

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Вагони»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсової роботи з дисципліни

***„ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ЛОГІСТИКА
НА ВАГОНОРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ”***

Харків 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на

засіданні кафедри «Вагони» 10 листопада 2008 року, протокол № 4.

Рекомендовано для студентів спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту”.

Укладачі:

доц. Д.І. Волошин,
асист. Л.В. Волошина

Рецензент

проф. О.Б. Бабанін

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсової роботи з дисципліни

„ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ЛОГІСТИКА
НА ВАГОНРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ”

Відповідальний за випуск Волошин Д.І.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 10.12.08 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,5 Обл.-вид.арк. 1,75.
Замовлення № Тираж 200. Ціна

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

ВСТУП

В умовах реформування залізничного транспорту України та його подальшої інтеграції у міжнародну транспортну систему виконується значна робота, спрямована на збільшення ефективності виробництва, впровадження нової техніки та передової технології, удосконалення методів управління виробничими процесами.

В забезпеченні високої ефективності, надійної та чіткої роботи залізничного транспорту значна роль належить вагоноремонтним підприємствам (ВРП), які мають забезпечувати ритмічність та узгодженість процесів ремонту вагонів, забезпечувати високу ефективність використання вагонів при найменших затратах на їх ремонт та технічне обслуговування.

Дисципліна „Організація виробництва і логістика на вагоноремонтних підприємствах” має своєю метою забезпечити студентів денної та заочної форми навчання необхідними організаційно-економічними знаннями, що потрібні для створення ритмічної роботи цехів, дільниць та окремих відділень вагоноремонтних підприємств. Ці знання дозволять майбутньому спеціалісту приймати високоефективні конструктивні, технологічні та технічні рішення, визначати і аналізувати їх економічну ефективність, виявляти внутрішньовиробничі резерви та удосконалювати систему управління.

Дисципліна вивчається студентами спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” спеціалізація „Вагони” на V курсі згідно з затвердженою типовою навчальною програмою.

У курсовій роботі студент повинен розглянути основні методи формування системи управління вагоноремонтного підприємства, розробити оптимальну технологію ремонту вагонів на основі використання прогресивних методів організації та дослідити різноманітні варіанти організаційних реалізацій виробництва.

1 Загальні вказівки до виконання курсової роботи

Метою курсової роботи є розроблення питання організації, планування та управління виробництвом в одному з цехів (дільниць) вагоноремонтного виробництва, що проектується на перспективу.

Робота складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка виконується на аркушах формату А4 згідно з „Правилами оформлення студентської звітності” УкрДАЗТ. Графічна частина складається з 1-2 аркушів креслень формату А1 і виконується згідно з „ЄСКД”, „ЄСТД”, „СНП” та інших нормативних документів. На обов’язковому кресленні має бути наведений план цеху, що проектується, з визначенням робочих позицій та позицій технологічного обладнання, або графік прив’язки технологічного процесу ремонту вагона до потокової лінії. Другий аркуш креслення є додатковим і виконується за узгодженням з керівником проекту.

Курсова робота має бути ілюстрована схемами, рисунками та технологічною документацією, що пояснюють наведені розрахунки та описи.

У вступі на початку роботи потрібно визначити роль вагоноремонтних підприємств у забезпеченні стабільної роботи вагонного парку залізниць, ефективного використання вагонів, поліпшення їх технічного стану, а також перелічити основні заходи, спрямовані на поліпшення якості роботи вагоноремонтних підприємств.

2 Завдання до курсової роботи

Завдання складається з 50 варіантів (тем).

Варіант роботи вибирається за початковою літерою прізвища студента та останньою літерою його учбового шифру за допомогою таблиці 1.

Таблиця 1 – Варіанти завдань курсової роботи

Початкова літера прізвища студента	Остання цифра учбового шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А-Д	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Е-К	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Л-Р	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
С-Ц	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ч-Я	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

У таблицях 2 та 3 подані теми та вихідні дані за кожним варіантом курсової роботи.

Таблиця 2 – Вихідні дані варіантів розрахунку вантажного ВРП

Тип вагона	Річна програма, N _в	Цех розбирання вагонів			Цех правки вагонів			Вагоноскладальний цех		
		Но-мер вар.	Q _в , люд. год	T _{пр} , год	Но-мер вар.	Q _в , люд. год	T _{пр} , год	Но-мер вар.	Q _в , люд. год	T _{пр} , год
Піввагон	5000	1	9,2	4,6	13	10,1	4,2	25	38,7	12,0
	7000	2	8,5	4,1	14	9,2	4,7	26	36,5	12,5
	6300	3	8,0	4,7	15	9,0	4,0	27	37,0	11,7
	5800	4	7,6	4,8	16	9,8	4,3	28	31,8	11,4
Критий вагон	2800	5	7,2	4,0	17	8,4	4,2	29	40,0	12,5
	8500	6	6,2	4,6	18	7,8	4,1	30	41,8	11,5
	6400	7	8,4	4,2	19	8,0	4,0	31	38,5	12,0
	3000	8	9,0	5,0	20	7,6	4,5	32	39,0	10,7
Платформа	3300	9	4,8	2,5	21	5,1	2,7	33	35,2	11,0
	4500	10	4,1	2,1	22	4,9	2,5	34	35,0	10,5
	5100	11	4,4	2,8	23	4,8	2,8	35	29,4	10,0
	6250	12	5,0	2,6	24	5,0	3,0	36	28,6	10,7

Таблиця 3 – Вихідні дані варіантів розрахунку пасажирського ВРП

Тип вагона	N _в	Колісний цех			Візковий цех			Вагоноскладальний цех		
		Но- мер вар.	Q _в , люд. год	T _{пр} , год	Но- мер вар.	Q _в , люд. год	T _{пр} , год	Но- мер вар.	Q _в , люд. год	T _{пр} , год
Пасажир- ський ЦМВ	950	37	7,0	3,5	42	54,4	6,5	47	170,0	72,0
	800	38	6,8	3,2	43	52,5	6,2	48	150,0	76,8
	700	39	6,4	3,0	44	52,0	6,0	49	145,0	110
	620	40	6,0	2,8	45	48,7	5,8	50	124,0	82,5
	540	41	5,5	2,6	46	49,4	5,6	51	158,0	68,0

3 Зміст курсової роботи

Вступ – Висвітлення актуальних питань реформування вагонного господарства з метою підвищення якості ремонту вагонів та продуктивності роботи основного виробництва ВРП (1-2 с.).

Розділ 1 – Вибір та обґрунтування організації виробничого процесу ВРП: призначення вагоноремонтного цеху; характеристика продукції, що ремонтується; особливості технологічного процесу ремонту; характеристика виробничої структури та структури управління цехом (4-6 с.).

Розділ 2 – Вибір та обґрунтування методу організації ремонту вагонів: аналіз існуючих методів організації ремонту вагонів, визначення їх переваг та недоліків; розрахунок мінімальної кількості вагонів, при якій доцільне впровадження потокового методу (2-3 с.).

Розділ 3 – Теоретичні основи проектування та розрахункові параметри поточкових ліній ремонту вагонів: загальна характеристика потокового методу ремонту вагонів; класифікація поточкових ліній; розрахунок основних параметрів потокової лінії; синхронізація технологічного процесу ремонту до потокової лінії цеху (6-8 с.).

Розділ 4 – Промислово-виробничий персонал та його розрахунок: аналіз категорій та професій працівників

технологічного процесу ремонту; розрахунок потреби ВРП у працівниках (2-3 с.).

Розділ 5 – Системи та форми оплати праці працівників: види існуючих систем і форм оплати праці за категоріями працівників та вибір найбільш раціональної; розрахунок річного фонду оплати праці працівників (2-3 с.).

Розділ 6 – Планування цеху та вибір необхідної кількості обладнання: розроблення плану цеху після впровадження потокового методу ремонту; розташування обладнання на основі аналізу обраного технологічного процесу (2-3 с.).

Розділ 7 – Розроблення алгоритму розрахунку параметрів потокової лінії: складання програми розрахунку параметрів потокової лінії; визначення варіантів реалізації виробничого процесу та вибір оптимального (1-2 с. та дод.).

Розділ 8 – Виробнича логістика та управління виробничими процесами: аналіз існуючих систем якості продукції, методів її підвищення та розроблення заходів щодо підвищення рівня якості; прогнозування та нормування витрат матеріалів; організація внутрішньовиробничого складського господарства; організація роботи технологічного транспорту цеху (4-6 с.);

Розділ 9 – Техніко-економічне обґрунтування застосування потокового методу ремонту: аналіз витрат на впровадження потокового методу ремонту; визначення економічного ефекту від запропонованих заходів (3-4 с.);

Розділ 10 – Охорона праці при впровадженні нового методу організації ремонту: питання охорони праці при впровадженні потокового методу ремонту; заходи та засоби охорони праці працівників при виконанні технологічного процесу ремонту (2-3 с.).

4 Обґрунтування і вибір методу організації ремонту вагонів

4.1 Загальна характеристика потокового виробництва

Головною умовою ефективної роботи вагоноремонтного підприємства є правильна організація виробництва, побудована на технічній і економічній обґрунтованості. Іншими словами,

ефективна робота прямо залежить від раціонального використання матеріальних і фінансових ресурсів. В умовах ринкової економіки, коли конкуренція є однією з найбільш стимулюючих сил розвитку виробництва, проблема ефективності роботи підприємства постає дуже гостро. Якщо розглядати ефективність роботи як можливість економії часу і відповідно зменшення витрат на виконання виробничих операцій, використання устаткування або зниження часу на перерви в роботі виконавців, тоді великого значення набуває вибір раціональної форми організації виробництва.

Найбільш прогресивною формою організації виробничого процесу, побудованої на основі досягнень техніки, технології і науки, є потокова організація виробництва.

Виробничим потоком називають таку форму організації виробничого процесу, при якій операції виконуються у певній, заздалегідь встановленій послідовності. При цьому операції технологічного процесу диференціюються до окремих переходів і виконуються на спеціалізованому обладнанні за допомогою спеціального оснащення. Робочі місця вузько спеціалізовані через закріплення за кожним з них суворо обмеженої кількості операцій.

У цілому передумовами організації потокового виробництва є:

1) наявність у плані цеху (перегону, дільниці або відділення) достатньої кількості однакових або подібних за технологією ремонту та виготовлення об'єктів, що дозволяє повністю завантажити технологічне обладнання без зниження коефіцієнта змінності їх роботи;

2) розподіл технологічного процесу на окремі операції;

3) тривале закріплення кожної операції за певним робочим місцем;

4) спеціалізація кожного робочого місця на виконанні обмеженої кількості операцій на спеціальному обладнанні;

5) розташування робочих місць суворо по ходу технологічного процесу, що забезпечує найкоротший шлях руху вагонів;

6) ритмічне виконання всіх операцій на технологічних позиціях на основі єдиного ритму (такту) потокової лінії;

7) можливість передачі вагонів та їх окремих вузлів поштучно або невеликими транспортними партіями, що забезпечує високу паралельність робіт, їх безперервність та концентрацію виробництва;

8) можливість передачі об'єктів ремонту з однієї технологічної позиції на іншу (з операції на операцію) за допомогою спеціального міжопераційного транспорту.

Потокове виробництво втілює в собі такі основні принципи:

- диференціації;
- спеціалізації;
- прямоточності;
- паралельності;
- пропорційності;
- ритмічності.

Проектований потік має відповідати таким вимогам:

- будуватися на базі використання передового обладнання, сучасної технології ремонту вагонних конструкцій і методів праці;

- забезпечувати ефективність виробництва завдяки повному використанню робочої сили і обладнання, оптимальному використанню трудових затрат, що відповідають рівню передових вагоноремонтних заводів і депо, типовій технічній документації;

- забезпечувати високий рівень якості вагонів, що ремонтуються;

- відповідати вимогам охорони праці і захисту навколишнього середовища;

- задовольняти вимоги технічного завдання до проектування даного потоку.

Необхідною умовою доцільності впровадження потокового виробництва є наявність відповідного обсягу робіт для завантаження потокової лінії. Мінімальна кількість виробів, при якій доцільно впроваджувати потокову лінію, знаходиться за формулою:

$$N_{\min} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 2}{O_{i\partial}}, \quad (1)$$

де $F_{\text{д}}$ – дійсний фонд робочого часу потокової лінії, год;

„2” – мінімальна кількість позицій потокової лінії;
 $T_{пр}$ – норма простою вагона у ремонті.

Дійсний фонд робочого часу потокової лінії називають змінним ефективним фондом часу роботи.

$$F_{\partial} = T_{н} - T_{пер}, \quad (2)$$

де $T_{н}$ – номінальний фонд робочого часу потокової лінії за розрахунковий період з урахуванням змінності, год;

$T_{пер}$ – час регламентованих перерв за той самий розрахунковий період, год., (з урахуванням витрат часу на плановий ремонт T_p і обслуговування робочих місць $T_{обс}$). Всі ці втрати у розрахунках враховують за допомогою коефіцієнта використання потокової лінії $\eta_{п.л.}$. Рекомендована величина $\eta_{п.л.}$ складає $0,7 \div 0,8$.

$$T_{н} = n_{р.д} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм}, \quad (3)$$

де $n_{р.д.}$ – кількість робочих днів за розрахунковий період;

$n_{зм}$ – кількість змін за той самий період;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$n_{р.д} = D - n_{вих} - n_{св}, \quad (4)$$

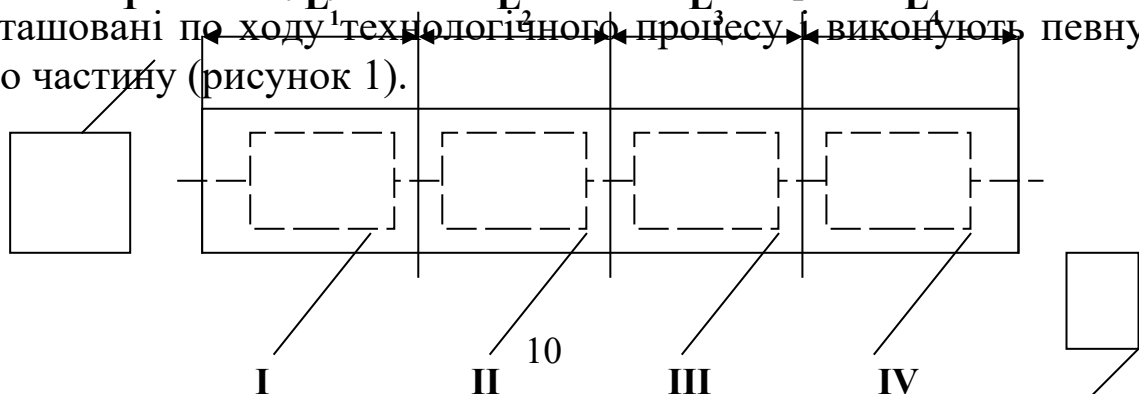
де D – загальна кількість днів за розрахунковий період;

$n_{вих}$ – кількість офіційних вихідних;

$n_{св}$ – кількість офіційних святкових.

4.2 Класифікація поточкових ліній

Основною ланкою поточкового виробництва є поточкова лінія, що являє собою сукупність спеціалізованих робочих місць, які розташовані по ходу технологічного процесу і виконують певну його частину (рисунк 1).



I, II, III, IV – технологічні позиції потокової лінії;

L_1, L_2, L_3, L_4 – лінійні розміри ремонтних позицій (складаються з довжини вагона або вузла, довжини місць для розміщення обладнання та технологічних відстаней між позиціями);

1 – приводна станція конвеєра;

2 – пульт управління потоковою лінією.

Рисунок 1 – Загальний вигляд потокової лінії для ремонту вагонів

Існуюче на практиці різноманіття поточкових ліній серійного та масового виробництва прийнято класифікувати за рядом ознак.

За номенклатурою вагонів, що ремонтуються поточкові лінії поділяються на:

- однопредметні;
- багатопредметні.

Однопредметна лінія – це лінія, на якій ремонтуються або складаються вагони одного найменування протягом тривалого часу (наприклад, лінія з ремонту піввагонів, лінія з ремонту цистерн та ін.). Для ремонту вагона іншого типу необхідно провести переналагодження (тимчасову реорганізацію) усієї лінії. Недоліком однопредметної лінії є великі затрати часу та праці працівників на проведення реорганізації.

Багатопредметні лінії – це лінії, на яких одночасно або послідовно ремонтуються вагони різних типів, але подібні за конструкцією і технологією ремонту або складання. Застосовуються багатопредметні лінії в тому випадку, якщо кількості вагонів або вузлів одного найменування за відповідний період часу недостатньо для повного завантаження обладнання та

робочих місць. Тому їх ще називають серійно-потокowymi лініями. Розрізняють групові і змінно-потоківі багатопредметні лінії.

Групові потоківі лінії створюються для спільного ремонту вагонів різних найменувань, що мають конструктивну і технологічну спільність і однаковий технологічний маршрут. Робочі місця забезпечені груповим оснащенням, що дозволяє без переналагодження обладнання і перебудови лінії переходити від випуску вагона (вузла) одного найменування до іншого.

Змінно-потоківі лінії створюються для поперемінного ремонту або складання декількох типів вагонів (вузлів), що мають подібні технологічні маршрути. Однак при переході від ремонту вагона одного найменування до іншого здійснюється переналагодження потоківі лінії. Терміни запуску у виробництво різних типів вагонів регулюються стандартними календарними графіками технологічного процесу.

У сучасному вагоноремонтному виробництві найчастіше використовують однопредметні потоківі лінії.

За ступенем безперервності процесу потоківі лінії поділяються на:

- безперервні;
- переривані (прямоточні).

Безперервна лінія – це лінія, на якій вагони переміщуються по всіх ремонтних позиціях (операціях) безперервно, тобто без міжпозиційного (міжопераційного) простоювання.

Умовою ефективного функціонування безперервних потоківі ліній є повне завантаження робочих позицій, що може бути досягнуто тільки за умови рівної продуктивності на всіх операціях лінії. Для створення таких умов необхідно забезпечити повну синхронізацію всіх операцій на лінії.

Безперервні лінії є найдосконалішою формою потоківі виробництва, тому що забезпечують сувору ритмічність роботи і найкоротшу тривалість виробничого циклу.

Переривані (прямоточні) лінії створюються в тих випадках, коли відсутня можливість досягнення повної синхронізації операцій і відповідного вирівнювання продуктивності робочих місць. За цієї форми організації потоківі виробництва рух виробів по деяких операціях відбувається з перервами, тобто виріб по закінченні обробки на попередній операції і до початку його обробки на

наступній якийсь час простоює. Для забезпечення безперебійного виконання технологічного процесу між операціями створюються оборотні заділи (запаси) оброблюваних предметів.

Прямоточне виробництво має завжди вільний ритм руху оброблюваних предметів праці. Широкого застосування прямоточні лінії набули у вагоноскладальних цехах та дільницях вагоноремонтних підприємств, цехах розбирання, підготовки та правки вагонів і цехах фарбування.

За способом підтримання ритму потокові лінії підрозділяються на лінії:

- з регламентованим ритмом;
- з вільним ритмом.

На лініях з регламентованим ритмом вагони або окремі вузли вагонів передаються з операції на операцію через точно фіксований час, тобто із заданим ритмом, підтримуваним за допомогою спеціальних пристроїв. Як правило, ритм регламентується:

- швидкістю руху конвеєра;
- періодичністю руху конвеєра;
- звуковою або світловою сигналізацією.

Дані лінії характерні для безперервно-потокowego виробництва.

На лініях з вільним ритмом його підтримання покладається на працівників і майстра. Необхідний ритм зазвичай забезпечується стабільною продуктивністю працівника (працівників) на першій операції.

За способом транспортування вагонів розрізняють лінії:

- конвеєрні;
- неконвеєрні.

Конвеєр – це транспортний засіб безперервної дії з механічним приводом. Конвеєри бувають: стрічкові, пластинчасті, візкові, підвісні, роликові та ін. Вид конвеєра, що застосовується, залежить у першу чергу від особливостей оброблюваного виробу: його габаритів, ваги та ін.

На лініях неконвеєрного типу використовують такі транспортні засоби:

- безприводні (скати, жолоби);
- з механічним приводом (крани, автотранспортувачі,

електровізки та ін.).

Залежно від місця виконання операцій розрізняють:

а) лінії з робочим конвеєром, що є не тільки засобом переміщення предметів праці, а і місцем виконання операцій. На робочому конвеєрі з безперервним рухом у процесі виконання операції працівник переміщується по ходу руху конвеєра в межах відведеної йому робочої зони. Робочий конвеєр оснащений механічним транспортером, що переміщує оброблюваний об'єкт уздовж лінії, регламентує ритм роботи і служить місцем виконання операцій. Даний вид конвеєра застосовується в тому випадку, якщо об'єкти недоцільно знімати з конвеєра. Наприклад, при складанні, зварюванні, заливанні металу у форми в ливарних цехах, фарбуванні великогабаритних виробів.

Робочий конвеєр може бути з безперервним і пульсуючим рухом. У першому випадку всі операції виконуються по ходу руху конвеєра, у другому – під час зупинки конвеєра;

б) лінії з конвеєром зі зняттям виробів для обробки або складання. Якщо на конвеєрі зі зняттям виробів на одній або декількох операціях є кілька робочих місць, конвеєр називається розподільним.

Залежно від характеру переміщення предметів праці розрізняють лінії з конвеєрами:

- безперервного руху;
- з пульсуючим рухом.

Пульсуючий рух можуть мати як робочі конвеєри, так і зі зняттям предметів. Вони застосовуються, якщо за умовами технологічного процесу оброблюваний виріб має бути нерухомим.

За охопленням виробництва розрізняють потокові лінії:

- дільничні;
- цехові;
- наскрізні заводські.

За рівнем механізації розрізняють лінії:

- немеханізовані;
- частково механізовані;
- комплексно-механізовані;
- комплексно-автоматизовані;
- автоматичні.

Окремо слід зазначити, що при виробництві

великогабаритних конструкцій великої маси, виготовлення яких пов'язано із складними монтажними операціями, застосовуються стаціонарні безперервно-потоківі лінії. У цьому випадку виробу протягом усього процесу їх виготовлення залишаються на тих самих технологічних позиціях, а група працівників або бригади переходять від одного станда до іншого через проміжок часу, що дорівнює такту лінії.

4.3 Розрахунок основних параметрів потокової лінії

Параметрами потокової лінії називаються показники, що характеризують організаційно-технічний режим роботи лінії в часі і просторі.

Вихідним параметром при проектуванні потокової лінії у вагоноремонтному цеху є **такт потокової лінії ($r_{п.л.}$)** – інтервал часу, через який періодично здійснюється постановка вагона, що ремонтується, на технологічну позицію (див. рисунок 2). Такт може бути теоретичним або технологічним.



Рисунок 2 – Вихідні параметри розроблення потокової лінії для ремонту вагонів

Тривалість теоретичного такту потокової лінії визначається двома факторами: обсягом виробничої програми ремонту вагонів (N_B), тобто кількістю вагонів, які необхідно відремонтувати за певний проміжок часу (зміну, місяць, квартал), і дійсним фондом робочого часу (F_d), який має потокова лінія за той самий проміжок часу.

У загальному вигляді величина **теоретичного такту** потокової лінії дорівнює:

$$r_{теор} = \frac{F_{\partial}}{N_{\partial}} \cdot \kappa_{\partial}, \quad (5)$$

де N_{∂} – запланована програма ремонту (виготовлення) вагонів, ваг;

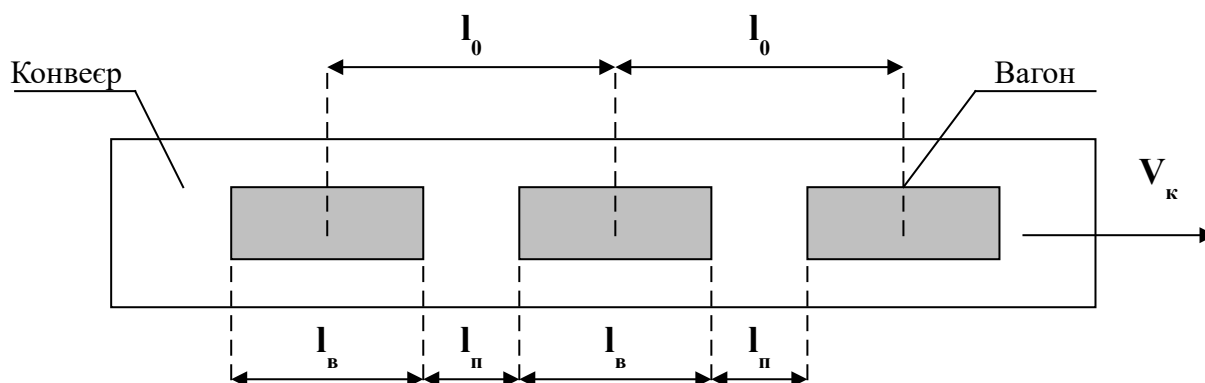
κ_{∂} – кількість вагонів на одній технологічній позиції.

Технологічний такт відрізняється від теоретичного на величину робочого ходу конвеєра:

$$r_{техн} = r_{теор} - t_p, \quad (6)$$

де t_p - тривалість робочого ходу конвеєра, год.

Для отримання тривалості робочого ходу конвеєра у часі необхідно визначити його крок (див. рисунок 3).



- $l_{\text{в}}$ – довжина вагона, що знаходиться на потоковій лінії, м;
- $l_{\text{п}}$ – середня відстань між технологічними позиціями, $l_{\text{п}}=3$ м;
- l_0 – крок конвеєра потокової лінії, м;
- V_k – швидкість переміщення конвеєра при ремонті вагона

Рисунок 3 – Визначення кроку конвеєра потокової лінії
Крок конвеєра визначається з урахуванням умови:

$$l_0 \geq l_{\partial} + l_n. \quad (7)$$

Тривалість робочого ходу конвеєра:

$$t_p = \frac{l_0}{V_k}. \quad (8)$$

Згідно з досвідом експлуатації потокових ліній швидкість руху вагона V_k , як правило, знаходиться у межах $0,1 \div 4$ м/хв.

Величина, зворотна такту, називається темпом потокової лінії.

Темп – це кількість вагонів (вузлів), що ремонтуються протягом певного часу.

$$\tau_{пл} = \frac{1}{r_{теор}}. \quad (9)$$

Розрахунок робочих місць на технологічних позиціях потокової лінії здійснюється на етапі проектування потокової лінії.

Теоретично необхідна кількість робочих місць на потоковій лінії:

$$P_n = \frac{t_i}{r_{техн}}, \quad (10)$$

де t_i – тривалість i -ї операції технологічного процесу, год.

Коефіцієнт завантаження робочих місць:

$$K_3 = \frac{P_n}{p}, \quad (11)$$

де p – фактична прийнята кількість робочих місць на i -й операції.

Важливими параметрами, які характеризують роботу потокової лінії в часі, є виробничий цикл, який визначається згідно з прийнятим технологічним процесом. Розрізняють:

- **операційний цикл ($t_{оп}$)** – час обробки або ремонту елемента вагона на одному робочому місці (визначається згідно з прийнятим технологічним процесом);

- **позиційний цикл** ($t_{\text{поз}}$) – час роботи на даній позиції ($t_{\text{поз}}$ дорівнює величині технологічного такту потокової лінії);

- **загальний цикл потокової лінії** ($T_{\text{п.л.}}$) – час на роботи по всіх позиціях потокової лінії. У тривалість загального циклу входить час на транспортування вагона з однієї позиції на іншу (t_p – величина робочого ходу конвеєра у часі). Інша назва загального циклу – час простою вагона в ремонті.

Кількість технологічних позицій потокової лінії визначається, виходячи з обраного технологічного процесу. При цьому необхідно враховувати можливість виконання різноманітних технологічних операцій на одній позиції і рівномірність розподілу трудомісткості по позиціях. Рекомендується вибирати для цехів розбирання та правки вантажних вагонів $\theta_{\text{п.л.}} = 2 \div 3$, цеху збирання та фарбування вантажних вагонів $\theta_{\text{п.л.}} = 5 \div 6$ (пасажирських $\theta_{\text{п.л.}} = 7 \div 8$).

Перевірка правильності вибору кількості позицій за щільністю робіт проводиться за формулою:

$$p_n = \frac{Q_v}{\theta_{\text{п.л.}} \cdot r_{\text{техн}} \cdot k_v} \quad (12)$$

Рекомендована величина p_n :

- для 4-вісних вантажних вагонів – 3÷5 чол.;

- для пасажирських та інших вантажних вагонів - 4÷8 чол.

Необхідна **кількість поточкових ліній** розраховується як:

$$n_{\text{п.л.}} = \frac{N_v \cdot r_{\text{техн}}}{F_{\text{д}} \cdot k_v} \quad (13)$$

Фактична програма ремонту вагонів з урахуванням отриманих параметрів потоку має вигляд:

$$N_{\text{д}} = \frac{n_{\text{і.є.}} \cdot F_{\text{д}} \cdot \hat{e} \hat{a}}{r_{\text{ддді}}} \quad (14)$$

Фронтом роботи цеху або дільниці називають певний простір, на якому містяться об'єкти ремонту, обладнання, запас вузлів та деталей тощо.

У вагоноремонтному виробництві фронт роботи вимірюється в одиницях вагонів (вузлів), що ремонтуються

одночасно. Слід розрізняти загальний фронт роботи підприємства (цеху, дільниці або відділення) і фронт роботи потокової лінії.

Фронт роботи потокової лінії визначається за формулою:

$$\Phi_{n.l.} = \theta_{n.l.} \cdot \kappa_v. \quad (15)$$

Фронт роботи цеху:

$$\Phi_{ц} = n_{n.l.} \cdot \Phi_{n.l.} \quad (16)$$

Маючи на увазі, що впровадження потокового методу навіть на вже існуючому підприємстві потребує проведення реконструкції виробництва, виникає необхідність розрахунку просторових параметрів цехів та дільниць.

Довжину потокової лінії можна знайти, знаючи довжину ремонтної позиції, відстань між позиціями та їх кількість.

$$L_{n.l.} = (l_{noz} + l_n) \cdot \theta_{n.l.}, \quad (17)$$

де l_{noz} – довжина ремонтної позиції, м.

Довжина ремонтної позиції визначається залежно від довжини вагона і кількості їх на позиції:

$$l_{noz} = l_v \cdot \kappa_v + l_n \cdot (\kappa_v - 1). \quad (18)$$

Довжина цеху (дільниці), де встановлюється потокова лінія, визначається за формулою:

$$l_{ц} = 2 \cdot l_m + \theta_{n.l.} \cdot l_{noz} + \theta_v \cdot l_{віз} + (\theta_{n.l.} - 2) \cdot l_n, \quad (19)$$

де l_m – відстань від торцевої стінки до осі зчеплення крайнього вагона, $l_m = 3$ м;

$l_{віз}$ – довжина дільниць для розміщення візків, що викочуються (підкочуються), $l_{віз} = 6$ м;

θ_v – кількість позицій, де відбувається викочування (підкочування) візків, $\theta_v = 0$ або 2 шт.

Ширину цеху (дільниці) визначають за формулою:

$$B_{ц} = (n_{н.л.} - 1) \cdot v_1 + 2 \cdot v_2, \quad (20)$$

де v_1 – відстань між осями двох суміжних колій, $v_1=7$ м;

v_2 – відстань від осі колії до крайньої поздовжньої стінки, $v_2=5$ м.

Визначаємо **основну площу** цеху (дільниці):

$$F_{\ddot{o}.o.} = L_{\ddot{o}} \cdot \hat{A}_{\ddot{o}}. \quad (21)$$

Визначаємо **допоміжну площу** цеху (дільниці):

$$F_{\ddot{o}.\ddot{a}.} = F_{\ddot{o}.i.} \cdot \hat{e}_{\ddot{a}.}, \quad (22)$$

де k_d – коефіцієнт, який враховує норму допоміжної площі, $k_d = 0,1$.

Визначаємо **загальну площу** цеху (дільниці):

$$F_{\ddot{o}.q.} = F_{\ddot{o}.i.} + F_{\ddot{o}.a.}. \quad (23)$$

Визначаємо **питому вагу** загальної площі цеху (дільниці) на один відремонтований вагон:

$$f_{\ddot{o}.q.} = \frac{F_{\ddot{o}.q.}}{N_{\ddot{o}}}. \quad (24)$$

4.4 Синхронізація технологічного процесу ремонту вагонів на потоковій лінії

Незмінною умовою надійності роботи потокової лінії є стабільність її ритму, що досягається суворим узгодженням продуктивності обладнання і праці на окремих робочих місцях і на всіх позиціях потокової лінії, у результаті чого на кожній позиції забезпечується рівність або кратність тривалості операції і такту (синхронізація).

Відхилення часу виконання операції на позиції потокової лінії від такту повинно бути найменшим і не виходити за межі $\pm 10\%$.

Міра узгодження (синхронності) часу виконання операції на позиції з тактом потокової лінії характеризується коефіцієнтом синхронізації, який визначає відношення часу на виконання операцій, що припадає на одного робочого, до такту потокової лінії.

Коефіцієнт синхронізації визначається за формулою:

$$\hat{E}_{\text{п\o}} = \frac{\sum t_{\text{п}}^{\text{п\o}}}{r_{\text{\o\o\o}}}. \quad (25)$$

Узгодження операцій за часом вважається правильним, якщо $K_{\text{cx}} = 1 \pm 10\%$.

Якщо $K_{\text{cx}} > 1,1$, то позиція перевантажена, якщо $K_{\text{cx}} < 0,9$, то позиція недовантажена.

Синхронізація може бути досягнута декількома способами:

а) розділенням операції – полягає в тому, що операція поділяється на більш дрібні частини (переходи) і частина переходів, запроектованих у даній операції, переноситься на іншу операцію;

б) групуванням операцій – в одну операцію групуються дрібні операції або переходи, запроектовані в інших операціях;

в) механізацією трудомістких робіт, застосуванням інструментів і пристроїв, які скорочують основний і допоміжний час;

г) організацією на потоковій лінії додаткових робочих місць та поліпшенням організації робочих місць;

д) зміною технологічного процесу.

5 Розрахунок чисельності працівників по цехах ВРП

Залежно від характеру функцій, що виконуються, промислово-виробничий персонал будь-якого підприємства, в тому числі й ВРП, поділяється на чотири категорії: робітники;

інженерно-технічні працівники (ІТП); обчислювально-конторський персонал (ОКП або службовці) та молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Залежно від виконання основних або допоміжних виробничих процесів, робітники поділяються на основні та допоміжні. Як основні, так і допоміжні робітники, складають групи за професіями і спеціальностями, а також за кваліфікаційними розрядами.

Основними вважають робітників, що безпосередньо виконують технологічні операції, пов'язані з випуском продукції, яка входить в номенклатуру ВРП або дільниці (відділення) – це слюсарі з ремонту рухомого складу, слюсарі з ремонту електрообладнання пасажирських вагонів, зварювальники, столяри, верстатники та ін.

До допоміжних робітників відносять тих, хто безпосередньо не бере участі в технологічних операціях (транспортні робітники, комірники та ін.).

ІТП здійснюють функції загального управління та технічного керування. Ця група складається з керівників (начальник депо, головний інженер, заступники начальника депо, старші майстри, майстри, бригадири), фахівців (інженери та техніки відділів).

До ОКП або службовців відносять обчислювально-бухгалтерський персонал, нормувальників, діловодів та ін.

До МОП належать працівники з догляду за службовими приміщеннями (двірники, прибиральники), обслуговування робітників і службовців (гардеробники) та ін.

Вихідними даними для розрахунку потреби у робочій силі дільниці (відділення) ВРП є технологічний процес з нормами часу на операції та виробнича програма.

Розрізняють обліковий та явочний склад працівників. Обліковий склад характеризує загальну кількість працівників дільниці (відділення). Явочний склад – це кількість працівників, що фактично присутні на роботі.

Явочну чисельність основних працівників визначають за формулою:

$$D_{\dot{y}\dot{a}}^{\dot{m}\dot{i}} = \frac{N_{\dot{a}} \cdot Q_{\dot{a}}}{F_i \cdot \hat{e}_i}, \quad (26)$$

де F_n – номінальний фонд робочого часу працівника за рік, год;
 K_n – коефіцієнт виконання норми (приймається 1,1...1,3);
 Q_e – нормативні витрати часу на один виріб, люд. год.

Облікову чисельність основних працівників визначають за формулою:

$$P_{об}^{осн} = P_{сн}^{осн} \cdot K_{об}, \quad (27)$$

де $K_{об}$ – коефіцієнт, що враховує співвідношення облікового і явочного фонду часу одного працівника в рік (приймається $K_{об}=1,1...1,2$).

Облікова кількість працівників, тобто тих, що знаходяться в штаті ВРП, більше явочної. Це робиться для того, щоб можна було підміняти працівників, що знаходяться в чергових відпустках, відсутніх через хворобу і ін.

Розрахунок кількості допоміжних працівників проводиться за нормативами у відсотках до облікової кількості (15 %) або за диференційованими нормами обслуговування. Отже, облікову чисельність допоміжних працівників визначають за формулою:

$$P_{об}^{доп} = P_{об}^{осн} \cdot K_{доп}, \quad (28)$$

де $K_{доп}$ – коефіцієнт, що враховує співвідношення допоміжних працівників до основних (приймаємо $K_{доп}=0,15$).

Кількість ІТП, ОКП та МОП визначається з урахуванням фактичної потреби в них відповідно до прийнятої схеми управління або у відсотковому відношенні до облікової кількості основних робочих:

$$P_{об}^{ІТП} = P_{об}^{осн} \cdot K_{ІТП}, \quad (29)$$

$$P_{об}^{ОКП} = P_{об}^{осн} \cdot K_{ОКП}, \quad (30)$$

$$P_{об}^{МОП} = P_{об}^{МОП} \cdot K_{МОП}, \quad (31)$$

де $K_{ІТП}$, $K_{ОКП}$, $K_{МОП}$ – коефіцієнти, що враховують співвідношення ІТП, ОКП, МОП до основних працівників, $K_{ІТП} = 0,06$; $K_{ОКП} = 0,06$; $K_{МОП} = 0,03$.

6 Вибір та обґрунтування технологічного обладнання

Необхідна кількість технологічного обладнання у цеху, що проектується, розраховується за формулою:

$$N_i = \frac{N_a \cdot t_a}{F_a \cdot \hat{e}_{\hat{e}\hat{e}} \cdot n_{\hat{c}i}}, \quad (32)$$

де t_a – агрегатомісткість або верстатомісткість обладнання, аг. год;

$K_{вик}$ – коефіцієнт використання обладнання, $K_{вик} = 0,8...0,9$.

Розрахована кількість обладнання має бути округлена до цілого числа в більший бік. Ряд обладнання (домкрати, пристрої для зняття головок автозчепів і фрикційних апаратів, консольні та мостові крани тощо) приймається без розрахунку з технологічних міркувань.

Інформація стосовно вибору окремих витрат часу та інших ресурсів при виконанні розділів курсової роботи 6-10 розміщено у додатку А.

Додаток А
Довідкові дані до виконання курсової роботи

Таблиця А.1 – Витрати обладнання на ремонт буксових вузлів

Найменування обладнання	Найменування робіт	Витрати агрегато-годин
1 Стенд для демонтажу буксових вузлів	Демонтаж буксових вузлів	0,07
2 Стенд для монтажу буксових вузлів	Монтаж буксових вузлів	0,09

Таблиця А.2 – Витрати обладнання на деповський ремонт вантажних вагонів

Найменування обладнання	Норма верстато- та агрегато-годин на вантажний 4-вісний вагон
-------------------------	---

	піввагон	критий	платформа
1	2	3	4
1 Токарні верстати	1,9	2,8	1,9
2 Вертикально-свердлильні верстати	0,5	0,5	0,4
3 Поперечно-стругальні верстати	1,2	1,4	1,1
4 Фрезерні верстати	0,4	0,5	0,4
5 Колесотокарні верстати	1,5	1,5	1,5
6 Токарно-накатні верстати	1,3	1,3	1,3
7 Електрогазозварювальні агрегати	6,2	6,3	6,0

Продовження табл. А.2

1	2	3	4
8 Ковальські молоти	1,1	1,3	1,1
9 Столярні верстати	1,5	1,8	1,5
10 Болторізні та гайконарізні верстати	0,7	1,1	1,1

Таблиця А.3 – Витрати обладнання на деповський ремонт пасажирських вагонів

Найменування обладнання	Норма верстато- та агрегато-годин на пасажирський суцільнометалевий вагон		
	твердий некупейний	твердий купейний	м'який
1 Токарні верстати	13,3	13,2	13,3

2 Вертикально-свердлильні верстати	2,5	2,1	2,1
3 Поперечно-стругальні верстати	2,1	2,1	2,1
4 Фрезерні верстати	1,6	1,6	1,4
5 Колесотокарні верстати	2,1	2,1	2,1
6 Токарно-накатні верстати	0,8	0,8	1,1
7 Електрогазозварювальні агрегати	12,9	12,6	12,6
8 Ковальські молоти	10,8	11,1	11,3
9 Столярні верстати	0,8	1,3	0,4
10 Болторізні та гайконарізні верстати	2,1	1,6	1,8

Таблиця А.4 – Витрати енергетичних ресурсів (води) при деповському ремонті вагонів

Найменування об'єктів водоспоживання та водовідведення	Норма витрат води на вагон, м ³	Норма водовідведення, м ³
1 Вантажний вагон	9,0	6,65
2 Пасажирський вагон	15,0	6,7

Таблиця А.5 – Витрати енергетичних ресурсів (вільного повітря) при деповському ремонті вагонів

Найменування об'єктів споживання повітря	Норма витрат вільного повітря на вагон, м ³
1 Вантажний та пасажирський вагон	28,25

Таблиця А.6 — Витрати енергетичних ресурсів (газу) при деповському ремонті вагонів

Найменування дільниці	Найменування обладнання	Витрати газу на одиницю обладнання, м ³ /год
Дільниця ремонту вагонів	Зварювальний пост	1,2
	Стенд для правки рам вагонів	2,9
Ковальське відділення	Газове горно	2,9
Зварювальне відділення	Зварювальний пост	1,2

Таблиця А.7 — Витрати енергетичних ресурсів (електроенергії) при деповському ремонті вагонів

Найменування дільниці	Витрати електроенергії на один вагон, кВт/год
Критий	205
Піввагон	197
Платформа	183
Твердий некупейний	990
Твердий купейний	1000
М'який	980

Таблиця А.8 – Штати цеху, що проектується

Категорії працівників	Відсоток від розрахункової кількості основних працівників

Допоміжні працівники	16
Інженерно-технічні працівники	6
Обчислювально-конторський персонал	2
Молодший обслуговуючий персонал	2

Таблиця А.9 – Розподіл собівартості за основними статтями витрат

Тип вагона	Стаття витрат, %		
	Фонд заробітної плати	Матеріали та запасні частини	Адміністративно-господарчі витрати
Вантажний	23	66	11
Пасажирський	30	52	18

Список літератури

1 Скиба И.Ф. Организация, планирование и управление на вагоноремонтных предприятиях. – М.: Транспорт, 1978. – 341 с.

2 Криворучко Н.З, Гридюшко В И., Бугаев В.П. Вагонное хозяйство. – М.: Транспорт, 1988. – 259 с.

3 Вагонное хозяйство: Учебн. для вузов ж.-д. трансп. / П.А. Устич, И.И. Хаба, В.А. Ивашов и др.; Под ред. А.А. Устича. – М.: Маршрут, 2003. – 560 с.

4 Технология производства и ремонта вагонов: Учебн. для вузов ж.-д. трансп. / К.В. Мотовилов, В.С. Лукашук, В.Ф. Криворудченко, А.А. Петров; Под ред. К.В. Мотовилова. – М.: Маршрут, 2003. – 382 с.

5 Організація виробництва: Навч. посіб. / В.О. Онищенко, О.В. Редкін, А.С. Старовірець, В.Я. Чевганова. – К.: Лібра, 2005. – 336 с.

6 Модели и методы теории логистики / Под ред. В.С. Лукинського. – С.Пб.: Питер, 2003. – 176 с.

7 Нормы технологического проектирования депо для ремонта грузовых и пассажирских вагонов. – М.: Транспорт, 1984. – 32 с.