за формулою

$$l_{\text{pz}} = v_k \cdot r_{\text{кн}}. \quad (11)$$

Звідси

$$v_k = \frac{l_{\text{pz}}}{r_{\text{кн}}}. \quad (12)$$

Час знаходження в зоні заданого технологічного режиму t_p , довжина ділянки l_{pz} , на якій проводиться операція, і швидкість руху конвеєра v_k пов'язані між собою такими співвідношеннями:

$$t_p = \frac{l_{pz}}{v_k}; \quad l_{pz} = v_k \cdot t_p; \quad v_k = \frac{l_{pz}}{t_p}. \quad (13)$$

Крок підвісок транспортного конвеєра визначають залежно від заданої продуктивності, швидкості конвеєра та габаритних розмірів вантажу за формулою

$$l_k = \frac{60 \cdot v_k \cdot a}{\Pi_k} \geq l_{\min}, \quad (14)$$

де Π_k – задана продуктивність, шт./год;

a – кількість виробів на одній підвісці, шт.;

l_{\min} – найменший допустимий крок підвіски, м.

Довжина ланцюга конвеєра

$$L_{лк} = 2L_p + z \cdot l_l, \quad (15)$$

де z – число зубів зірочки конвеєра, шт.;

l_l – крок ланцюга, м.

Довжина стрічки конвеєра

$$L_{ск} = 2L_p + \pi D_k, \quad (16)$$

де D_k – діаметр барабанів конвеєра, м.

Довжина ланцюга конвеєра повинна бути кратна кроку комірок (колисок), тобто відстані між центрами сусідніх комірок або колисок. Розрахунковий крок комірок конвеєра повинен бути кратним кроку ланцюга і включати парне число ланок ланцюга. Крок конвеєра залежить від габаритних розмірів виробу, що транспортується.

Загальна довжина конвеєра складе

$$L_{заг} = L_p + L_n + L_H + 2 \cdot l_{зв}, \quad (17)$$

де L_n і L_H – доповнювальна довжина для розміщення приводного і натяжного пристроїв конвеєра, м;

$l_{зв}$ – довжина майданчика для завантаження і приймання виробів, що обробляються, м.

Площа, зайнята конвеєром, розраховується за формулою

$$S_k = (B_k + 2 \cdot B_{np}) \cdot L_{заг}, \quad (18)$$

де B_k – ширина конвеєра, м;

B_{np} – ширина проходів по обидва боки від конвеєра, м;

$L_{заг}$ – загальна довжина конвеєра, м.

Параметри підвісних конвеєрів розраховуються таким чином.

Крок підвісок визначається за формулою

$$l_k = l_{max} + 0,2, \quad (19)$$

де l_{max} – найбільша довжина виробу в напрямку руху конвеєра, м.

При похилому положенні конвеєрів крок підвісок визначають за формулою

$$l_k \cos \alpha_{max} \geq l_{max} + 0,2, \quad (20)$$

де α_{max} – найбільший кут підйому на вертикальному перегині конвеєра.

Швидкість руху конвеєра розраховується за формулою

$$v_k = \frac{\Pi \cdot l_k}{60 \cdot K_B}, \quad (21)$$

де Π – продуктивність верстата або агрегату, включеного в лінію, шт./год;

K_B – кількість виробів на одній підвісці, шт.

Масу одного метра холостої гілки визначають за формулою

$$q_o = \frac{G_n}{l_k} + \frac{G_{\text{вз}}}{l_{\text{квз}}} + G_{\text{мл}}, \quad (22)$$

де G_n – маса підвіски, кг;

$G_{\text{вз}}$ – маса візка (додаток А, таблиця А.2), кг;

l_k – крок підвіски, м;

$l_{\text{квз}}$ – крок візка, м;

$G_{\text{мл}}$ – маса одного метра тягового ланцюга, кг.

Масу одного метра завантаженої гілки визначають за формулою

$$q_{\text{зз}} = q_o + \frac{K_g \cdot G_g}{l_k}, \quad (23)$$

де G_g – маса вантажу (одного виробу), кг.

Потужність електродвигуна визначають за формулою

$$N_{\text{нк}} = \frac{v_k \cdot W_m}{60 \cdot 1020 \cdot \eta}, \quad (24)$$

де v_k – швидкість конвеєра, м/с;

W_m – тягове зусилля конвеєра, кН;

η – коефіцієнт корисної дії передавального механізму, $\eta = 0,7$.

Тягове зусилля, кН, може бути визначене з достатньою точністю за наближеною формулою:

— для вантажоведучих і візкових конвеєрів

$$W_m = (2500 \div 8000) \kappa_{\text{вм}} \cdot m, \quad (25)$$

де $\kappa_{\text{вм}}$ – кількість виробів на конвеєрі, що одночасно транспортуються, шт.;

m – вага виробу, Н;

— для пластинчатих конвеєрів

$$W_m = (1,1 \dots 1,2) \cdot (\kappa_{\text{вм}} \cdot m + q \cdot B \cdot L_{\text{заг}}) \cdot \omega, \quad (26)$$

де q – умовна вага настилу, Н/м², $q = 1300 \div 2100$;

B – ширина настилу, м;

$L_{\text{заг}}$ – довжина конвеєра, м;

ω – коефіцієнт опору руху: від 0,3 до 0,4 при ковзанні тягового ланцюга по напрямних; від 0,12 до 0,16 при переміщенні тягового органа по роликах з підшипниками ковзання; від 0,05 до 0,08 при переміщенні тягового органу по роликах з підшипниками кочення;

— для роликівих конвеєрів

$$W_m = (1,1 \dots 1,2) \cdot \left(G_p n_p + \frac{m l_p \kappa_{\text{вм}}}{L_{\text{вир}}} \right) \cdot \omega, \quad (27)$$

де G_p – вага ролика, = 11 ÷ 35; 21 ÷ 53; 32 ÷ 110; 80 ÷ 300; 192 ÷ 460;

n_p – кількість роликів, шт.;

l_p – крок розташування роликів на конвеєрі, = 50, 60, 80, 100, 125, 200, 250, 315, 400, 500, 630 мм;

$L_{\text{вир}}$ – довжина виробу, що транспортується вздовж конвеєра, м (додаток II);

— для підвісних конвеєрів

$$W_m = 2q_{\text{зг}} \cdot L_{\text{заг}} \cdot g, \quad (28)$$

де $L_{заг}$ – загальна довжина конвеєра, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 (при розрахунку прийняти $g = 10 \text{ м/с}^2$).

При проектуванні підвісного штовхального конвеєра його ділять на ділянки при довжині кожної ділянки $l_{діл} = 100 \div 150$ м. Усі ділянки фіксуються на пульті керування. Кількість ділянок знаходять із виразу

$$n_{діл} = \frac{L_{заг}}{l_{діл}}. \quad (29)$$

При великій довжині конвеєра передбачається кілька приводних станцій, відстань між якими $l_{nc} = 300 \div 400$ м.

Кількість приводних станцій визначається за формулою

$$n_{пр} = \frac{L_{заг}}{l_{nc}}. \quad (30)$$

Відстань між підвісками приймають $l_{нід} = 1500 \div 2000$ мм. Кількість підвісок $n_{нід} = L_{заг} / l_{нід}$. Маса підвісок залежить від маси вантажу. Маса підвісок коліскового типу становить $G_{кп} = 0,6 G_{в}$, гачкових підвісок – $G_{гп} = 0,1 G_{в}$, поличних підвісок – $G_{пп} = 1,5 G_{в}$. Маса вантажу на всіх підвісках повинна бути однаковою. Масу вантажу, що переміщується на одній підвісці, приймають рівною $G_{в} = (150 \div 250)$ кг. Швидкість конвеєра практично приймають у межах $v_k = (0,1 \div 1,15)$ м/с.

Розглянемо приклад розрахунку підвісного конвеєра для транспортування деталей гальмівної важільної передачі пасажирського вагона на потоковій лінії деповського ремонту виходячи з таких умов:

- продуктивність 17 комплект./год;
- такт 5 хв;

- загальна довжина 75 м;
- маса деталей, що транспортуються 20 кг;
- найбільша довжина виробу в напрямку руху 2000 мм;
- маса підвіски 2,8 кг.

Розв'язання:

1 Визначаємо крок підвіски та швидкість руху конвеєра за формулами (19) і (21):

$$l_k = 2,0 + 0,2 = 2,2 \text{ м},$$

$$v_{нк} = \frac{17 \cdot 2,2}{60 \cdot 1} = 0,62 \text{ м / хв.}$$

2 Знаходимо масу одного метра холостої гілки. Приймаємо, що $l_k = l_{кв}$. Крок тягового ланцюга приймаємо 2000 мм. Маса підвісок визначається за формулою

$$G_{zn} = 0,1 \cdot G_g = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ кг.}$$

Масу візка при кроці ланцюга 2000 мм приймаємо $G_{вз} = 8$ кг. Маса одного метра тягового ланцюга при кроці 2000 мм дорівнює 9,8 кг. Підставляючи значення у формулу (22), отримаємо

$$q_o = \frac{2,8}{2,2} + \frac{8}{2,2} + 9,8 = 14,7 \text{ кг.}$$

3 Знаходимо масу маса одного метра завантаженої гілки за формулою (23)

$$q_{зг} = 14,7 + \frac{1 \cdot 20}{2,2} = 23,79 \text{ кг.}$$

4 Знаходимо тягове зусилля за формулою (28)

$$W_m = 2 \cdot 23,79 \cdot 75 \cdot 10 = 35685 \text{ Н.}$$

5 Знаходимо потужність, що споживається електродвигуном, за формулою (24)

$$N_{нк} = \frac{0,62 \cdot 35685}{60 \cdot 1020 \cdot 0,7} \approx 0,52 \text{ кВт.}$$

На підставі наведеного розрахунку вибирається електродвигун (додаток Б). У цьому випадку може бути прийнятий електродвигун типу АОЛ-32-4 потужністю 1,0 кВт із частотою обертання 1410 об/хв.

2 МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕМОНТНИХ РОБІТ У ЦЕХУ, ДІЛЬНИЦІ, АБО ВІДДІЛЕННІ, ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПОТРІБНОЇ КІЛЬКОСТІ ОБЛАДНАННЯ

Згідно зі стандартами єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), вибір технологічного обладнання повинен виконуватися з урахуванням типу виробництва та його організаційної структури, виду виробу та програми його випуску (ремонт), характеру технологічного процесу, можливості групування операцій, можливості застосування існуючого обладнання та стандартної оснастки, рівномірного завантаження обладнання, що є в наявності.

Вибір засобів контролю повинен бути заснований на забезпеченні заданих показників контролю й аналізі витрат на реалізацію процесу контролю у встановлений відрізок часу при заданій якості виробу.

Встановлюються обов'язкові показники процесу контролю:

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

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

Спеціальне технологічне обладнання повинно проектуватися з найбільшим використанням стандартних деталей і складальних одиниць. При виготовленні нових деталей об'єктом обробки служить сортовий метал або інший матеріал, з якого роблять заготовки – кування, відливки, відрізки.

У ремонтному виробництві об'єктом обробки є деталі, що відновлюються, у яких в експлуатації змінюються розміри, форми та якість робочих поверхонь. Тому проектування технологічного процесу ремонту пов'язано з ретельним вивченням службового призначення деталей, ступеня зносу та пошкодження, аналізом технічних умов на виготовлення та вказівок на складання. При виборі способу відновлення необхідно враховувати можливі зміни структури та механічних властивостей основного металу. Прийнятий спосіб відновлення повинен забезпечити твердість, що вимагається, високу зносостійкість, необхідні розміри робочих поверхонь.

Вибір обладнання цеху (дільниці, відділення) повинен проводитися з урахуванням досвіду роботи передових вагоноремонтних підприємств. Має застосовуватися сучасне високопродуктивне обладнання.

Технологічна оснастка та обладнання, що використовується на вагоноремонтних підприємствах, умовно можна розділити на групи з урахуванням виконуваних робіт:

- діагностика та неруйнівний контроль;
- верстатне обладнання;
- зварювально-наплавлювальне обладнання;

- стенди для розбирання, комплектування та монтажу основних вузлів;
- вантажопідйомні механізми та обладнання;
- мийні машини;
- інше технологічне обладнання та оснастка (включаючи нестандартне).

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

Вихідними даними для розрахунків є:

- річна програма випуску виробів цехом (дільницею, відділенням);
- нормативні показники (норма часу, добова або годинна продуктивність, трудовитрати, норма витрат матеріалів) на одиницю продукції по кожній операції, що виконується з використанням технологічного обладнання;
- дійсний річний фонд робочого часу обладнання;
- технологічний процес виготовлення або ремонту.

При розрахунку необхідної кількості обладнання використовується ряд методик.

Необхідна кількість визначеного обладнання в загальному вигляді розраховується за формулою

$$O = \frac{N_e \cdot C_a}{F_{e\text{ об}} \cdot \eta_o}, \quad (31)$$

де N_e – річна програма ремонту виробів, од;

C_a – агрегатомісткість або верстатомісткість ремонту одиниці виробу (додаток В);

$F_{e\text{ об}}$ – ефективний річний фонд робочого часу обладнання

(додаток Г), год;
 η_o – коефіцієнт використання робочого часу обладнанням (додаток Д).

Розрахункове значення „О” повинно бути округлене до цілого числа в більший бік.

Розрахункова кількість обладнання, що використовується при діагностиці та неруйнівному контролі, визначається:

– за нормою часу T_{um} на операцію (додаток Е)

$$O_{cm} = \frac{N_v \cdot T_{um}}{F_{eo} \cdot t}, \quad (32)$$

де T_{um} – штучний час на оброблення виробу на даному типі обладнання (додаток Е), люд. год;

F_{eo} – ефективний річний фонд робочого часу обладнання при роботі в одну зміну (додаток Г), год;

t – кількість змін роботи обладнання за добу;

– за продуктивністю обладнання

$$O_{cm} = \frac{N_v}{B \cdot F}, \quad (33)$$

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

F – річний фонд робочого часу обладнання в добах, год.

Розрахунок необхідної кількості верстатного обладнання проводиться:

– за нормою часу T_{um} на операцію

$$O_{вер} = \frac{N_{\epsilon} \cdot T_{шт}}{F_{eo} \cdot t}, \quad (34)$$

– за годинною продуктивністю обладнання

$$O_{вер} = \frac{N_{\epsilon}}{W \cdot F_{eo} \cdot t}, \quad (35)$$

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

– за кількістю робітників, зайнятих на виконанні операцій на верстатах певного типу

$$O_{вер} = H \cdot N_{\epsilon}, \quad (36)$$

де H – норматив чисельності робітників, віднесених на річну програму ремонту вагонів.

Металоріжучі верстати розподіляються за типами у такому співвідношенні:

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

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

При визначенні річної програми роботи верстатів використовуються такі положення:

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

відчепленням від составів;

- із загальної кількості колісних пар 10 % направляються на ВРЗ або ВКМ;
- обточують по колу кочення 35 % колісних пар.

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

$$N_{кп} = 4 \cdot (N_{\epsilon} + N_{ПТО}) \cdot 0,9, \quad (37)$$

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

Кількість деревообробних верстатів можна визначити за формулою

$$O_{вер}^{дер} = \frac{N_{дер} \cdot C_{дер}}{F_{eo} \cdot m \cdot \eta_o}, \quad (38)$$

де $N_{дер}$ – загальна річна програма дільниці з обробки деревини, м³;

$C_{дер}$ – витрати верстато-годин на обробку 1 м³ деревини (приймається для вантажного вагона $C_{дер} = 3,65$ верс.год, для пасажирського вагона $C_{дер} = 4,5$ верс.год).

Деревообробні верстати розподіляються за типами:

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

Потреба в електрозварювальних апаратах визначається за формулою

$$A_{36} = K_{36} \frac{T_{36} \cdot N_6}{F_{e.36} \cdot \eta_{36}}, \quad (39)$$

- де K_{36} – коефіцієнт, що враховує роботи, які виконуються для пунктів технічного обслуговування вагонів ($K_{36}=1,25\div 1,30$);
 T_{36} – сумарний час, що витрачається на зварювальні роботи на одному вагоні, який ремонтується;
 $F_{e.36}$ – ефективний річний фонд робочого часу електрозварювального апарата (поста);
 η_{36} – коефіцієнт використання зварювальних апаратів у часі ($\eta_{36}= 0,7\div 0,8$ – при ручному зварюванні; $\eta_{36}= 0,9\div 0,95$ – при автоматичному зварюванні).

Сумарний час

$$T_{36} = \alpha_{36} \cdot \beta_{36} \frac{\rho \cdot V_{нап}}{I_{36} \cdot \eta_{нап}}, \quad (40)$$

- де α_{36} – коефіцієнт, що враховує витрати часу на допоміжні операції, обслуговування робочого місця та перерви в роботі (при ручному та напівавтоматичному зварюванні $\alpha_{36} = 1,3$, при автоматичному $\alpha_{36} = 1,2$);
 β_{36} – коефіцієнт, що враховує положення шва при зварюванні, $\beta_{36} = 1,2$;
 ρ – щільність наплавленого металу, $\rho=7,8$ г/см³;
 $V_{нап}$ – об'єм наплавленого металу, см³ ($V_{нап} = 800$ см³ для одного вантажного та $V_{нап} = 1200$ см³ для пасажирського вагона);
 I_{36} – зварювальний струм, дорівнює 180 - 240 А;
 $\eta_{нап}$ – коефіцієнт наплавлення, г/А·год (приймають при ручному зварюванні $\eta_{нап}=7,7\div 8,2$; при напівавтоматичному $\eta_{нап}=12\div 14$ і при автоматичному $\eta_{нап}=13\div 16$ г/А·год).

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

$$A_{зв} = \frac{\sum N_{\epsilon} \cdot a \cdot 1000}{I_{зв} \cdot \eta_{нап} \cdot \eta_{\epsilon} \cdot F_{\partial} \cdot m}, \quad (41)$$

де $\sum N_{\epsilon}$ – річна програма ремонту вагонів, ваг;

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

η_{ϵ} – коефіцієнт використання зварювального поста, $\eta_{\epsilon} = 0,4$;

F_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи поста, год;

m – кількість змін роботи поста за добу.

Кількість постів для автоматичного зварювання та наплавлення визначається за формулою

$$A_a = \frac{S_n \cdot n}{S_o \cdot f_i \cdot \eta_{\epsilon}}, \quad (42)$$

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

n – кількість шарів наплавлення;

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

η_{ϵ} – коефіцієнт використання зварювальної установки, $\eta_{\epsilon} = 0,5 \div 0,7$;

$$f_i = v_{нп} \cdot t,$$

де $v_{нп}$ – швидкість наплавлення,

$$v_{нп} = \frac{v_{нд} \cdot S_{ел}}{S_{нп}}, \quad (43)$$

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

$S_{ел}$ – площа поперечного перерізу дроту, мм²;

$S_{нп}$ – площа наплавленого валика, мм²;

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

Кількість шарів наплавлення можна визначити за формулою

$$n = \frac{H}{h}, \quad (44)$$

де H – необхідна товщина шару наплавлення;

h – товщина одного шару наплавлення.

Для розрахунку визначення потреби в стендах для розбирання, комплектування та монтажу основних вузлів використовується формула (аналог формули (32), яка враховує норму часу ($T_{ум}$) на операцію)

$$O_{cm} = \frac{N_{\epsilon} \cdot T_{ум}}{F_{eo} \cdot m}, \quad (45)$$

Розрахункова кількість мийних машин визначається:

– за нормою часу на операцію

$$O_m = \frac{N_{\epsilon} \cdot T_{ум}}{F_{eo} \cdot m}, \quad (46)$$

– за продуктивністю мийної машини

$$O_m = \frac{N_{\epsilon}}{B \cdot F}, \quad (47)$$

Кількість ковальського обладнання для відповідного відділення вагонного депо визначається за формулою

$$O_{ков} = \frac{Q_{ков}}{W_{ков} \cdot F_{eo}^{ков} \cdot m \cdot \eta_o^{ков}}, \quad (48)$$

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

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

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

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

$$Q_{ков} = k_{ков} \cdot \chi_{ков} \left(N_v \cdot q_{рем} + \frac{L_{пр} \cdot q_{ПТО}}{10} \right), \quad (49)$$

де $k_{ков}$ – коефіцієнт переведення ремонтного кування в нове,

$$k_{ков} = 0,225;$$

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

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

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

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

Ковальське обладнання розподіляється таким чином:

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

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

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

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

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

Найбільш розповсюдженим видом внутрішньодеповського транспорту є електрокари та автокари.

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

$$n_{mp} = \frac{k_{нер} \cdot Q_{mp} \cdot T_{ц}}{60 \cdot q_{mp} \cdot \eta_{в} \cdot k_{вн} \cdot F_{ео}^{mp} \cdot m}, \quad (50)$$

де $K_{нер}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність перевезень,

$$K_{нер} = 1,15 \div 1,20;$$

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

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

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

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

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

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

Тривалість транспортного циклу розраховують таким чином:

$$T_{ц} = 2 \left(t_{нав} + t_{розв} + \frac{l_{ср}}{v_{ср}} \right), \quad (51)$$

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

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

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

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

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

Розрахований таким чином за запропонованими формулами, а також прийнятий за технологічним процесом без розрахунку [12, 14] перелік засобів механізації та автоматизації потрібно звести до таблиці, схожої за формою до таблиці 1, а також необхідно графічно зобразити цех, дільницю або відділення, для якого проводилися розрахунки.

Площа на технічне обладнання, що застосовується для ремонту вагонів, їх вузлів ш деталей, наведено в додатку Ж.

Таблиця 1 - Обладнання цеху (дільниці, відділення)

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

Технічна характеристика вузлів і деталей вагонів наведена в додатку И.

3 ПРИВОДИ ВАГОНОРЕМОНТНИХ МАШИН ТА

ОБЛАДНАННЯ

3.1 Опис приводів вагоноремонтних машин та обладнання

Будь-яка сучасна вагоноремонтна машина та обладнання має робочі органи та приводи. Конструкція й вид робочих органів визначається цільовим призначенням вагоноремонтної машини та обладнання. Структурна схема привода увімкне двигун того або іншого типу й передачу (трансмісію).

Електричний привод. Це частина машинного пристрою, що складається з електродвигуна, апаратури управління й передавального механізму (перетворювача).

Передавальні механізми служать для передачі руху й зусилля від двигуна до робочого органу, перетворення одного виду руху в інший, зміни швидкості й напрямку руху.

Дуже часто електродвигуни працюють у з'єднанні з муфтами, блоками, зірочками, барабанами, варіаторами, редукторами, ланцюговими або пасовими передачами.

Електричний привод простий і надійний в експлуатації. Найбільш компактним, дешевим, надійним і економічним в експлуатації є асинхронний двигун з короткозамкненим ротором. Цей двигун забезпечує приблизно постійну частоту обертання при зміні навантаження в широких межах. Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором серії 4А застосовують у приводах конвеєрів, кантувачів, механізмів обертання колісних пар, насосів, вентиляторів, компресорів та інших механізмів.

Електродвигуни постійного струму застосовують у приводах механізмів, що вимагають більших пускових моментів і широкого регулювання частоти обертання, у системах автоматичного регулювання. У системах автоматичного регулювання дуже часто застосовують електродвигуни постійного струму з незалежним збудженням, коли регулювання частоти обертання здійснюють зміною магнітного потоку. Цей спосіб регулювання вважається найбільш економічним. Напруга на якорі при такому способі регулювання залишається постійною.

Електродвигуни обирають залежно від потрібної потужності,

режимів роботи й особливостей функціонування технологічних машин.

Пневматичний привод широко застосовується для автоматизації операцій повороту, штовхання, підймання, переміщення й затискання. Перевага пневматичного привода полягає в його надійності, вибухонебезпечності, простоті конструкції й управління, порівнянній швидкості дії, низькій вартості, невисокій вимогливості до герметичності й точності виготовлення. Основним недоліком пневматичних приводів є виробничий шум, що виникає при вихлопі відпрацьованого повітря, і динамічній взаємодії мас, що переміщуються.

Гідравлічний привод має ряд переваг порівняно з пневматичним приводом. Він забезпечує отримання високих зусиль при малих габаритах і масі виконавчих пристроїв, плавне й точне регулювання зусиль, швидкостей і переміщень виконавчих елементів і відрізняється малою інерційністю й безшумністю в роботі. До недоліків гідравлічного привода відносять складність конструкції, вимоги високої точності виготовлення й герметичності, а також залежність його працездатності від температури.

Нижче наведено алгоритм і методику розрахунку пневматичних і гідравлічних приводів.

Розрахунок пневматичних і гідравлічних приводів ВРМ, обладнання та устаткування виконують виходячи з вихідних даних, наведених у таблиці 2.

Таблиця 2 - Вихідні дані для розрахунку пневматичних і гідравлічних приводів

D , м	$d_{шт}$, м	p , Па	p_c , Па	f_o	μ_u	ρ_c , кг/м ³
0,105	0,032	$4 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	0,8	1,1	7850
S , м	m	σ , Па	μ	$\rho_{жс}$, кг/м ³	P_T , Н	
0,5	1,1	1100	0,5	800	12000	

У таблиці 2 прийняті такі позначення:

D – внутрішній діаметр циліндра (головний параметр) (додаток К), м;

$d_{шт}$ – діаметр штока ($d_{шт} \approx 0,3D$) (додаток К), м;

P – робочий тиск стисненого повітря або рідини (додаток К), Па;

P_c – протитиск у вихлопній або зливальній камері (додаток К), Па;

f_o – коефіцієнт, що враховує тертя в ущільнювальних пристроях, $f_o = 0,8 \div 0,9$;

μ_u – коефіцієнт, що враховує інерційні сили, $\mu_u = 1,1 \div 1,3$;

ρ_c – щільність сталі, кг/м³;

S – хід поршня, м;

m – коефіцієнт запасу міцності, $m = 1,1 \div 1,3$;

σ – допустиме напруження (додаток К), Па;

μ – коефіцієнт витрати через отвір, $\mu = 0,4 \div 0,9$;

$\rho_{жс}$ – густина мастила, $\rho_{жс} = 800 \div 950$ кг/м³;

P_T – технологічне зусилля (зусилля корисної роботи), Н.

Хід поршня S приймається конструктивно залежно від характеру роботи, яка виконується (для поворотних пристроїв)

$$S = \frac{2 \pi r \alpha}{360}, \quad (52)$$

де α – кут повороту;

r – радіус внутрішнього діаметра циліндра, м.

3.2 Алгоритм розрахунку пневматичних і гідравлічних

приводів

1 Підбираємо внутрішній діаметр циліндра та діаметр штока методом ітерацій з умови рівноваги поршня, задаючись їхніми стандартними значеннями:

$$\frac{\pi p D^2 f_0}{4\mu_u} - \frac{\pi \rho_c (D^2 - d_{um}^2)}{4} - P_T = 0. \quad (53)$$

2 Визначаємо:

а) товщину стінки днища (кришки) циліндра, м,

$$\delta \approx \sqrt{\frac{6pD^2}{32\sigma}}. \quad (54)$$

б) зовнішній діаметр циліндра, м,

$$D_3 = mD \sqrt{\frac{\sigma + p}{\sigma - p}}. \quad (55)$$

в) довжину корпусу циліндра (приймаємо висоту поршня , м,

$$L_k = 2\delta + 0,75D + S. \quad (56)$$

г) вагу корпусу циліндра, Н,

$$G_k \approx \rho_c g \left(L_k \frac{\pi(D_3^2 - D^2)}{4} + \frac{2\pi D^2 \delta}{4} \right). \quad (57)$$

д) вагу плунжерної пари (шток і поршень; довжину штока приймаємо $l_{um} = 1,5S$), Н,

$$G_{nu} \approx \frac{\pi \rho_c g}{4} (0,75D^3 + 1,5Sd_{um}^2). \quad (58)$$

3.3 Методика розрахунку особливих параметрів пневматичних приводів

1 Безрозмірне навантаження на привод

$$\chi = \frac{1,58P_T}{\left(p + 1 \cdot 10^5\right) \cdot D^2}. \quad (59)$$

2 Безрозмірний конструктивний параметр

$$N_k = \frac{275,14 \mu d^2}{D^3} \sqrt{\frac{G}{\left(p + 1 \cdot 10^5\right) S}}. \quad (60)$$

де - вага корпусу або плунжерної пари (приймається залежно від конструкції привода (рухомий корпус, тоді замість підставляють рухома плунжерна пара, тоді замість підставляють G_{nu});

- діаметр отворів, м.

3 Відносний час переміщення поршня

$$\tau = \frac{4,7}{1 - 0,9\chi}, \quad 0 < N_k < 1, \quad (61)$$

$$\tau = \frac{2,48N_k + 7,1}{2 - 1,8\chi}, \quad 1 < N_k < 5.$$

4 Тривалість переміщення поршня, с,

$$t_3 = \frac{1,31SD^2\tau}{1000\mu d^2}. \quad (62)$$

3.4 Методика розрахунку особливих параметрів гідравлічних приводів

1 Тривалість переміщення поршня, с,

$$t_3 \approx \frac{SD^2}{\mu d^2 \sqrt{\frac{2p}{\rho_{ж}}}}. \quad (63)$$

2 Розрахункова подача, м³/с,

$$Q = \frac{\pi D^2 S}{4 t_3}. \quad (64)$$

3 Площа прохідних перерізів насадок, м²,

$$f = n \frac{\pi d^2}{4}, \quad (65)$$

де n – кількість насадок (сопел), шт.;

d – діаметр насадки (сопла), мм.

4 Розрахункова подача, м³/с,

$$Q = 1,2 f \mu \sqrt{\frac{2p}{\rho}}, \quad (66)$$

де μ – коефіцієнт витрати рідини через отвір, $\mu = 0,4 \div 0,9$;

ρ - густина рідини, $\rho = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$.

5 Розрахунковий діаметр нагнітального трубопроводу, м²,

$$d_{mn} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_{mn}}}, \quad (67)$$

де v_{mn} – швидкість протікання рідини в нагнітальному трубопроводі,
 $v_{mn} = 3 \div 7 \text{ м / с}$.

6 Розрахунковий діаметр всмоктувального трубопроводу, м²,

$$d_{mв} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_{mв}}}, \quad (68)$$

де $v_{mв}$ – швидкість протікання рідини у всмоктувальному трубопроводі,
 $v_{mв} = 1 \div 2 \text{ м / с}$.

7 Число Рейнольдса для нагнітального трубопроводу

$$R_e = \frac{v_{mn} d_{mn}}{\vartheta}, \quad (69)$$

де ϑ – кінематична в'язкість рідини, $\vartheta = (16 \div 30) \cdot 10^{-6} \text{ м / с}$.

8 Число Рейнольдса для всмоктувального трубопроводу

$$R_e = \frac{v_{mв} d_{mв}}{\vartheta}. \quad (70)$$

9 Приймаємо значення коефіцієнта, що характеризує режим течії рідини, для нагнітального й всмоктувального трубопроводів. Якщо, то, а якщо, то.

10 Коефіцієнт втрат тиску для нагнітального трубопроводу

$$\xi_{mn} = \frac{\lambda_{mn} l_{mn}}{d_{mn}}, \quad (71)$$

де l_{mn} – довжина нагнітального трубопроводу, $l_{mn} = 2,5 \div 4,0$ м.

11 Коефіцієнт втрат для всмоктувального трубопроводу

$$\xi_{m\phi} = \frac{\lambda_{m\phi} l_{m\phi}}{d_{m\phi}}. \quad (72)$$

де $l_{m\phi}$ – довжина всмоктувального трубопроводу, $l_{m\phi} = 1,5 \div 2,5$ м.

12 Втрати тиску для нагнітального трубопроводу, Па,

$$\Delta p_{mn} = \rho \frac{v_{mn}^2}{2} (n_{KH} \xi_{KH} + \xi_{mn}), \quad (73)$$

де n_{KH} – кількість колін у нагнітальному трубопроводі, шт.;

ξ_{KH} – коефіцієнт опору коліна в нагнітальному трубопроводі,
 $\xi_{KH} = 0,5$.

13 Втрати тиску для всмоктувального трубопроводу, Па,

$$\Delta p_{m\phi} = \rho \frac{v_{m\phi}^2}{2} (n_{K\phi} \xi_{K\phi} + \xi_{m\phi}), \quad (74)$$

де $n_{K\phi}$ – кількість колін у всмоктувальному трубопроводі, шт.;

$\xi_{K\phi}$ – коефіцієнт опору коліна у всмоктувальному трубопроводі,
 $\xi_{K\phi} = 0,5$.

14 Тиск, що повинен розвивати насос (для нижнього розміщення бака), Па,

$$p_n = p + \rho g H + \Delta p_{mn} + \Delta p_{mv}, \quad (75)$$

де H – відстань між поверхнею рідини в баку й колектором,
 $H = 2 \div 4$ м.

15 Подача насоса, м³/с,

$$Q_n = \frac{Q}{0,98}. \quad (76)$$

16 Потужність електродвигуна насоса, кВт,

$$P = k \frac{p_n \cdot Q_n}{1000 \cdot \eta \cdot \eta_n}, \quad (77)$$

де k – коефіцієнт запасу на випадок перевантаження двигуна,
 $k = 1,1 \dots 1,4$;

η – повний ККД насосної установки (додаток К);

η_n – ККД передачі, $\eta_n = 0,85 - 0,97$.

17 Об'єм бака, м³,

$$V = (1,1 \dots 1,3) \cdot Q_n \frac{t_{роб}}{60}. \quad (78)$$

де $t_{роб}$ – час, протягом якого працює установка (система), хв.

18 За результатами розрахунків підбираємо тип насоса й електродвигуна.

19 Тривалість руху поршня, с,

$$t_0 \approx 1,9 \cdot t_3. \quad (79)$$

Витрати часу на управлінські функції наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Витрати часу на функції управління

Привод механізму	Тривалість циклу роботи механізму, с, при управлінні		
	ручному	напівавтоматичному	автоматичному
1 Гідравлічний привод	3,2+7,9S	1,72+7,9S	0,24+7,9S
2 Пневматичний привод силовий	23	19,8	18,3
3 Пневматичний привод фіксаторів	8	4,9	3,4
4 Пневмогідравлічний діафрагмовий привод	3,2+11,24S	1,7+11,24S	0,2+11,24S

Примітка. Якщо виконується розрахунок гідросистеми мийних машин, тоді необхідно починати розрахунок з формул (65), (66) у п. 3.4, а при розрахунку параметрів гідравлічних приводів їх використовувати не потрібно

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Алексеев, В.Д. Механизация работ при ремонте грузовых

вагонов [Текст]: учебник / В.Д. Алексеев, А.И. Попов, К.П. Сизов. – М.: Всесоюзное МПС, 1960. – 270 с.

2 Болотин, М.М. Автоматизация производственных процессов при изготовлении и ремонте вагонов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / М.М. Болотин, Л.Л. Осинковский. – М.: Транспорт, 1989. – 206 с.

3 Болотин, М.М. Системы автоматизации производства и ремонта вагонов [Текст]: учебник / М.М. Болотин, В.Е. Новиков; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Маршрут, 2004. – 310 с.

4 Борзилов, І.Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів: [Текст]: підручник / І.Д. Борзилов. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Т. 1. – 246 с.

5 Герасимов, В.С. Технология вагоностроения и ремонта [Текст]: учебник / В.С. Герасимов, И.Ф. Скиба, Б.М. Керни и др; под общ. ред. В.С. Герасимова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 381 с.

6 ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам [Текст] – 27 с.

7 Гридюшко, В.И. Вагонное хозяйство [Текст]: учебник / В.И. Гридюшко, В.П. Бугаев, Н.З. Криворучко; под общ. ред. В.И. Гридюшко; – М.: Транспорт, 1988. – 296 с.

8 Калашников, В.И. Ремонт вагонов [Текст]: учебник / В.И. Калашников, Ю.С. Подшивайло, Г.И. Демченко. – М.: Транспорт, 1980. – 215 с.

9 Карягина, Н.С. Охрана труда в вагонном хозяйстве [Текст]: учебник / Н.С. Карягина, В.В. Медведев – М.: Транспорт, 1978. – 222 с.

10 Комплексная механизация и автоматизация ремонта подвижного состава [Текст]: учебник / Д.Я. Перельман, Я.А. Норкин, И.Ф. Скиба, и др. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1977. - 280 с.

11 Лукашук, В.С. Нестандартное оборудование вагоноборочного производства. Конструкция, проектирование расчет [Текст]: учеб. пособие / В. С. Лукашук. – М.: Маршрут, 2006. – 208 с.

12 Методичні вказівки по технічному оснащенню виробничих підрозділів вагонного господарства з ремонту та експлуатації вантажних вагонів [Текст]: - К., 2003. - 106 с.

13 Мотовилов, К.В. Технология производства и ремонта вагонов [Текст]: учебник / К.В. Мотовилов, В.С. Лукашук, В.Ф. Криворудченко, А.А. Петров; под общ. ред. К.В. Мотовилова. – М.: Маршрут, 2003. – 382 с.

14 Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов [Текст]. – М.: Транспорт, 1983. – 33 с.

15 Приходько, В.И. Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов в вагоностроении [Текст]: учебник / В.И. Приходько. – Харьков: Прапор, 1996. – Т. 1. – 264 с.

16 Приходько, В.И. Комплексная механизация и автоматизация производства сварочных конструкций в вагоностроении [Текст]: учебник / В.И. Приходько. – Полтава: Полтава, 1999. – Т. 2. – 427 с.

17 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення [Текст]: метод. вказ. / Є.В. Коновалов, Л.М. Козар. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 36 с.

18 Студентська навчальна звітність. Графічні конструкторські документи. Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення [Текст]: метод. вказ. / Є.В. Коновалов. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 36 с.

19 Скиба, И.Ф. Организация планирования и управления на вагоноремонтных предприятиях [Текст]: учебник / И.Ф. Скиба. – М.: Транспорт, 1978. – 340 с.

20 Терехов, Г.А. Автоматизация технологических процессов механической обработки и сборки в машиностроении [Текст]: учебник / Г.А. Терехов, Ю.А. Шувалов. – М.: Транспорт, 1960. – 320 с.

21 Технология вагоностроения и ремонта вагонов [Текст]: учебник / В.И. Безценный, В.С. Герасимов, Б.М. Кернич и др.; под общ. ред. В.И. Безценного – М.: Транспорт, 1976. – 432 с.

22 Циган, Б.Г. Вагоностроительные конструкции (изготовление, модернизация, ремонт) [Текст]: учебник / Б.Г. Циган, А.Б. Циган. – Кременчук: „Кременчуг”, 2005. – 752 с.

Додаток А (довідковий)

Таблиця А.1 – Характеристики конвеєрів

Тип конвеєра	Область використання	Найбільша довжина, м	Швидкість переміщення, м/с
Вантажоведучий	при ремонті вагонів, візків	200 - 300	0,16
Візковий: - вертикально-замкнений	для переміщення штучних виробів у ливарних і ковальських цехах	70	0,02 – 0,20
- горизонтально-замкнений	для переміщення штучних виробів у ливарних і ковальських цехах	120 - 200	0,02 – 0,20
Пластинчатий	для переміщення штучних виробів у ливарних і ковальських цехах	1900	0,05 – 2,50
Крокуючий	при ремонті і збиранні деталей і частин вагона	60 - 80	0,08
Підвісний ланцюговий	при ремонті і збиранні деталей і частин вагона	500	0,05 – 0,50
Штовхаючий підвісний	при ремонті і збиранні деталей і вузлів вагонів	500	0,05 – 0,50
Стрічковий з текстильною або сталюю стрічкою	для переміщення штучних і насипних вантажів	300	0,8 – 4,0
Канатний	для переміщення різних виробів	500	0,05 – 0,20

Таблиця А.2 – Типи візків підвісного конвеєра і їх параметри

Тип візка	Розрахункове статичне навантаження, Н	Номера двотавра конвеєра	Діаметр котка, мм	Маса візка, кг
Легкий	2000 - 4000	10 або 12	85	До 5
Середній	5000 - 7000	12 або 14	100	До 8
Важкий	8000	14 або 16	120	До 13

Додаток Б (довідковий)

Таблиця Б.1 - Двигуни серії 4А. Основні параметри за ГОСТ 19523-81

Типорозмір двигуна	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	$\frac{T_{пуск}}{T_{ном}}$	$\frac{T_{мін}}{T_{ном}}$	$\frac{T_{макс}}{T_{ном}}$	Момент інерції ротора, кг·м ²
1	2	3	4	5	6	7
Синхронна частота обертання 1500 об/хв.						
4AA50A4Y3	0,06	1380	2,0	1,2	2,2	2,87·10 ⁻⁵
4AA50B4Y3	0,09	1370	2,0	1,2	2,2	3,24·10 ⁻⁵
4AA56A4Y3	0,12	1375	2,0	1,2	2,2	6,99·10 ⁻⁴
4AA56B4Y3	0,18	1365	2,0	1,2	2,2	7,87·10 ⁻⁴
4AA63A4Y3	0,25	1380	2,0	1,2	2,2	1,23·10 ⁻³
4AA63B4Y3	0,37	1365	2,0	1,2	2,2	1,37·10 ⁻³
4A71A4Y3	0,55	1390	2,0	1,6	2,2	1,3·10 ⁻³
4A71B4Y3	0,75	1390	2,0	1,6	2,2	1,42·10 ⁻³
4A80A4Y3	1,1	1420	2,0	1,6	2,2	3,23·10 ⁻³
4A80B4Y3	1,5	1415	2,0	1,6	2,2	3,27·10 ⁻³
4A90L4Y3	2,2	1425	2,0	1,6	2,2	5,59·10 ⁻³
4A100S4Y3	3,0	1435	2,0	1,6	2,2	8,67·10 ⁻³
4A100L4Y3	4,0	1430	2,0	1,6	2,2	1,12·10 ⁻²
4A112M4Y3	5,5	1445	2,0	1,6	2,2	1,7·10 ⁻²
4A132S4Y3	7,5	1455	2,0	1,6	2,2	2,75·10 ⁻²
4A132M4Y3	11	1460	2,0	1,6	2,2	4,0·10 ⁻²
4A160S4Y3	15	1465	1,4	1,0	2,2	0,102
4A160M4Y3	18,5	1465	1,4	1,0	2,2	0,127
4A180S4Y3	22	1470	1,4	1,0	2,2	0,19
4A180M4Y3	30	1470	1,4	1,0	2,2	0,232
4A200M4Y3	37	1475	1,4	1,0	2,2	0,363
4A200L4Y3	45	1475	1,4	1,0	2,2	0,44
4A225M4Y3	55	1480	1,2	1,0	2,2	0,637
4A250S4Y3	75	1480	1,2	1,0	2,2	1,02
4A250M4Y3	90	1480	1,2	1,0	2,2	1,16
4A280S4Y3	110	1470	1,2	1,0	2	2,295
4A280M4Y3	132	1480	1,2	1,0	2	2,47
4A315S4Y3	160	1480	1,0	0,9	1,9	3,07
4A315M4Y3	200	1480	1,0	0,9	1,9	3,62
4A355S4Y3	250	1485	1,0	0,9	1,9	6,0
4A355M4Y3	315	1485	1,0	0,9	1,9	7,04

Синхронна частота обертання 1000 об/хв.

4AA63A3	0,18	885	2,0	1,2	2,2	1,73·10 ⁻³
4AA63BУ3	0,25	890	2,0	1,2	2,2	2,15·10 ⁻³
4A71A6Y3	0,37	910	2,0	1,6	2,2	1,67·10 ⁻³
4A71B6Y3	0,55	900	2,0	1,6	2,2	2,02·10 ⁻³
4A80A6Y3	0,75	915	2,0	1,6	2,2	4,62·10 ⁻³
4A80B6Y3	1,1	920	2,0	1,6	2,2	4,59·10 ⁻³
4A90L6Y3	1,5	935	2,0	1,6	2,2	7,35·10 ⁻³
4A100L6Y3	2,2	950	2,0	1,6	2,2	1,31·10 ⁻²
4A112MA6Y3	3,0	955	2,0	1,6	2,2	1,75·10 ⁻²
4A112MB6Y3	4,0	950	2,0	1,6	2,2	2,0·10 ⁻²
4A132S6Y3	5,5	965	2,0	1,6	2,2	4,0·10 ⁻²
4A132M6Y3	7,5	870	2,0	1,6	2,2	5,75·10 ⁻²
4A160S6Y3	11	975	1,2	1,0	2,0	0,137
4A160M6Y3	15	975	1,2	1,0	2,0	0,182

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
4A180M6Y3	18,5	975	1,2	1,0	2,0	0,22
4A200M6Y3	22	975	1,2	1,0	2,0	0,40
4A200L6Y3	30	980	1,2	1,0	2,0	0,45

4A225M6Y3	37	980	1,2	1,0	2,0	0,735
4A250S6Y3	45	985	1,2	1,0	2,0	1,16
4A250M6Y3	55	985	1,2	1,0	2,0	1,25
4A280S6Y3	75	985	1,2	1,0	1,9	2,92
4A280M6Y3	90	985	1,2	1,0	1,9	3,33
4A315S6Y3	110	985	1,0	0,9	1,9	4,0
4A315M6Y3	132	985	1,0	0,9	1,9	4,5
4A355S6Y3	160	985	1,0	0,9	1,9	7,33
4A355M6Y3	200	985	1,0	0,9	1,9	8,77

Синхронна частота обертання 750 об/хв.

4A71B8Y3	0,25	680	1,6	1,2	1,7	$1,85 \cdot 10^{-3}$
4A80A8Y3	0,37	675	1,6	1,2	1,7	$3,37 \cdot 10^{-3}$
4A80B8Y3	0,55	700	1,6	1,2	1,7	$4,05 \cdot 10^{-3}$
4A90LA8Y3	0,75	700	1,6	1,2	1,7	$6,75 \cdot 10^{-3}$
4A90LB8Y3	1,1	700	1,6	1,2	1,7	$8,62 \cdot 10^{-3}$
4A100L8Y3	1,5	700	1,6	1,2	1,7	$1,3 \cdot 10^{-2}$
4A112MA8Y3	2,2	700	1,8	1,4	2,2	$1,75 \cdot 10^{-2}$
4A112MB8Y3	3,0	700	1,8	1,4	2,2	$2,5 \cdot 10^{-2}$
4A132S8Y3	4,0	720	1,8	1,4	2,2	$4,25 \cdot 10^{-2}$
4A132M8Y3	5,5	720	1,8	1,4	2,2	$5,75 \cdot 10^{-2}$
4A160S8Y3	7,5	730	1,4	1,0	2,2	0,137
4A160M8Y3	11	730	1,4	1,0	2,2	0,18
4A180M8Y3	15	730	1,2	1,0	2,0	0,25
4A200M8Y3	18,5	735	1,2	1,0	2,0	0,40
4A200L8Y3	22	730	1,2	1,0	2,0	0,452
4A225M8Y3	30	735	1,2	1,0	2,0	7,37
4A250S8Y3	37	735	1,2	1,0	2,0	1,15
4A250M8Y3	45	740	1,2	1,0	2,0	1,36
4A280S8Y3	55	735	1,2	1,0	1,9	1,178
4A280M8Y3	75	735	1,2	1,0	1,9	4,12
4A315S8Y3	90	740	1,0	0,9	1,9	4,92
4A315M8Y3	110	740	1,0	0,9	1,9	5,85
4A355S8Y3	132	740	1,0	0,9	1,9	9,04
4A355M8Y3	160	740	1,0	0,9	1,9	10,20

Синхронна частота обертання 600 об/хв.

4A250S10Y3	30	590	1,2	1,0	1,9	1,36
4A250M10Y3	37	590	1,2	1,0	1,9	1,60
4A280S10Y3	37	590	1,0	1,0	1,8	3,60
4A280M10Y3	45	590	1,0	1,0	1,8	3,78
4A315S10Y3	55	590	1,0	0,9	1,8	5,25
4A315M10Y3	75	590	1,0	0,9	1,8	6,17
4A355S10Y3	90	590	1,0	0,9	1,8	9,32
4A355M10Y3	110	590	1,0	0,9	1,8	10,86

Синхронна частота обертання 500 об/хв.

4A315S12Y3	45	490	1,0	0,9	1,8	5,25
4A315M12Y3	55	490	1,0	0,9	1,8	6,17
4A355S12Y3	75	490	1,0	0,9	1,8	9,32
4A355M12Y3	90	495	1,0	0,9	1,8	10,86

Примітка. Двигуни призначені для змінного струму частоти 50 Гц.

Додаток В (обов'язковий)

Таблиця В.1 - Витрати верстато- і агрегато-годин на деповський ремонт вантажних чотиривісних вагонів

Устаткування	Норма верстато- і агрегато-годин на вантажний 4-вісний вагон			
	критий	піввагон	платформа	цистерна
Деповський ремонт				
Токарні верстати	2,8	1,9	1,9	1,3
Вертикально-свердлильні верстати	0,5	0,5	0,4	0,4
Поперечно-стругальні верстати	1,4	1,2	1,1	0,7
Фрезерні верстати	0,5	0,4	0,4	0,3
Колісно-токарні верстати	1,5	1,5	1,5	1,5
Токарно-накоточні верстати	1,3	1,3	1,3	1,3
Електрогазозварювальні агрегати	6,3	6,2	6,0	5,1
Ковальські молоти	1,3	1,1	1,1	0,7
Столярні верстати	1,8	1,5	1,5	1,1
Болторізні та гайконарізні верстати	1,1	0,7	1,1	0,7

Таблиця В.2 - Витрати верстато- і агрегато-годин на деповський ремонт пасажирських вагонів

Устаткування	Норма верстато- і агрегато-годин на пасажирський суцільнометалевий вагон					
	твердий некупейний	твердий купейний	м'який	міжобласний	пошто-вий	багаж-ний
Деповський ремонт						
Токарні верстати	13,3	13,2	13,3	13,5	13,3	13,1
Вертикально-свердлильні верстати	2,5	2,1	2,1	2,1	2,4	2,2
Поперечно-стругальні верстати	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2
Фрезерні верстати	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4
Колісно-токарні верстати	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
Токарно-накоточні верстати	0,8	0,8	1,1	1,1	1,2	1,1
Електрогазозварювальні агрегати	12,9	12,6	12,6	12,9	13,0	13,3
Ковальські молоти	10,8	11,1	11,3	10,9	10,9	11,4
Столярні верстати	0,8	1,3	0,4	1,1	0,6	0,3
Болторізні та гайконарізні верстати	2,1	1,6	1,8	2,1	1,8	1,9

**Додаток Г
(обов'язковий)**

Таблиця Г.1 - Ефективний річний фонд часу роботи обладнання при 40-годинному робочому тижні та 9 святкових днях на рік

Обладнання	Ефективний річний фонд часу обладнання, год		
	кількість змін		
	1	2	3
Метало- та деревообробне обладнання			
Металообробні верстати масою до 10 т	1990	3960	5910
Металообробні верстати масою понад 10 т до 100 т	1950	3890	5800
Металообробні верстати з програмним управлінням (ПУ) масою до 10 т	-	3850	5720
Металообробні верстати з ПУ масою понад 10 т до 100 т	-	3780	5600
Агрегатні верстати	-	3920	5850
Автоматичні лінії	-	3660	5360
Деревообробні верстати	2000	4000	-
Ковальсько-пресове обладнання			
Преси листоштампувальні, обрізні, гвинтові зусиллям 1000 кН	2020	3980	5940
Преси листоштампувальні, обрізні, гвинтові зусиллям до 3150 кН	-	3940	5880
Преси кувальні зусиллям до 8000 кН	-	3650	5330
Ножиці, машини для згинання та правлення (товщина листа до 20 мм)	1980	3940	5880
Молоти кувальні з масою падаючих частин (МПЧ) до 400 кг	-	4000	5970
Молоти кувальні з МПЧ до 2000 кг	-	3940	5880
Молоти штампувальні з МПЧ 630 – 2000 кг	-	3980	5790
Автоматичні клепальні преси та установки	-	3990	5030
Автомати різьбонакоточні та пружинозавивальні	-	3960	5900
Автоматичні лінії	-	3600	5210
Обладнання цехів холодного штампування			
Заготівельне обладнання (гільйотинні ножиці, вальці тощо)	2020	3980	5940
Преси зусиллям до 3150 кН	-	3980	5940
Преси зусиллям 3150 – 8000 кН	-	3650	5330
Різне обладнання			
Термопластавтомати	2020	3980	5940
Все ливарне обладнання, крім особливо великого та складного	2020	3650	5330
Печі термічні та сушилні	-	3780	5600
Зварювальне обладнання	1980	3940	5880
Робочі місця без обладнання	2020	4000	5970
Робочі місця з обладнанням	1990	3960	5910
Робочі місця при конвеєрному складанні	1990	3960	5910

**Додаток Д
(обов'язковий)**

Для аналізу рівнів автоматизації виробництва у виробничих дільницях депо в таблицях Д.1-Д.4 наведені найбільш характерні види устаткування вагоноскладальної, візкової, колісно-роликового дільниць і контрольного пункту автозчепа із зазначенням орієнтовних значень їх ланок і коефіцієнтів завантаження.

Таблиця Д.1 - Характеристика устаткування вагоноскладальної дільниці

Машина	Кількість ланок машини	Коефіцієнт завантаження
1	2	3
Вагономийна машина	3,5	0,8
Вагоноремонтна машина	3	0,7
Прес виправлення кришок люків	2,5	0,6
Мостовий кран	3	0,7
Кантувач кузова піввагона	3,25	0,72
Електролебідка для викочування візків	3	0,7
Транспортер візків		
Поворотне коло для візків		
Тяговий конвеєр	3,5	0,8
Електродомкрати	3	0,7
Електрокар (електронавантажувач)		
Зварювальний трансформатор	2	0,5
Зварювальний напівавтомат	3,5	0,8
Газозварювальний апарат	2	0,5
Стенд для випробування гальм		
Піднімальні площадки	3	0,7
Прес для стиску поглинаючого апарата	2	0,5
Ручний механізований інструмент		
Електронагрівач заклепок		
Візок-підйомник з гайковертом		
Візок для зміни п'ятника		
Пристосування для зміни кришок люків	1	0,4
Трубозгинаючий верстат		
Фарборозпилювач	2	0,5

Таблиця Д.2 - Характеристика устаткування візкової дільниці

Машина	Кількість ланок	Коефіцієнт завантаження
--------	-----------------	-------------------------

	машини	
1	2	3
Мийна машина	3,5 (4)	0,8 (0,85)
Стенд для розбирання візків	2	0,5
Кантувач надресорної балки	2,25	0,55
Кантувач бокової рами	2	0,5
Стенд для розсвердлювання бокових рам	3	0,7
Електронагрівач заклепок	2	0,5
Скоба клепальна		
Зварювальний трансформатор		
Зварювальний напівавтомат	3,5	0,8
Конвеєр	3,5	0,8
Кран-балка	3	0,7
Верстат слюсарний	1	0,5
Трансбордер (поворотне коло)	3	0,5
Стенд випробування тріангелів	3	0,7
Пристосування для відновлення різьби		
Конвеєр ремонту тріангелів		
Кантувач для сполучної балки		
Пристосування для сполучної балки	2,5	0,6
Газозварювальний апарат	2	0,5
Автоматизована система контролю візків (бокових рам і надресорних балок)	4	0,85
Автоматизована система контролю для випробування пружин	4	0,85
Установка для дефектоскопії бокових рам	3	0,7

Таблиця Д.3 - Характеристика устаткування колісно-роlikової ділянки

Машина	Кількість ланок	Коефіцієнт завантаження
--------	-----------------	-------------------------

	машини	
Колісотокарний верстат-автомат	4	0,85
Колісотокарний верстат-напівавтомат	3,5	0,8
Колісотокарний верстат	3	0,7
Мийна машина для колісних пар	3,5	0,8
Установка очищення колісних пар	3	0,7
Установка дефектоскопії колісної пари		
Установка виміру колісної пари	2,5	0,6
Стенд демонтажу букс	3	0,7
Стенд монтажу букс		
Машина обмивки підшипників	3,5	0,8
Машина обмивки корпусів	4	0,85
Підйомно-поворотний пристрій	3,25	0,72
Кран-балка	3	0,7
Штовхальник		
Дефектоскоп для кілець	2	0,5
Електропіч	3	0,7
Індукційний нагрівач	2,5	0,6
Стенд діагностики роликів підшипників	3,5	0,8
Автоматичний стенд для ультразвукової дефектоскопії колісних пар	4	0,85
Автоматизована система контролю геометричних параметрів колісних пар	4	0,85

Таблиця Д.4 - Характеристика устаткування контрольного пункту автозчепа

Машина	Кількість ланок	Коефіцієнт завантаження
--------	-----------------	-------------------------

	машини	
1	2	3
Мийна машина	3,5 (4)	0,8 (0,85)
Конвеєр	3,5	0,8
Рольганг	3	0,7
Технологічний візок		
Візок-маніпулятор	3,25	0,72
Поворотний стенд для корпусу автозчепа	3	0,7
Маніпулятор із захоплювачем	3,5	0,8
Наплавлювальний комплекс	3,25	0,72
Зварювальний трансформатор	2	0,7
Зварювальний напівавтомат	3,5	0,8
Зварювальний автомат	4	0,85
Електропіч	3	0,7
Прес гідравлічний		
Універсальний металорізальний верстат		
Заточувальної верстат		
Електрокар		
Кран-балка	2	0,5
Кран-укосина		
Шліфувальна машинка	2	0,5
Електрогайковерт		
Прес для стиску поглинаючого апарата	3	0,7
Магнітний дефектоскоп	2	0,5
Автоматизована система контролю геометричних параметрів автозчепа	4	0,85

Додаток Е
(обов'язковий)

Таблиця Е.1 - Трудомісткість деповського ремонту та частка участі професій у витраті людино-годин на один вантажний вагон

Виробнича дільниця, відділення та професія працівників	Частка участі професій у ремонті %			
	критого 4-вісного вагона	4-вісного піввагона	4-вісної платформи	4-вісної цистерни
1	2	3	4	5
Усього на один вагон люд.год. (100 %)	78,5	69,3	62,5	50,6
У тому числі:				
Вагоноскладальна дільниця				
Слюсарі з ремонту рухомого складу:				
а) ходових частин	3,6	4,0	4,0	5,5
б) автотягачного пристрою, рами та кузова вагона	4,7	7,2	6,8	10,1
в) гальмового та пневматичного устаткування	5,2	5,9	5,8	8,0
г) буксового вузла з роликівими підшипниками	0,3	0,4	0,4	0,5
Столяри	8,8	8,4	3,3	0,2
Покрівельники	1,0	-	-	-
Малярі	4,4	3,7	3,8	4,2
Електрозварники, газозварники	0,6	2,1	2,1	2,1
Мийники-прибиральники рухомого складу (внутрішнє прибирання вагонів)	0,8	-	-	-
Машиністи мийної установки	1,2	1,4	1,4 :	1,9
Кранівник	1,2	1,4	1,4	1,9
Стропальники	1,2	1,4	1,4	1,9
Підсобні (транспортні) працівники	1,2	1,3	1,3	1,8
Разом по вагоноскладальній дільниці	37,7	41,1	35,6	43,5
Колісно-роликів дільниця				
Токарі з обточування колісних пар по профілю кочення	2,6	2,5	2,7	2,3
Токарі з обточування та накочування шийок колісних пар	2,1	2,0	2,3	2,0
Слюсарі з ремонту рухомого складу	7,8	7,3	8,1	7,1
Машиністи мийної установки	0,6	0,6	0,6	0,6
Електрозварники	3,3	3,0	3,4	3,0
Дефектоскопісти	1,0	1,0	1,1	1,0
Підсобні (транспортні) працівники	1,2	1,2	1,2	1,0
Разом по колісно-роликів дільниці	19,4	18,3	20,2	17,6

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Деревообробне відділення				
Столяри-верстатники	2,6	2,4	2,7	2,3
Столяри	1,1	1,0	1,1	1,0
Підсобні (транспортні) працівники	1,2	1,2	1,2	1,0
Разом по деревообробному відділенню	4,8	4,6	5,0	4,3
Ремонтно-комплектувальна дільниця				
Ковалі	1,8	1,7	1,9	1,5
Ресорники з обробки гарячого металу	0,9	0,9	1,0	0,8
Токарі	1,5	1,5	1,6	1,4
Стругальники	0,8	0,8	0,7	0,6
Свердлувальники	0,8	0,8	0,7	0,6
Фрезерувальники	0,6	0,6	0,6	0,6
Слюсарі з ремонту рухомого складу:				
а) вагонних деталей і вузлів	3,7	3,6	3,8	3,4
б) автозчіпного пристрою	3,8	3,7	4,0	3,4
в) триангелів	1,2	1,1	1,3	1,0
г) дверей, люків і бортів	1,2	1,1	1,3	1,0
Електрозварники з ремонту:				
а) автозчіпного пристрою	1,8	1,7	1,9	1,8
б) триангелів	0,8	0,7	0,8	0,6
в) дверей, люків і бортів	0,6	0,6	0,6	0,6
г) зливних приладів	-	-	-	1,5
Стругальники з ремонту автозчіпного пристрою	1,2	1,1	1,3	1,0
Електрозварники, газозварники	1,7	1,6	1,7	1,5
Дефектоскопісти	1,0	0,9	0,9	0,4
Підсобні (транспортні) працівники	1,2	1,1	1,3	1,0
Разом по ремонтно-комплектувальній дільниці	24,6	23,3	25,4	22,7
Контрольний пункт по ремонту гальм (АКП)				
Слюсарі з ремонту рухомого складу	8,4	7,9	8,7	7,5
Токарі	1,0	0,9	1,0	0,8
Підсобні (транспортні) працівники	0,4	0,4	0,4	0,4

Таблиця Е.2 - Трудомісткість деповського ремонту та частка участі професій у витраті людино-годин на один пасажирський вагон

Виробнича дільниця, відділення та професія працівників	Частка участі професій у ремонті вагона, %					
	твердого некупей- ного	твердого купейно- го	м'я- кого	між- обласно- го	пошто- вого	багаж- ного
1	2	3	4	5	6	7

Усього на один вагон чоловік люд.год (100 %)	465,0	459,0	428,0	395,0	367,0	326,0
У тому числі:						
Вагоноскладальна дільниця						
Слюсарі з ремонту рухомого складу						
а) ходових частин	4,4	4,4	4,7	6,1	5,5	6,2
б) гальмового та пневматичного устаткування	1,6	1,6	1,7	1,9	2,0	2,3
в) опалення та водопостачання	2,2	2,6	2,8	3,0	2,8	2,2
г) замків і металевої арматури	1,2	1,3	1,4	1,0	1,0	1,1
д) електро- і радіоустаткування, редукторно-карданного привода, телефонів	4,8	6,1	5,1	5,6	7,5	5,2
е) електроопалення	5,9	6,4	6,8	8,8	6,8	5,6
ж) холодильного устаткування	-	0,4	-	-	-	-
Акумуляторники	0,5	1,2	0,6	0,6	0,7	0,8
Столяри	6,9	5,6	5,4	5,8	4,2	3,4
Малярі	14,5	13,3	11,7	11,0	14,1	14,6
Машиністи мийних установок, мийники, прибиральники рухомого складу	3,9	3,9	3,3	3,5	2,7	3,0
Електрозварники, газозварники	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8
Покрівельники, бляхарі	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
Кранівники, стропальники	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
Підсобні (транспортні) працівники	1,8	1,9	1,9	2,3	2,1	2,4
Разом по вагоноскладальній дільниці	49,0	50,0	47,5	50,3	51,3	49,0

Продовження таблиці Е.2

1	2	3	4	5	6	7
Колісно-ролик дільниця						
Токарі з обточування колісних пар по профілю кочення	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
Токарі з обточування та	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4

накочування шийок колісних пар						
Слюсарі з ремонту рухомого складу	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1	2,4
Машиністи мийної установки	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Дефектоскопісти	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Підсобні (транспортні) працівники	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Разом по колісно-роликівій дільниці	3,1	3,1	3,4	3,6	3,8	4,3
Контрольний пункт з ремонту гальм (АКП)						
Слюсарі з ремонту рухомого складу	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3
Токарі	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Підсобні (транспортні) працівники	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Разом по АКП	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	1,7
Деревообробне відділення						
Столяри-верстатники	2,1	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1
Столяри-склярі	3,1	0,8	2,6	0,8	2,0	0,8
Шпалерники	0,7	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
Дзеркальники	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	-
Підсобні (транспортні) працівники	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
Разом по деревообробному відділенню	6,5	2,2	3,6	2,3	3,1	1,4
Відділення електрообладнання						
Слюсарі-електрики	4,8	4,8	5,3	5,5	3,1	3,4
Слюсарі з ремонту електроопалення	1,2	1,8	1,9	1,4	1,4	1,5
Радіомонтажники з підготовки та ремонту радіотелевізійної апаратури	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1

Продовження таблиці Е.2

1	2	3	4	5	6	7
Акумуляторники	1,7	3,4	1,8	2,0	2,1	2,4
Токарі	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1
Підсобні (транспортні) працівники	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
Разом по дільниці електроустаткування	9,0	11,2	10,4	10,4	8,1	8,3

Ремонтово-комплектувальна дільниця						
Ковалі	2,6	2,7	3,0	3,1	3,3	3,9
Токарі	2,9	2,9	3,3	3,4	3,6	4,3
Стругальники	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
Свердлувальники	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
Фрезерувальники	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
Ливарі пластмас	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
Ресорники з обробки гарячого металу	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	1,7
Машиністи молота	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
Слюсарі з ремонту:						
а) вагонних деталей і вузлів	4,2	4,2	4,5	4,9	4,9	6,6
б) важільної передачі, гасників коливань, гальм	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
б) опалення, водо забезпечення	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6
г) замків металічної арматури	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4
д) редукторно-карданних приводів	1,7	1,6	-	1,9	-	-
е) фільтрів	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
ж) автозчіпного пристрою	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
и) холодильного устаткування	-	2,2	2,6	-	-	-
Електрозварники з ремонту автозчіпного пристрою	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Стругальники з ремонту автозчіпного пристрою	0,11	0,11	0,1	0,11	0,1	0,1
Дефектоскопісти	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8
Електрозварники	1,9	2,0	2,2	2,2	2,4	2,8
Газозварники	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8
Заливальники сплавів, що містять свинець	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,7

Продовження таблиці Е.2

1	2	3	4	5	6	7
Болторізбярри	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
Гальваніки, полірувальники, лудильники, емальовальники	5,0	4,2	4,6	2,4	2,3	1,5
Машиністи мийної	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2

установки						
Підсобні (транспортні) працівники	2,1	2,0	2,0	2,4	2,5	2,8
Разом по ремонтно- комплектувальній дільниці	31,1	32,2	33,8	31,9	32,1	35,3
Примітка - Трудомісткість на деповський ремонт пасажирського вагона, який обладнаний електроопаленням і кондиціонуванням повітря, збільшується на 10 %.						

Додаток Ж (обов'язковий)

Таблиця Ж.1 – Попередній розрахунок виробничих площ, що припадають на одиницю основного технологічного обладнання

Устаткування	Норма площі,	Устаткування	Норма площі,
--------------	--------------	--------------	--------------

	м ²		м ²
Колісотокарний верстат	70	Стелаж	4
Шийконакочувальний верстат	50	Ковальський горн на два вогні	30
Токарний малогабаритний верстат	12	Горн мідницький круглий	12
Токарний верстат середнього розміру	25	Ковальський пневматичний молот без печі (вага падаючих частин 1500-2500 Н)	30
Токарний верстат великого розміру	60	Верстат слюсарний на одне робоче місце (у ремонтних відділеннях)	8
Великий деревообробний верстат	40	Гартівні та інші ванни	10
Середній деревообробний верстат	25	Стенд із ремонту дверей вагонів	15
Малий деревообробний верстат	12	Місце ремонту опалювальних котлів вагонів	15
Піч ресорна двокамерна	30	Верстат шпалерний	8
Ковальська нагрівальна піч	20	Швейна, закроувальна та петельна машини	8
Електропіч для термічної обробки виробів	10	Місце для розбирання і ремонту електромашин	15
Мийна машина для візків	25	Випробувальний стенд із ремонту електромашин	10
Мийна машина для колісних пар	15	Візкове стійло для вантажних вагонів	120
Мийна машина для букс і підшипників	10	Візкове стійло для пасажирських вагонів	160
Зварювальний пост	8	Площадка для огляду колісних пар	20
Плита правильна, розмічальна та ресорна	8	Компресор 302 ВП 10/8 з подачею повітря 10 м ³ /хв, 0,8 МПа	25
Ресорний прес	12	Стійлова частина на один ремонтуючий 4-вісний вантажний вагон	180
Ковальський горн на один вогонь	18	Стійлова частина на один ремонтуючий суцільнометалевий пасажирський вагон	260
Верстати: слюсарний, покрівельний, столярний (на два робочі місця)	12		

Додаток И (обов'язковий)

Таблиця И.1 – Технічна характеристика вузлів і деталей вагонів

Вузол або деталь	Вага, Н (м)	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Зовнішній діаметр, мм	Діаметр прутка, мм
------------------	-------------	-------------	------------	------------	-----------------------	--------------------

Візок пасажирського вагона	74000	3900	2186	1050	-	-
Візок вантажного вагона	48800	2856	2590	900	-	-
Колісна пара	12000	2290	950	950	-	-
Вісь	4500	2290	190	190	-	-
Корпус букси візка пасажирського вагона	650	860	280	380	-	-
Корпус букси візка вантажного вагона	580	382	382	266	-	-
Корпус автозчепа	1980	-	-	-	-	-
Надресорна балка	5300	2606	446	408	-	-
Бокова рама	3900	2413	554	650	-	-
Фрикційний клин	128	211	174	135	-	-
Сполучна балка	25000	3580	1644	501	-	-
Зовнішня пружина центрального підвішування візків пасажирських вагонів	574	-	-	496	370	40
Середня пружина центрального підвішування візків пасажирських вагонів	310	-	-	496	240	30
Внутрішня пружина центрального підвішування візків пасажирських вагонів	138	-	-	496	160	20
Пружина надбуксового підвішування візків пасажирських вагонів	248	-	-	266	232	36
Зовнішня пружина ресорного комплексу візків вантажних вагонів	162	-	-	249	200	30
Внутрішня пружина ресорного комплексу візків вантажних вагонів	70	-	-	249	124	19
Контейнер МК-1,25 (малотоннажний)	1400	1208	836	1500	-	-
Контейнер УУК-3 (середньотоннажний)	6000	2100	1325	2400	-	-
Контейнер УУК-5-2 (середньотонажний)	1100	2600	2100	2400	-	-
Контейнер 1Д (великотоннажний, 10 т)	8500	2991	2438	2438	-	-
Контейнер 1СС (великотоннажний, 20 т)	23200	6058	2438	2591	-	-
Контейнер 1АА (великотоннажний, 30 т)	37800	12192	2438	2591	-	-

Додаток К
(обов'язковий)

Основні стандартні параметри циліндрів

Внутрішній діаметр (D , м) циліндра (головний параметр): 0,045; 0,050;

0,065; 0,075; 0,090; 0,105; 0,120; 0,150; 0,165; 0,175; 0,200; 0,225; 0,250; 0,300; 0,350; 0,400; 0,500.

Діаметр штока ($d_{шт}$, м): 0,004; 0,005; 0,006; 0,008; 0,01; 0,012; 0,016; 0,020; 0,025; 0,032; 0,040; 0,050; 0,063; 0,080; 0,1; 0,125; 0,160; 0,200; 0,320.

Робочий тиск (p , Па) стисненого повітря або рідини:

- для пневмоприводів $p = 4 \cdot 10^5$;
- гідроприводів $p = (6,3; 10; 16; 25; 63; 100; 160; 200; 250; 320; 400; 500) \cdot 10^5$.

Протитиск (p_c) у вихлопній або зливальній камері:

- для пневмоприводів $p_c = 0,3 p$;
- гідроприводів $p_c = 0,1 p$.

Допустиме напруження (σ , Па):

- для вуглецевих сталей $(1000 \dots 1200) \cdot 10^5$;
- для легованих сталей $(1100 \dots 4000) \cdot 10^5$.

Повний ККД (η) насосної установки:

- для поршневих насосів 0,6 – 0,9;
- відцентрових насосів 0,75 – 0,92;
- шестерінчастих і пластинчастих насосів 0,8.

