

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Український державний університет  
науки і технологій**

---

Кафедра «Локомотиви»

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПЛАНУВАННЯ  
ВИРОБНИЦТВА**

**Методичні рекомендації  
для виконання розрахунково-графічної роботи**

Електронний аналог  
друкованого видання

ДНІПРО  
2022

УДК 629.4:658.512

О - 64

Укладачі:

*Б. Є. Боднар, О. Б. Очкасов*

Рекомендовано до друку МКФ ТІ (протокол № 4 від 22 грудня 2022 р)  
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 592 від 18.01.2023)

**Організація та планування виробництва:** методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічної роботи: /уклад.: Б.Є. Боднар, О.Б. Очкасов; Україн. держ. ун-т науки і технол. – Дніпро, 2022. – 47 с.

Методичні рекомендації містять варіанти для виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Організація та планування виробництва» та методику її виконання.

Для студентів усіх форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» за ОПП «Локомотиви та локомотивне господарство» спеціальності 273 «Залізничний транспорт».

Іл.2, Табл. 6. Бібліогр: 9 назв.

© Боднар Б.Є., Очкасов О.Б., укладання, 2022

© УДУНТ, редагування, оригінал-макет, 2022

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
ЗМІСТ РОБОТИ ТА ВИХІДНІ ДАНІ	7
РОЗДІЛ 1 ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЕПЛОВОЗА, ЙОГО АГРЕГАТИВ І ВУЗЛІВ	8
РОЗДІЛ 2 СКЛАД ЦЕХІВ І ВІДДІЛЕНЬ	10
РОЗДІЛ 3 ВИБІР РЕЖИМУ РОБОТИ І РОЗРАХУНОК ФОНДІВ ЧАСУ	13
РОЗДІЛ 4 РІЧНА ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА ТА ЇЇ КОРИГУВАННЯ ВРАХОВУЮЧИ ЗРУЧНУ РИТМІЧНІСТЬ ОСНОВНОГО ВИРОБНИЦТВА	15
РОЗДІЛ 5 ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ	17
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ПОЗИЦІЙ І ВИРОБНИЧИХ МІСЦЬ	20
РОЗДІЛ 7 РОЗРОБКА ГРАФІКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ	22
РОЗДІЛ 8 ВИЗНАЧЕННЯ ОБОРОТНОГО ФОНДУ АГРЕГАТИВ І ВУЗЛІВ	26
РОЗДІЛ 9 ВИБІР ТИПУ Й РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ОБЛАДНАННЯ	27
РОЗДІЛ 10 РОЗРАХУНОК ШТАТНОЇ КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ	30
РОЗДІЛ 11 РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ПЛОЩІ ЦЕХУ	32
РОЗДІЛ 12 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ЦЕХУ ТА ВИБІР ПІДЙОМНО–ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	34
РОЗДІЛ 13 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ	38
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС	43
ДОДАТОК А УМОВНІ ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ	44

## ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Організація та планування виробництва» спрямована на визначення основних принципів і процесів організації локомотиворемонтного виробництва, а також закономірностей його розвитку та удосконалення. Конкурентоспроможність локомотиворемонтних підприємств залежить переважно від рівня організації виробництва, тобто від координації дій усіх елементів виробничої системи.

Технологічне проектування цехів локомотиворемонтних підприємств є однією з основних складових дисципліни «Організація та планування виробництва», а також кваліфікаційної випускної роботи. Під час розробки цієї теми студент повинен виявити вміння самостійно аналізувати й творчо вирішувати технічні завдання, що виникають по ходу виконання технологічного проекту цеху, на основі отриманих ним під час вивчення курсу теоретичних знань і практичних навичок, а також технічно й економічно обґрунтовувати прийняті проектні рішення.

Метою методичних рекомендацій є досягнення компетентностей, передбачених освітньо-професійною програмою (ОПП), а саме:

- здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- здатність розробляти та управляти проектами;
- здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- дотримання у професійній діяльності вимог нормативно-правових, законодавчих актів України, Правил технічної експлуатації залізниць України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів залізничного транспорту та їх систем;
- здатність розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації при виробництві, експлуатації, ремонті та обслуговуванні локомотивів, їх систем, агрегатів та вузлів;
- здатність розробляти, оформлювати та впроваджувати у виробництво документацію щодо технологічних процесів будівництва, експлуатації,

- ремонту та обслуговування локомотивів, їх систем, агрегатів і вузлів та інших інструктивних вказівок, правил та методик;
- здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, міцнісних, естетичних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування локомотивів, їх систем, агрегатів і вузлів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць; розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції;
  - здатність аналізувати технологічні процеси виробництва й ремонту локомотивів як об'єкта управління, застосовувати експертні оцінки для вироблення управлінських рішень щодо подальшого функціонування підприємства з оцінкою якості його продукції;
  - здатність організовувати експлуатацію локомотивів, їх систем, агрегатів і вузлів, з обґрунтуванням структури управління експлуатацією, технічного обслуговування та ремонту;
  - здатність організовувати виробничу діяльність структурних підрозділів лінійних підприємств та заводів, малих колективів виконавців (бригад, дільниць, пунктів), щодо виробництва, експлуатації, ремонту та обслуговування локомотивів, їх систем, агрегатів і вузлів, включаючи обґрунтування технології виробничих процесів;
  - здатність організовувати дію системи звітності та обліку (управлінського, статистичного, технологічного) роботи локомотивів, їх систем, агрегатів і вузлів, здійснювати діловодство, документування та управління якістю згідно нормативно-правових актів, інструкцій та методик;
  - здатність організовувати власну роботу, підлеглих та підпорядкованих підрозділів відповідно до вимог охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки під час виробництва, експлуатації та ремонті локомотивів, їх систем, агрегатів і вузлів.

Методичні рекомендації мають на меті донести до студента зміст, обсяг, порядок і методи технологічного проектування основних цехів локомотиворемонтного підприємства. Для зручності й підвищення оперативності розрахунків методичні рекомендації повинні розглядатися разом із нормативними матеріалами, зазначеними у бібліографічному списку.

Під час виконання розрахунково-графічної роботи необхідно дотримуватись наступних положень:

1. Робота повинна бути виконана в зошиті, складеному зі стандартних аркушів паперу (210x297 мм). Необхідно обов'язково залишити поля для

зауважень рецензента. На обкладинці зошита необхідно вказати дисципліну, курс, прізвище, ініціали та шифр студента, а також рік видачі завдання на курсову роботу, відповідно до якого вона виконується.

2. Робота повинна бути надрукована або написана акуратно, розбірливим почерком, без скорочення слів.

3. Вихідні дані повинні бути обов'язково наведені на початку роботи.

4. Розрахунки необхідно супроводжувати поясненнями. Розрахункові формули наводяться спочатку в загальному вигляді із застосуванням прийнятих буквенних позначень, після чого слід підставляти в формулу числові значення величин і виставити результат. Необхідно пояснити величини які входять у формулу, обов'язково вказуючи одиниці вимірювання.

5. При виборі розрахункових величин і параметрів, використанні таблиць, формул, довідкових матеріалів потрібно посилатися на літературні джерела. Перелік використаних літературних джерел наводять в кінці роботи.

6. Матеріал потрібно викладати з дотриманням прийнятої в технічній літературі термінології.

7. Графічна частина роботи виконується на міліметровому папері, якщо графічна частина виконується в ручну. Якщо графічна частина виконується з використанням ЕОМ графічні матеріали роздруковуються на звичайному папері. Під час виконання графічної частини необхідно дотримуватись масштабу та вимог державних стандартів.

8. Сторінки роботи і графічні матеріали мають бути пронумеровані. Таблиці повинні мати найменування, ілюстрації та графіки – підписані підписи.

9. Роботу потрібно підписати і вказати дату її виконання.

10. Готова робота повинна бути надіслана до університету не пізніше терміну, встановленого календарним планом (для студентів дистанційної форми навчання).

Для студентів дистанційної форми навчання, незалежно від того, зарахована робота чи ні, після отримання прорецензованої роботи потрібно, виправити всі помилки і зробити необхідні доповнення. Якщо робота не зарахована, потрібно в найкоротший термін виконати вимоги рецензента та надіслати виправлену роботу до університету для повторної перевірки (при цьому на титульній сторінці необхідно зазначити «Робота виправлена», вказати дату та поставити підпис). Не варто переписувати роботу повністю або окремі її розділи; не можна також робити виправлення у написаному тексті; всі виправлення і доповнення мають бути зроблені на окремих листах і вклеєні або вшиті у відповідні місця роботи.

Витирати і закреслювати зауваження рецензента забороняється. Виконавши будь-яке виправлення і отримавши новий числовий результат, варто, якщо це потрібно, внести відповідні поправки в наступні розрахунки. Розрахунково-

графічна робота, в якій не дотримані викладені положення, а також робота, що виконана студентом не за своїм варіантом, не зараховується. Перевірену роботу з виправленнями і доповненнями, зробленими на вимогу рецензента, потрібно зберігати, оскільки її необхідно захистити.

## ЗМІСТ РОБОТИ ТА ВИХІДНІ ДАНІ

У розрахунково-графічній роботі необхідно:

1. Провести аналіз виробничого процесу ремонту тепловоза, його агрегатів і вузлів відповідно завдання на розрахунково-графічну роботу.
2. Визначити склад цеху з ремонту рухомого складу.
3. Обрати режим роботи цеху та визначити річні фонди часу роботи.
4. Розрахувати річну виробничу програму та виконати її коригування враховуючи ритмічність основного виробництва.
5. Визначити трудомісткість річної програми ремонту.
6. Розрахувати необхідну для виконання ремонту кількість позицій і виробничих місць.
7. Розробити графік організації виробничого процесу.
8. Визначити оборотний фонд агрегатів і вузлів.
9. Обрати тип і розрахувати необхідну кількість обладнання.
10. Розрахувати штатну кількість працівників цеху.
11. Розрахувати необхідну виробничу площу цеху.
12. Визначити розміри цеху та обрати підйомно-транспортні засоби цеху.

Вихідні дані вибираються студентом по таблицях 1, 2 та узгоджуються з викладачем. Вихідні дані обов'язково наводяться на початку розрахунково-графічної роботи.

Таблиця 1

### Вихідні дані

Найменування показника		Остання цифра номера навчального шифру									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серія тепловоза		2ТЭ116	2ТЭ10В	2ТЭ10Л	М62	ТЭМ2	ЧМЭ3	2ТЭ116	2ТЭ10В	2ТЭ10Л	ЧМЭ3
Річна програма ремонту, секц	КР1	305	180	185	175	105	110	180	200	165	255
	КР2	95	175	295	205	145	220	215	310	115	205

**Вихідні дані**

Найменування показника	Передостання цифра номера навчального шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цех заводу, що проектується	Д	С	В	Е	К	С	Д	В	Е	К
Простій локомотива в ремонті, діб	7,5	9	4,5	6	3,5	9,5	7	4	5,5	3,8

Д – дизельний цех, С – тепловозоскладальний цех, В – візковий цех,

Е – електромашинний цех, К – колісний цех

**РОЗДІЛ 1****ПРОЄКТУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЕПЛОВОЗА, ЙОГО АГРЕГАТІВ І ВУЗЛІВ**

Проектування в розрахунково-графічній роботі виробничого процесу ремонту тепловозів на заводі в цілому і особливо в основних цехах є завершальним етапом вивчення та практичного засвоєння студентом загальних принципів, методів і форм організації й технології ремонту тепловозів, виробничих зв'язків між структурними підрозділами заводу й усередині них, освоєння основних керівних і нормативних технічних матеріалів, що регламентують вимоги до заводського ремонту тепловозів. Мета цієї роботи – створити оптимальну, технічно й економічно доцільну організацію ремонтних робіт у заданому цеху й передумови до отримання високих техніко-економічних показників проекту.

Характеристика виробничого процесу ремонту тепловоза або його агрегата чи вузла в заданому цеху повинна відображати в узагальненому плані основні комплекси розбиральних, ремонтних, складальних і випробувальних операцій, зв'язки між ними в часі й просторі як усередині цеху, так і суміжними цехами, починаючи з моменту надходження об'єкта ремонту в цех і закінчуючи виходом із нього, а для тепловоза в цілому – виходом із заводу.

Характеристика ремонтних робіт, що виконуються відділеннями, дільницями й бригадами, викладається коротко, за крупними вузлами, стадіями і етапами, з прив'язкою до місця, часу виконання й попереднього процесу, а також зазначенням застосовуваного металообробного, технологічного устаткування, оснащення (іноді й інструменту), а також підйомно -

транспортних засобів. Обов'язково відображаються, якщо вони є, особливості ремонту вказаного вузла (агрегата) на лінію, тобто на потребу локомотивних депо, тому що ці відмінності визначають дещо інші об'ємні, якісні й вартісні характеристики ремонту лінійної продукції.

Як приклад наведемо фрагмент опису виробничого процесу ремонту візків тепловозу серії 2ТЭ10В: «...комплект візків з тепловозскладального цеху за допомогою електрифікованої лебідки по рейковій колії подається в прогін візкового цеху й мостовим краном вантажопідйомністю 30 т установлюється на першу розбиральну позицію (один візок – на стенд для зняття рами з колісно-моторних блоків, інший – на місце очікування розбирання). На стенді від'єднуються тягові буксові повідки, чохла бічних опор, роз'єднуються силові провіди тягових електродвигунів та виконуються інші підготовчі операції. Підготовлена до піднімання рама візка знімається з колісно-моторних блоків тим же мостовим краном і передається на позицію очищення та обмивання. Тут рама попередньо очищується від нашарувань бруду (вручну) й остаточно обмивається в мийній машині прохідного типу ММД-12М.

Під час вибору вихідних параметрів проєктованого виробничого процесу в основу треба прийняти такі положення:

1. Слід застосувувати прогресивні принципи організації ремонту: взаємозамінності, уніфікацію й стандартизацію, спеціалізацію й кооперування, пропорційність виробничих потужностей, ритмічність, безперервність й прямотечійність, паралельність організації робіт та ін.

2. Потрібно використовувати агрегатні методи ремонту.

3. Організовувати ремонтні роботи за потоковою формою на основі поточкових і потоково - конвеєрних ліній.

4. Розбиральні, ремонтні і складальні та виробничі позиції треба чітко спеціалізувати.

5. На основі паспортизації й атестації робочих місць застосовується бригадна форма організації праці.

6. Варто використовувати новітні досягнення технології ремонту тепловозів та застосувати нові матеріали, способи обробки, відновлення зношених деталей, безвідходні технологічні методи.

7. Застосувати засоби механізації й автоматизації виробничих процесів.

8. Безумовно дотримуватись вимог безпеки й охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Крім опису виробничого процесу, студент повинен уявити і його структурну схему. Частина такої схеми стосовно візка тепловоза наведено на рис. 1.

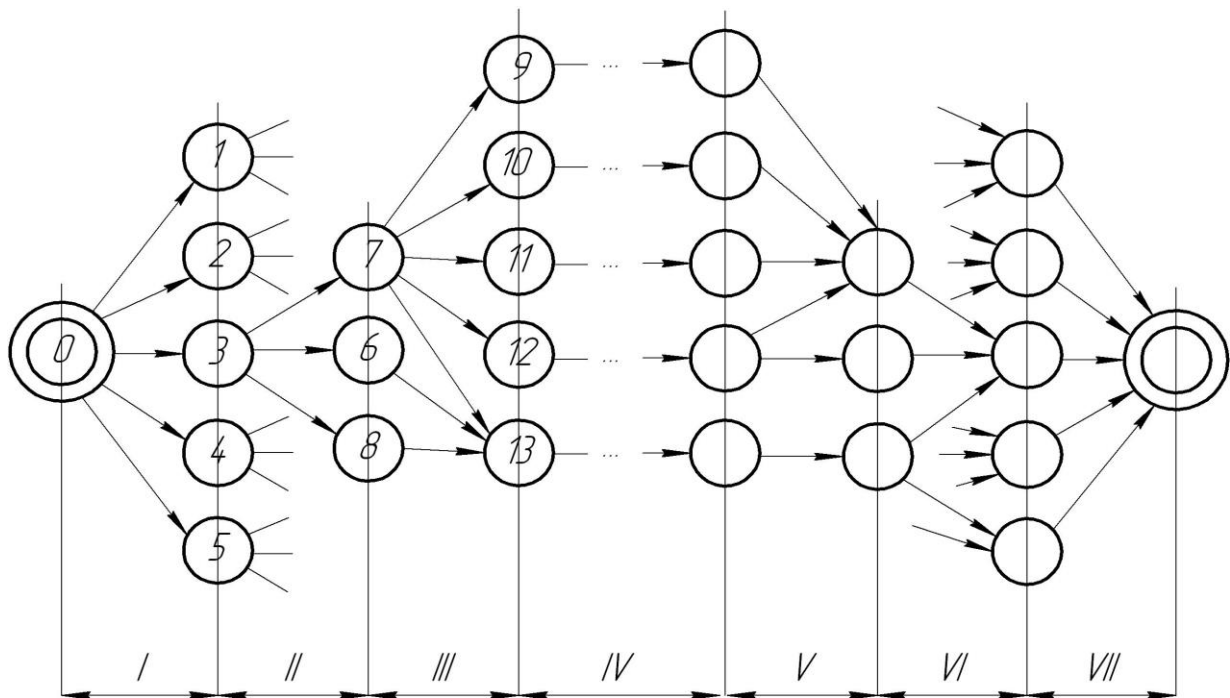


Рис.1. Структурна схема виробничого процесу ремонту візка тепловоза 2ТЭ10В

На цій схемі зображено такі етапи виробничого процесу: I – попереднє розбирання; II – очищення і обмивання візка; III – остаточне розбирання; IV - слюсарний ремонт рами візка; V – механічна обробка та остаточний ремонт рами візка; VI – попереднє складання рами візка; VII – опускання рами на колісно моторні блоки та остаточне складання візка. 0-13 – моменти закінчення та початку виконання робіт.

У результаті проєктування виробничого процесу студент отримує основні передумови для визначення тривалості й трудомісткості виробничого циклу, тобто параметрів, які йому будуть необхідними під час розробки графіка виробничого процесу й визначення основних параметрів цеху та його структурних підрозділів.

## РОЗДІЛ 2

### СКЛАД ЦЕХІВ І ВІДДІЛЕНЬ

Склад основних виробничих підрозділів заводу визначається вимогами виробничого процесу ремонту тепловоза, його агрегатів і вузлів.

Розробка виробничої структури цехів (відділень), проєктування, розрахунки їхніх пристроїв й оснащення можуть бути виконані, враховуючи приблизний склад основних виробничих підрозділів, наведений у рекомендованій літературі.

Складаючи подібну таблицю у своїй розрахунково-графічній роботі, студент повинен вивчити та відобразити в її правій частині характер ремонтно - складальних робіт, що проводяться у відділеннях і на дільницях, і цим самим обґрунтовуючи зроблений ним вибір виробничої структури цеху й обсяг проєктованого виробничого процесу.

З метою вдосконалення управління виробництвом і поліпшення його техніко - економічних характеристик склад цеху проєктується за принципом чіткої спеціалізації його структурних підрозділів за предметною й технологічною ознаками, враховуючи технологічні особливості ремонту агрегатів і вузлів, наявних у програмі цеху та обсяг річної виробничої програми.

Структура цеху, намічена первісно, уточнюється остаточно після виконання всіх розрахунків у результаті розробки схеми організації й управління виробництвом. Справа в тому, що майже всі тепловозоремонтні заводи реконструйовані з паровозоремонтних, і на кожному з них збереглися (повністю або частково) історично сформовані особливості виробничої структури. Тому, наприклад, відділення ремонту роликів букс і підшипників, яке виникло у зв'язку з переведенням локомотивів на підшипники кочення, нетипове для ремонту паровозів, може входити до складу як колісного, так і візкового цеху . Те ж можна сказати щодо дільниці складання й накочення колісно-моторних блоків та ряду інших відділень і дільниць. На ряді заводів колісний і візковий цехи з метою скорочення структури адміністративно-технічного персоналу об'єднані в один – колісно-візковий (з колісним і візковим відділеннями).

Як відомо, ремонт тепловозів на заводах може здійснюватися як комплексно, так і за принципом кооперації. Якщо, наприклад, на заводі застосовується кооперація з ремонту електричних машин, то до складу заводу зазвичай не включається електромашинний цех, а за кооперації з ремонту дизелів – дизельний цех. Але за відсутності електромашинного цеху в структурі заводу повинно бути збережене виробництво з ремонту електричної апаратури. Електроапаратне відділення або включається до складу тепловозскладального цеха, або виділяється в самостійний електроапаратний цех. Можливі й інші часткові особливості виробничої структури.

Студент під час проєктування складу цеху або відділення повинен чітко уявляти ці особливості, враховувати й обумовлювати їх у розрахунково - пояснювальній записці. Крім того, необхідно брати до уваги рекомендації, що виходять зі співвідношення загальнозаводської структури з таким обсягом річної виробничої програми:

– якщо річна програма становить менш 500 секцій, ремонт візків може здійснюватися, наприклад, у відділенні з ремонту візків, яке входить до складу тепловозскладального або колісно-візкового цеху; якщо річна програма становить 500 секцій і більше для ремонту візків виділяється окремий цех;

– якщо річна програма становить менш 500 секцій, ремонт колісних пар здійснюється в колісному відділенні, що входить до складу тепловозскладального або колісно-візкового цеху; якщо програма становить 500 секцій і більше ремонт колісних пар виділяється в окремий цех;

– якщо річна програма становить менш ніж 600 секцій, ремонт електричних апаратів здійснюється в електроапаратному відділенні, що входить до складу електромашинного цеху або до складу тепловозскладального цеху. Якщо програма становить 600 секцій і більше, передбачається самостійний електроапаратний цех.

Для орієнтування студентів у рекомендованій літературі [7, табл.1] наведені можливі варіанти складу основних цехів. Під час розробки цього питання в розрахунково-графічній роботі варто дотримуватися такої ж структури таблиці із зазначенням в її правій частині робіт, які виконуються відділеннями й дільницями.

### РОЗДІЛ 3

#### ВИБІР РЕЖИМУ РОБОТИ І РОЗРАХУНОК ФОНДІВ ЧАСУ

Режим роботи цеху (відділення) визначається за такими параметрами:

- вид робочого тижня;
- кількість робочих змін на добу  $S$ ;
- тривалість робочої зміни  $t_s$ , год.

При цьому враховуються умови технологічної безперервності та інші особливості виробництва. На підставі прийнятого режиму роботи розглядаються річні номінальний і дійсний фонди часу цеху (відділення), робочого місця (виробничої позиції), устаткування й робітників різних категорій.

Відповідно до чинного трудового законодавства, оформленого як Кодексу законів про працю в Україні (КЗППУ), для виробничих підприємств промисловості й транспорту встановлений п'ятиденний перервний робочий тиждень загальною тривалістю 40 годин з двома вихідними днями, що відповідає середній тривалості однієї робочої зміни  $t_s = 8$  годин. На робочу добу залежно від умов безперервності виробничого процесу може встановлюватися  $S = 1 - 4$  робочі зміни. Для основних, допоміжних, обробних і заготівельних цехів тепловозремонтного заводу, як правило, встановлюється одно- або двозмінний режим роботи. Винятки становлять ливарний цех, просочувально-сушильне відділення електромашинного цеху, випробувальні станції й деякі інші дільниці виробництва, де за умови безперервності технології та за інших причин є необхідною тризмінна робота, а в окремих

випадках – безперервний робочий тиждень за цілодобової чотиризмінної роботи. Відповідно до змінності роботи змінюється й величина річного номінального фонду часу. За цих умов протягом року налічується така кількість робочих днів  $D_p$ :

$$D_p = D_k - D_n - D_c - D_{св}, \quad (3.1)$$

де  $D_k$  – календарна кількість днів у році;

$D_n$  – кількість неділь;

$D_c$  – кількість субот;

$D_{св}$  – кількість святкових днів у році.

Всі величини, що входять до формули (3.1), приймаються за календарем конкретного календарного року, в якому виконується розрахунок. Величина  $D_{св}$  уточнюється відповідно до чинного законодавства.

Величина  $D_p$  називається базовим річним номінальним фондом часу і є вихідною для розрахунку за багатозмінної добової роботи річних дійсних фондів часу всіх видів.

На відміну від номінального, річний дійсний фонд часу враховує регламентовані втрати робочого часу. Справа в тому, що верстати, стенди та інше обладнання робочих місць і виробничих позицій проходять планово-попереджувальні огляди й ремонти за певною системою. Робітники щорічно отримують чергову оплачувану відпустку різної тривалості (залежно від категорії умов роботи) і встановлені надбавки до неї, частину робочого часу втрачають за тимчасовою непрацездатністю. Всі ці втрати робочого часу є регламентованими і зменшують річний номінальний фонд робочого часу до розмірів дійсного фонду.

Річні фонди часу розраховуються в такий спосіб.

*Річні фонди часу цеха (відділення) розраховуються за формулою*

$$\Phi_{цн} = \left[ D_p t_s - (m_{пв} + m_{пс}) t_m \right] S, \quad (3.2)$$

де  $\Phi_{цн}$  – річний номінальний фонд часу, год;

$t_s$  – тривалість робочої зміни, год;

$D_p$  – кількість робочих днів у році;

$m_{пв}$  – кількість передвихідних днів у році;

$m_{пс}$  – кількість передсвяткових днів у році;

$t_m$  – час, на який скорочується тривалість робочої зміни в передвихідні й

передсвяткові дні. Відповідно до КЗППУ  $t_m = 1$  год

$S$  – кількість робочих змін на добу.

Кількість робочих змін на добу береться залежно від умов виробництва та обсягу річної програми ремонту. Рекомендації щодо вибору кількості робочих змін на добу наведені в рекомендованій літературі [7, табл.2].

Дійсний фонд часу цеху (відділення)  $\Phi_{цд}$  збігається з номінальним, тому що під час використання цеху (відділення) за часом регламентовані втрати робочого часу не передбачені.

*Річні фонди часу робочого місця (виробничої позиції).*

Номінальний річний фонд часу робочого місця  $\Phi_{вн}$  дорівнює річному фонду часу цеху.

Дійсний  $\Phi_{вд}$  розраховується за формулою

$$\Phi_{вд} = K_n \cdot \Phi_{вн}, \quad (3.3)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт, що враховує регламентовані втрати робочого часу на планово-профілактичне обслуговування залежно від типу робочого місця (позиції) і змінності роботи [7, табл.3].

*Річні фонди часу обладнання.*

Річний номінальний фонд часу обладнання  $\Phi_{он}$  дорівнює річному номінальному фонду часу цеху.

Річний дійсний фонд часу обладнання  $\Phi_{од}$  визначається за формулою

$$\Phi_{од} = K_o \cdot \Phi_{он}, \quad (3.4)$$

де  $K_o$  – коефіцієнт використання номінального фонду часу, що враховує час перебування обладнання в планово-попереджувальному ремонті.

Визначається залежно від змінності роботи та виду обладнання [7, табл. 4].

*Річні фонди часу робітників.*

Річний номінальний фонд часу робітника називається явочним, позначається  $\Phi_{яв}$  і визначається за формулою (3.2) за кількості робочих змін на добу  $S = 1$ , тому що робітник завжди працює в одну зміну.

Річний дійсний фонд часу робітника називається списковим, позначається  $\Phi_{сп}$  і визначається за формулою

$$\Phi_{сп} = \left[ (D_p - D_v) t_s - \left( m_{пв} + m_{пс} - \frac{D_v}{6} \right) t_m \right] K_p, \quad (3.5)$$

де  $D_B$  – тривалість відпустки робітника в робочих днях, береться відповідно до КЗППУ;

$\frac{D_B}{6}$  – величина, що враховує потрапляння святкових і вихідних днів на календарний період відпустки;

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує невиходи на роботу з поважних причин.

Величина  $K_p$  береться з рекомендованої літератури [7, табл.5].

Визначаючи у своїй розрахунково-графічній роботі режим роботи й фонди часу, студент повинен обґрунтувати умови й чітко відобразити основні фактори, що впливають на величину робочого часу цеха (відділення), робочого місця (виробничої позиції), обладнання й робітників. Для цехів, що мають складну структуру обладнання й різнохарактерні умови праці робітників, розрахунковим варто вважати річний дійсний фонд часу обладнання за найбільш численним типом обладнання (наприклад, згідно з даними рекомендованої літератури [7, табл. 4]), а річний списковий фонд часу робітників – за найбільш численною професією виробничих робітників згідно тих же джерел [7, табл.5].

## РОЗДІЛ 4

### **РІЧНА ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА ТА ЇЇ КОРИГУВАННЯ ВРАХОВУЮЧИ ЗРУЧНУ РИТМІЧНІСТЬ ОСНОВНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Річна виробнича програма цеху складається з основної програми (капітальний ремонт тепловозів, їх агрегатів і вузлів) і додаткової (ремонт агрегатів і вузлів для тепловозних депо). Додаткову програму часто називають лінійною.

Обсяг основної програми  $P_{O3}$  у секціях тепловоза встановлюється завданням на виконання розрахунково-графічної роботи як сума обсягів ремонту в об'ємах КР1 та КР2. Величина додаткової (лінійної) програми береться у відсотках від основної. Обсяг річної лінійної програми  $P_{ЛЗ}$  додатково задається викладачем.

Для подальших розрахунків відповідно до профілю заданого цеху, програма переводиться на комплекти агрегатів і вузлів, що відповідають одній секції тепловоза: для дизельного – на дизелі (зазвичай один дизель відповідає одній секції тепловоза), для візкового цеху – на комплекти візків (в один комплект входять два візка), тощо.

Загальна виробнича програма цеху визначається підсумовуванням основної і лінійної програм

$$P_3 = P_{O3} + P_{ЛЗ} \text{ секц. (компл.)} \quad (4.1)$$

Основний такт виробництва  $t_p$  визначається за формулою

$$t_p = \frac{D_p \cdot S}{P_3} \text{ змін/секц (компл.)}, \quad (4.2)$$

де  $D_p$  – розрахункова річна кількість робочих днів;

$S$  – кількість робочих змін на добу.

Для тепловозів та їх крупних агрегатів і вузлів зручним з точки зору організації виробництва й оперативного планування вважається основний такт, кратний цілій зміні, її половині, чверті або хоча б цілій кількості годин. Тому отриману за формулою (4.2) величину основного такту потрібно відповідно округлити (бажано в бік зменшення, тому що збільшення такту призведе до зниження розрахункової річної програми ремонту). Таким чином отримаємо розрахункову величину основного такту  $t_{pp}$ .

Розрахункова загальна річна виробнича програма, скоригована з урахуванням зручної ритмічності виробництва, визначається за формулою

$$P_p = \frac{D_p \cdot S}{t_{pp}}, \text{ секц. (компл.)}. \quad (4.3)$$

Якщо цех ремонтує кілька видів агрегатів і вузлів для тепловозів різних серій, то коригування річної програми виконується для кожного з них. У цьому випадку результати коригування доцільно подати у табл. 3.

Після коригування величини  $\Delta P$  виконується коригування програми ремонту для кожного з видів ремонту КР1 ( $P_{PKP1}$ ) та КР2  $P_{PKP2}$  за формулами (4.4) та (4.5):

$$P_{PKP1} = \frac{KP1}{KP1 + KP2} \cdot P_3, \quad (4.4)$$

$$P_{PKP2} = \frac{KP2}{KP1 + KP2} \cdot P_3. \quad (4.5)$$

## Коригування річної виробничої програми

Найменування агрегатів і вузлів, що ремонтуються в цеху	Задана річна програма ремонту $P_3$ секц. (компл.)	Основний такт виробництва, зм./секц.		Розрахункова річна виробнича програма $P_p$ , секц./ (компл.)
		$t_p$	розрахунковий, $t_{pp}$	
1	2	3	4	5

На завершення визначається зміна величини виробничої потужності  $\Delta P$ , яку буде мати проєктований цех внаслідок корегування основного такту виробництва,

$$\Delta P = D_p S \left( \frac{1}{t_{pp}} - \frac{1}{t_p} \right), \text{ секц. (компл.)}. \quad (4.6)$$

Якщо  $\Delta P > 0$ , то йдеться про резерв виробничої потужності цеху, який виявляється корисним під час подальшого розвитку цеху й збільшення обсягу випуску продукції, а також під час можливого переходу на ремонт більш потужних локомотивів. Якщо  $\Delta P < 0$ , то йдеться про скорочення виробничої потужності цеху внаслідок округлення  $t_{pp}$  в більшу сторону. У цьому випадку студент повинен запропонувати заходи для виконання заданої програми ремонту.

## РОЗДІЛ 5

## ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ

Обсяг виробництва цеху характеризується величиною трудових витрат, необхідних для виконання заданої програми. Величина трудовитрат визначається по кожному виду продукції на підставі норм трудомісткості одиниці продукції.

Під трудомісткістю одиниці продукції розуміється добуток кількості виконавців на тривалість ремонту. Для робочих одиницею виміру трудомісткості є людино-година, для верстатів – станко-година, для технологічного обладнання – агрегато-година. У деяких підручниках, методичних посібниках і заводських матеріалах ці три поняття про одиниці виміру трудомісткості об'єднуються загальною назвою «нормо-година».

Трудовитрати на основну річну програму цеху визначаються за формулою

$$Q_{\text{оц}} = \frac{K_c}{100} (\delta_1 \cdot q_{c1} \cdot P_{p1} + \delta_2 \cdot q_{c2} \cdot P_{p2}), \text{ люд.-год,} \quad (5.1)$$

де  $q_{c1}$  і  $q_{c2}$  – повна заводська трудомісткість ремонту однієї секції тепловоза відповідно для капітальних ремонтів I і II об'ємів, люд.- год/од. [7, табл.6];

$\delta_1$  і  $\delta_2$  – процентне відношення трудомісткості ремонту секції тепловоза (або комплекту агрегатів чи вузлів, що їй відповідають) у цеху для I та II об'ємів ремонту до її повної заводської трудомісткості [7, табл. 7];

$P_{p1}, P_{p2}$  – розрахункова основна річна виробнича програма, од. (під одиницею продукції тут розуміється секція тепловоза або комплект агрегатів чи вузлів, що їй відповідають);

$K_c$  – коригувальний коефіцієнт на категорію серійності виробництва; категорія серійності виробництва визначається залежно від кількості серій і річної програми ремонтів у цеху тепловозів або комплектів агрегатів (вузлів) за рекомендаціями [7, табл. 8], а величина коефіцієнта – залежно від категорії серійності виробництва [7, табл. 9].

Якщо в цеху ремонтуються дві або більше серій тепловозів, то трудовитрати на основну річну виробничу програму визначаються окремо для кожної серії, а потім підсумовуються.

Отримане значення  $Q_{\text{оц}}$  коригується, якщо  $P_p < 500$  секцій на рік. Вибір коригувального коефіцієнта погоджується з керівником розрахунково-графічної роботи (кваліфікаційної роботи).

Трудовитрати на річну програму лінійної продукції (на ремонт вузлів і агрегатів для тепловозних депо) можна визначити:

$$Q_{\text{лц}} = K_c \sum_{i=1}^n q_{\text{лі}} P_{\text{лі}}, \text{ люд.-год,} \quad (5.2)$$

де  $i$  – індекс агрегата (вузла);

$q_{\text{лі}}$  – трудомісткість одиниці ремонту агрегата (вузла), люд.-год [7, табл. 10]; за даними тепловозоремонтних заводів, трудовитрати на одиницю лінійної продукції що вищі, ніж трудовитрати на одиницю основної програми;

$P_{лі}$  – річна програма лінійної продукції цеху в одиницях, тобто комплектах агрегатів і вузлів, що відповідають одній секції тепловоза; зазвичай величина задається у вихідних даних як процентне відношення до основної програми  $\alpha_{лі}$  і перераховується в одиниці продукції за формулою

$$P_{лі} = \frac{\alpha_{лі}}{100} P_p. \quad (5.3)$$

Загальні річні трудовитрати цеху  $Q_{\text{ц}}$  визначаються як сума трудовитрат на основну й лінійну продукції

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{оц}} + Q_{\text{лц}}, \text{ люд.-год} \quad (5.4)$$

Трудомісткість річної програми відділення  $Q_{\text{від}}$  можна визначити двома способами: за процентним відношенням трюдомісткості робіт у відділенні до трюдомісткості річної програми цеху  $\delta'$ , або за процентним відношенням трюдомісткості ремонту одиниці продукції у відділенні  $\delta''$  до її повної заводської трюдомісткості. Ті та інші дані наводяться в довідковій і навчально-методичній літературі; для наочності зіставлення величини  $\delta'$  і  $\delta''$  представлені в рекомендованій літературі [7, табл. 11].

За першим і другим способами трюдомісткість річної програми відділення  $Q_{\text{від}}$  описується такими формулами відповідно:

$$Q_{\text{від}} = \frac{\delta'}{100} Q_{\text{ц}}, \text{ люд.-год}, \quad (5.5)$$

$$Q_{\text{від}} = \frac{\delta''}{100} (q_{c1} \cdot P_{p1} + q_{c2} \cdot P_{p2}) \cdot K_c, \text{ люд.-год} \quad (5.6)$$

У випадку визначення трюдомісткості річної виробничої програми ремонту тепловозів інших серій, відмінних від наведених в рекомендованій літературі [7, табл. 11], звичайно виникають труднощі, тому що відомості про повну заводську трюдомісткість секції тепловозів інших серій у довідковій, нормативній і навчально - методичній літературі відсутні. Якщо неможливо отримати такі дані на заводі, можна використовувати метод орієнтовної оцінки трюдомісткості ремонту секції тепловоза, яким часто користуються в техніко - економічних розрахунках. Суть методу ясна з його розрахункових формул:

$$q_{\text{ор}} = q_{\text{оп.з}} \cdot \frac{l_{\text{п}}}{l_3} \cdot \frac{P_{\text{сл.п}}}{P_{\text{сл.з}}}, \text{ люд.-год/од.}; \quad (5.7)$$

$$q_{\text{лп}} = q_{\text{лп.з}} \cdot \frac{l_{\text{п}}}{l_{\text{з}}} \cdot \frac{P_{\text{сл.п}}}{P_{\text{сл.з}}}, \text{ люд.-год/од,} \quad (5.8)$$

- де:  $q_{\text{оп}}$  і  $q_{\text{лп}}$  – трудомісткість одиниці ремонту (секції тепловоза основної програми й комплекту лінійної продукції), що підлягає визначенню, люд.-год/од.;
- $q_{\text{оп.з}}$  і  $q_{\text{лп.з}}$  – те ж для відомого тепловоза-зразка, для якого є повні відомості в довідковій, нормативній і навчально–методичній літературі; зазвичай тепловозом зразком вважається тепловоз серії 2ТЭ10Л [7, табл. 6 і 10];
- $l_{\text{п}}$  та  $l_{\text{з}}$  – відповідно довжина по осях автоточок секції заданого тепловоза й тепловоза-зразка, м;
- $P_{\text{сл.п}}$  і  $P_{\text{сл.з}}$  – службова маса секції відповідно заданого тепловоза й тепловоза-зразка, т.

Деякі методичні посібники рекомендують брати повну заводську трудомісткість ремонту однієї секції тепловозів щодо інших серій у такий спосіб.

По всіх цехах, крім колісного:

- ТЭП70 – на 15% вище, ніж 2ТЭ10Л;
- ТЭМ7 – так само як 2ТЭ116;
- ТЭМ2 – на 15% нижче, ніж 2ТЭ10Л;
- по колісному цеху – так само як тепловоз 2ТЭ10Л.

## РОЗДІЛ 6

### РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ПОЗИЦІЙ І ВИРОБНИЧИХ МІСЦЬ

Спеціалізованою виробничою позицією називається ділянка виробничої площі, розташована в послідовності виробничого процесу, призначена для виконання закріпленого за нею суворо визначеного набору операцій та оснащена відповідно до вимог технологічного процесу необхідним обладнанням, стандартним і нестандартним технологічним оснащенням та інструментом.

Такі позиції (надалі просто «позиції») передбачаються в тепловозскладальному цеху, а також у дизельному й візковому цеху, де ремонтуються великі й складні агрегати та вузли тепловоза.

У колісному й електромашинному цехах, а також у великих відділеннях інших основних цехів влаштовуються виробничі місця для ремонту комплектів

агрегатів і вузлів (колісних пар і колісно–моторних блоків, головних генераторів, тягових електродвигунів і двомашинних агрегатів, секцій холодильників, роликівих букс тощо.). Виробниче місце відрізняється від позиції тим, що може не мати постійного обладнання й використовуватися для виконання змінних наборів операцій або для міжопераційних відстоїв комплектів агрегатів і вузлів.

Номенклатура позицій і виробничих місць, тобто перелік їх найменувань за призначенням, визначається вимогами технологічного процесу й графіком його організації в межах усього виробничого циклу ремонту тепловоза або його агрегатів і вузлів.

Потрібна кількість позицій і виробничих місць, розташованих на площі цеху, залежить від зайнятості кожної позиції (виробничого місця)  $T_{\Pi}$ , тривалості виробничого циклу  $T_{\Pi} = \sum T_{\Pi}$ , здійснюваного в межах цеху, обсягу розрахункової річної виробничої програми  $P_p$  та річного фонду часу цеху (відділення)  $\Phi_{\Pi}$ .

Розрахунок потрібної кількості позицій і виробничих місць конкретного призначення здійснюється враховуючи застосовувані форми організації виробничого процесу за такими формулами:

а) за стаціонарної і прямої форм

$$N_{\Pi} = \frac{P_p \cdot T_{\Pi}}{\Phi_{\Pi}}, \text{ од. ;} \quad (6.1)$$

б) за потокової форми

$$N_{\Pi} = \frac{T_{\Pi}}{t_p}, \text{ од.,} \quad (6.2)$$

де  $t_p$  – розрахунковий такт виробництва, год/од.

Отримана кількість позицій (виробничих місць) кожного виду округлюється до найближчої цілої в бік збільшення. Без розрахунку, якщо необхідно, додатково береться зрівнювальна позиція, призначена для виконання робіт підвищеного обсягу ремонту (внаслідок ненормального зношення або аварійного стану тепловоза, його агрегата або вузла), і для створення резерву виробничої потужності цеху.

Для тепловозоскладального цеху необхідно окремо розрахувати за цими ж формулами кількість позицій для розобладнання, заправлення, реостатних випробувань і здавання тепловоза, а також позиції для його фарбування, тому що ці позиції розташовуються звичайно в окремих будівлях і час їхньої зайнятості не включається в тривалість простою тепловоза на площі цеху.

Фронт ремонту  $N_{\phi}$  – це кількість тепловозів або їх агрегатів і вузлів, що одночасно перебувають на площі цеху. Якщо організація виробничого процесу в цеху не допускає простою порожніх позицій, то фронт ремонту чисельно дорівнює загальній (фронтальній) кількості позицій цеху (без зрівнювальної) і визначається за такими формулами:

а) за стаціонарної та прямої форм організації виробництва

$$N_{\phi} = \frac{P_p \cdot T_{\phi}}{\Phi_{\phi}}, \text{ од.}; \quad (6.3)$$

б) за потокової форми

$$N_{\phi} = \frac{T_{\phi}}{t_p}, \text{ од.} \quad (6.4)$$

Приблизна номенклатура позицій і виробничих місць основних цехів тепловозоремонтного заводу наведена в рекомендованій літературі [7, табл. 12 і 13]. Номенклатуру студент повинен уточнити враховуючи особливості запроєктованого ним виробничого процесу. Після завершення розрахунку складається таблиця зайнятості позицій за зразком таблиць, наведених у рекомендованій літературі [7, табл. 12 і 13].

## РОЗДІЛ 7

### РОЗРОБКА ГРАФІКА ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

У розрахунково-графічній роботі студент повинен скласти та розрахувати графік організації виробничого процесу ремонту основного для обраного цеху виробу. На ньому відображуються: послідовність і тривалість виконання всіх операцій циклу, спеціалізація й організація роботи ремонтних позицій, бригад і окремих виконавців, взаємозв'язок бригад у технологічному процесі, зв'язок даного процесу з процесами суміжних відділень і цехів ( видача-подача вузлів, використання оборотного фонду агрегатів і вузлів) та інші питання. На крупні вузли й агрегати розробляється укрупнений графік за вузловими моментами (подіями) виробничого циклу.

Під час розробки графіка з метою забезпечення рівномірного завантаження ремонтних бригад і ритмічності роботи необхідно керуватися такими положеннями:

1. Повинні бути дотримані всі правила побудови й розрахунку графіка.
2. Завантаження кожної бригади  $t_{\phi p}$  на ремонті одного виробу за

стаціонарної, прямотокової і потокової форм організації виробництва повинно розраховуватися на період часу, рівний або кратний такту випуску цього виробу у цьому випадку - основному розрахунковому такту виробництва, тобто

$$t_{\text{бр}} = K \cdot t_{\text{пр}} \text{ год/секц. (комл.)}, \quad (7.1)$$

де  $K$  – коефіцієнт кратності в цілих числах.

Комплектування виробничих бригад виконується на основі складеного попереднього переліку технологічних операцій і норм часу на їх виконання. Дані про тривалість операцій повинні розроблятися відповідно до правил складання графіка конкретного виду (сітьового чи іншого); у випадку відсутності необхідних вихідних матеріалів можуть братися чинні норми часу з коригуванням за формулою

$$t_{\text{он}} = \frac{t_{\text{н}} K_{\text{с}}}{B} 100, \text{ год}, \quad (7.2)$$

де  $t_{\text{он}}$  – тривалість операції, що закладається під час розробки (розрахунку) графіка, год;

$t_{\text{н}}$  – чинна (заводська) норма часу на цю операцію, год;

$K_{\text{с}}$  – поправковий коефіцієнт на категорію серійності виробництва;

$B$  – відсоток виконання діючих норм, взятий за звітними заводськими даними.

Ремонтні бригади комплектуються за позиціями через закріплення за кожною з них певних операцій в обсязі, який забезпечує повне завантаження кожної бригади протягом усього основного розрахункового такту. Під час комплектування бригад повинна забезпечуватися їх спеціалізація на виконанні однорідних за характером робіт. Отримані в результаті комплектування бригад дані відображаються на графіку за допомогою відповідних умовних позначок, пояснень або написів.

У результаті студент повинен отримати чітке уявлення про те, скільки виконавців, якої бригади (спеціалізації), у якій послідовності та протягом якого часу будуть зайняті на цій операції, а також якою буде трудомісткість і тривалість цієї операції.

3. Тривалість усього виробничого циклу повинна бути кратною основному розрахунковому такту.

4. Час перебування виробу на кожній спеціалізованій позиції повинен бути також рівним або кратним основному розрахунковому такту, особливо за

потокової форми організації робіт.

5. Час початку й закінчення робіт, закріплених за бригадою або позицією, що визначає тривалість операції  $t_{on}$ , повинен бути синхронізований з основним розрахунковим тактом виробництва  $t_{pp}$ . Це означає дотримання умови  $t_{on} = t_{pp}$ , однак така синхронізація не завжди можлива за умовами виробництва.

Якщо  $t_{on} < t_{pp}$ , обладнання та робітники на даній позиції будуть простоювати. Щоб уникнути цього, доводиться розробляти заходи з підвищення завантаження обладнання та робітників, якщо це допускають можливості обладнання, професія та кваліфікація робітників. Іноді належні результати дає переведення робітників на інші позиції, де спостерігається брак робочої сили.

Якщо  $t_{on} > t_{pp}$  процес уривається. Для забезпечення безперервності процесу на даній позиції повинен бути влаштований "накопичувач", тобто повинен бути запасний виріб на стадії обробки або складання, яка відповідає цій позиції. Своєчасна передача такого виробу на наступну позицію не перерве процес, а виріб, що перебуває на цій позиції, після завершення встановленого для нього обсягу робіт передається не на наступну позицію, а в "накопичувач".

6. Майбутній графік повинен забезпечувати раціональну організацію руху виробничого процесу по всіх його елементах, тому під час його розробки необхідно враховувати такі правила:

- суворо дотримуватися необхідної технологічної послідовності виконання операцій;

- застосовувати (залежно від прийнятої загальної форми організації виробництва) потокового, прямотового, паралельного або послідовно-паралельного виду руху елементів процесу;

- забезпечувати можливу безперервність процесу з можливим скороченням тривалості виробничого циклу;

- зберігати встановлену спеціалізацію ремонтних бригад і позицій, а також можливо більш повне завантаження робітників і обладнання за всіма операціями;

- забезпечувати рівномірну щільність робіт й однорідність розподілу робітників за часом протягом усього виробничого циклу.

Методика і правила розробки та розрахунку графіків різних видів описані в навчальній і методичній літературі. Зокрема, є також достатня спеціальна бібліографія з питань сітьового планування й управління.

Під час безпосередньої розробки графіка в основу закладається технологічна послідовність операцій виробничого циклу, закріплення їх за спеціалізованими ремонтними позиціями й бригадами, а також нормовані характеристики операцій: трудомісткість, тривалість і кількість потрібних виконавців. Необхідні вихідні матеріали для їх визначення студент може отримати на ремонтному під-

приємстві в період проходження практики, знайти в методичній літературі з організації та планування виробництва, а також у літературі з ремонту тепловозів. Для орієнтування в рекомендованій літературі [7, табл. 12 і 13] наводяться зразкові технологічні набори операцій з ремонту тепловоза та його найбільш крупних агрегатів і вузлів.

У результаті розробки й розрахунку графіка студент отримує багато необхідних даних для подальших розрахунків, пов'язаних з технологічним проєктуванням цеху (відділення): тривалість виробничого циклу, загальна трудомісткість робіт, загальна кількість потрібних виконавців, зайнятість позицій, резерви часу, наявні у операцій та ін. Потрібно мати на увазі, що коли цех (відділення) ремонтує тільки один виріб, то загальна трудомісткість робіт за графіком після множення на розрахункову річну програму ремонту повинна відповідати загальній розрахунковій трудомісткості робіт по цеху (відділенню). Тривалість виробничого циклу за графіком має відповідати розрахованій.

Під час розробки графіка організації виробничого процесу студент повинен враховувати, що час знаходження тепловоза або комплекту вузлів у ремонті повинен дорівнювати часу, зазначеному в завданні на курсову роботу, враховуючи тривалість робочої зміни та кількість робочих змін.

Наприклад, простій тепловоза в ремонті  $T_3 = 9$  діб, за двозмінної роботи  $S = 2$  зміни, та тривалості робочої зміни  $t_s = 8$  годин, тривалість простою тепловоза в ремонті становитиме

$$T_u = s \cdot t_s \cdot T_3, \quad (7.3)$$

$$T_u = 2 \cdot 8 \cdot 9 = 144 \text{ год.}$$

Залежно від виду обладнання, що ремонтується, необхідно враховувати що: для візкового, колісного та електромашинного цеху в завданні на розрахунково-графічну роботу зазначається час на ремонт комплекту вузлів (колісні пари, тягові двигуни, візки). У цих випадках студент повинен розробити графік ремонту одного вузла (колісної пари, тягового двигуна, візка) та графік ремонту комплекту вузлів. Розроблені графіки мають бути узгодженими між собою.

На розробленому графіку ремонту комплекту вузлів вказується загальний час на ремонт комплекту, тривалість ремонту одного вузла, час початку ремонту кожного наступного вузла з комплекту.

Момент початку ремонту кожного наступного вузла з комплекту повинен співпадати з моментом завершення однієї операції з ремонту вузла.

Наприклад: кожен наступний тяговий двигун з комплекту подається на ремонт через 8 годин після початку ремонту попереднього двигуна. На графіку ремонту одного тягового двигуна повинна бути відображена операція (завершення розбирання), яка завершується через 8 годин після початку

ремонту тягового двигуна.

Після завершення розробки графіка організації виробничого процесу складається таблиця (див. зразок - таблиця 4), у якій наводиться перелік виконуваних робіт і їх нормовані характеристики.

Таблиця 4

**Перелік робіт з ремонту дизеля 10Д100 на потоковій лінії**

Шифр роботи	Зміст робіт	Нормовані характеристики робіт		
		Трудо-місткість, люд. год	Кількість робітників, чол.	Тривалість, год
1	2	3	4	5
Позиція I - Розбиральна позиція				
0-1	Переставити дизель генератор з передавального візка на першу позицію	1	2	0,5

Всі роботи повинні бути згруповані за позиціями.

Розроблена таблиця узгоджується з таблицею номенклатури позицій, розробленою в попередньому розділі.

У розрахунково-графічній або кваліфікаційній роботі розроблений графік зображується з обов'язковим дотриманням масштабу часу на аркуші білого або міліметрового паперу одного зі стандартних форматів. На вільній площі аркуша обов'язково наводиться перелік використаних позначень.

## РОЗДІЛ 8

### **ВИЗНАЧЕННЯ ОБОРОТНОГО ФОНДУ АГРЕГАТІВ І ВУЗЛІВ**

За агрегатних методів ремонту тепловозів на заводі для ритмічної роботи проєктованого цеху (відділення) передбачається створення оборотного фонду справних агрегатів і вузлів, який складається з технологічного й страхового запасів.

Технологічний запас  $A_T$  створюється для скорочення виробничого циклу ремонту базового об'єкта (тепловоза, дизеля, візка й т. д.) у тих випадках, коли тривалість ремонту знятого агрегата (вузла) перевищує час, відведений за графіком організації виробничого процесу від моменту зняття агрегата (вузла) до моменту його зворотної постановки на той самий базовий об'єкт (тепловоз, дизель, візок). Величина технологічного запасу визначається за формулою

$$A_T = \frac{P_p}{D_p} (T_1 - T_2) Z \text{ од.}, \quad (8.1)$$

де  $T_1$  – тривалість ремонту знятого агрегата або вузла, роб. діб;

$T_2$  – час, відведений графіком виробничого процесу від зняття агрегата (вузла) з тепловоза до його зворотної установки на той же самий локомотив, роб. діб;

$Z$  – кількість однотипових змінних агрегатів або вузлів на секції тепловоза.

Величини  $T_1$  і  $T_2$  беруть згідно зі встановленими нормативами, які наведені в рекомендованій літературі [7, табл. 15]. Проте величина  $T_2$  повинна бути уточнена за розробленим сітьовим графіком.

Страховий запас  $A_c$  потрібен для заміни ненормально зношеного або аварійного вузла запасним. Вважається рівним від 8 до 15% технологічного запасу (за даними тепловозоремонтних заводів).

Величина оборотного фонду отримується підсумовуванням технологічного й страхового запасів

$$A_o = A_T + A_c \text{ од.} \quad (8.2)$$

Після завершення розрахунків студент вказує, які конкретно вузли зберігаються в оборотному фонді цеху.

## РОЗДІЛ 9

### ВИБІР ТИПУ Й РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ОБЛАДНАННЯ

Вибір типу верстатів і технологічного обладнання здійснюється відповідно до конкретного технологічного процесу залежно від характеру технологічних операцій, розмірів і маси оброблюваних виробів. В основних цехах тепловозоремонтного заводу обладнання, яке встановлюється на виробничій площі, в основному поділяється на обробне (верстати), стандартне й нестандартне технологічне (стенди, установки, кантувачі й т.д.) і підйомно-транспортне (крани мостові, підвісні, козлові, велосипедні, консольно-поворотні та ін.; рольганги, візки, транспортери тощо). Основою для вибору типу обладнання є норми технологічного проектування, каталоги й проспекти з технічними характеристиками.

Необхідна загальна кількість верстатів визначається укрупнено за формулою

$$N_{\text{вр}} = \frac{\delta_{\text{вр}} \cdot Q_{\text{ц}}}{100 \cdot K_{\text{но}} \cdot K_3 \cdot \Phi_{\text{об.д}}} \text{ од.}, \quad (9.1)$$

- де  $Q_{\text{ц}}$  – трудомісткість річної виробничої програми цеху, люд. год;  
 $\delta_{\text{вр}}$  – процентне відношення верстатної трудомісткості до загальних трудовитрат цеху [7, табл. 15];  
 $\Phi_{\text{об.д}}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання (залежно від змінності його роботи), год;  
 $K_3$  – середній розрахунковий коефіцієнт завантаження верстатного обладнання; може вважатися рівним 0,85;  
 $K_{\text{но}}$  – прогресивний коефіцієнт виконання норм,  $K_{\text{но}} = 1,0 \div 1,35$ .

Отримана загальна кількість верстатів розподіляється по типах за формулою

$$N'_{\text{вр}} = \frac{\delta'_{\text{вр}}}{100} \cdot N_{\text{вр}} \text{ од.}, \quad (9.2)$$

- де  $N'_{\text{вр}}$  – необхідна кількість верстатів даного (конкретного) типу, од.;  
 $\delta'_{\text{вр}}$  – процентне відношення зайнятості верстатів вказаного типу до загальної трудомісткості верстатних робіт цеху [7, табл. 16].

Кількість технологічного обладнання (стандартного і нестандартного) визначається укрупнено за формулою

$$N_{\text{об}} = \frac{q_{\text{об}} \cdot \Pi_{\text{р}}}{\Phi_{\text{об.д}}} \text{ од.}, \quad (9.3)$$

- де  $q_{\text{об}}$  – норма витрат агрегато-годин на одиницю ремонту (одну секцію тепловоза) [7, табл. 17].

Отримана загальна кількість обладнання розподіляється за типами стендів, установок і т.д. за технологічною необхідністю відповідно до цехових переліків, наявних у довідково - нормативній і методичній літературі, та досвіду тепловозоремонтних заводів.

Більш точно й докладно потрібну кількість верстатів і технологічного обладнання конкретного типу  $N'_{\text{вр.об}}$  можна визначити за нормами

технологічного проектування, скориставшись формулою

$$N'_{\text{вр.об}} = \frac{q'_{\text{вр.об}} \cdot P_{\text{р}}}{\Phi_{\text{об.д}}} \text{ од.}, \quad (9.4)$$

де  $q'_{\text{вр.об}}$  – норма витрат станко чи агрегата – годин на одиницю ремонту для верстатів і обладнання конкретного типу [5; 7, табл. 16 - 17].

Під час розрахунку потрібної кількості обладнання для відділень основних цехів також може бути використана формула (9.4); нормативи  $q'_{\text{вр.об}}$  для деяких відділень наведені в рекомендованій літературі [7, табл. 18–20].

У ряді випадків під час визначення потрібної кількості обладнання для ремонту тепловозів серій відмінних від наведених наведені в рекомендованій літературі [7], нормативи  $\delta_{\text{вр}}$ ,  $q_{\text{об}}$  і  $q'_{\text{вр.об}}$  у літературі можуть бути відсутніми. Якщо неможливо їх отримати на найближчому тепловозоремонтному заводі, ці величини можна орієнтовно визначити, скориставшись рекомендаціями, наведеними в п. 5 (формули 5.7 і 5.8).

Результати розрахунку потрібної кількості обладнання оформлюються у вигляді таблиці за зразком табл. 5. При цьому бажано угрупувати обладнання за відділеннями і дільницями цеху. Отримана дробова кількість верстатів, стендів, установок і т.д. округлюється до найближчої більшої цілої кількості; за низької потреби (менш ніж 0,15) ця одиниця може не братися, про що робиться позначка в 6 -тому стовпчику табл. 5. Останнє зауваження не стосується обладнання, яке лімітується, і обладнання, без якого неможливе здійснення технологічного процесу.

Деяке обладнання, на яке не встановлені нормативи визначення, може братися без розрахунку, у кількості, обумовленій технологічною необхідністю. До такого обладнання частіше за все належать верстати, стелажі, технологічні столи, тумби, опори, шафи, піраміди та деяке інше обладнання. Про те, що це обладнання взяте без розрахунку, студент повинен зробити відповідну позначку в 6 -тому стовпчику таблиці 5.

## Розрахунок необхідної кількості обладнання (зразок)

Найменування верстату та іншого обладнання	Тип, номер креслення, завод виробник	Розрахунковий норматив $\delta_{вр}$ , $\delta'_{вр}$ або $q_{об}$ , $q'_{вр.об}$	Необхідна кількість верстатів та ін. обладнання		Примітка
			за розрахунком	взята	
1	2	3	4	5	6

## РОЗДІЛ 10

## РОЗРАХУНОК ШТАТНОЇ КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ

Розраховується кількість таких категорій працівників:

- виробничі робітники -  $P_{вр}$ ;
- допоміжні робітники -  $P_{др}$ ;
- кадрові робітники -  $P_{кр}$ ;
- адміністративно-технічні працівники -  $P_{ітр}$ ;
- рахунково-конторський персонал -  $P_{ркп}$ ;
- молодший обслуговуючий персонал -  $P_{моп}$ .

Загальна кількість виробничих робітників визначається за формулою

$$P_{вр} = \frac{Q_{ц}}{K_{нр} \cdot \Phi_{р.сп}} \text{ люд,} \quad (10.1)$$

де  $K_{нр}$  – прогресивний коефіцієнт виконання норм робітниками; за досвідом локомотиворемонтних заводів може братися в межах 1,00 – 1,35.

Отримана загальна кількість виробничих робітників розподіляється за професіями так:

$$P_{івр} = \frac{\alpha_i}{100} P_{вр}, \text{ люд.,} \quad (10.2)$$

де  $i$  – індекс професії виробничих робітників;  
 $P_{i\text{вр}}$  – кількість виробничих робітників цієї професії, люд.;  
 $\alpha_i$  – відсоток участі даної професії у загальних трудовитратах цеху (відділення) [7, табл. 21].

Кількість допоміжних робітників визначається у відсотках від кількості виробничих робітників

$$P_{\text{др}} = \frac{\alpha_{\text{др}}}{100} P_{\text{вр}}, \text{ люд.}, \quad (10.3)$$

де  $\alpha_{\text{др}}$  – відсоток допоміжних робітників за відношенням до основних виробничих [7, табл. 22].

Сума виробничих і допоміжних робітників становить категорію кадрових робітників

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{вр}} + P_{\text{др}}, \text{ люд.}, \quad (10.4)$$

Чисельність інших категорій (ІТП, РКП і МОП) визначається у відсотках від кількості кадрових робітників за такими формулами:

$$P_{\text{ітп}} = \frac{\alpha_{\text{ітп}}}{100} P_{\text{кр}} \text{ люд.}, \quad (10.5)$$

$$P_{\text{ркп}} = \frac{\alpha_{\text{ркп}}}{100} P_{\text{кр}} \text{ люд.}, \quad (10.6)$$

$$P_{\text{моп}} = \frac{\alpha_{\text{моп}}}{100} P_{\text{кр}} \text{ люд.}, \quad (10.7)$$

де  $\alpha_{\text{ітп}}, \alpha_{\text{ркп}}, \alpha_{\text{моп}}$  – відсоток відповідно ІТР, РКП і МОП стосовно кількості кадрових робітників [7, табл. 22].

Результати розрахунку кількості працівників цеху (відділення) оформляються як зведена штатна відомість цеху (відділення) (табл.6).

Зведена штатна відомість цеху (відділення)

Професія (категорія) працівника	Кількість, люд			Примітка
	усього	у тому числі		
		у 1-й зміні	у 2-й зміні	
1	2	3	4	5
1. Виробничі робітники а) слюсарі б) верстатники в) електрозварювальники				
2. Допоміжні робітники				
3. Кадрові робітники				
4. ІТР				
5. РКП				
6. МОП				
Разом:				

У цій відомості розподіл працівників за змінами здійснюється приблизно в такій пропорції: 60–65% в 1-й зміні, 35–40% в 2-й зміні; для 3-ї й 4-ї змін ці дані беруться за технологічною необхідністю.

Варто мати на увазі, що за наявності на заводі обчислювального центру (ОЦ) і централізованої бухгалтерії (ЦБ) у цеху залишається не більше ніж 1–2 працівники РКП для ведення оперативної рахункової роботи; за рахунок інших комплектуються штати ОЦ і ЦБ.

Для довідок у рекомендованій літературі [7, табл. 23] наведені дані про питому чисельність облікового складу робітників основних цехів, що склалися на тепловозоремонтних заводах.

## РОЗДІЛ 11

### РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ПЛОЩІ ЦЕХУ

За орієнтовного, оцінювального розрахунку площі цеху (відділення) по узагальнених вимірювачах використовується формула

$$F_3 = f_0 \cdot P_p, \text{ м}^2, \quad (11.1)$$

де  $F_3$  – загальна виробнича площа цеху (відділення),  $\text{м}^2$ ;

$f_0$  – норма площі на одиницю ремонту (для основних цехів – на секцію тепловоза річної програми),  $\text{м}^2/\text{секц.}$  [7, табл. 24, 25].

Під час розрахунку в об'язі розширеного проєктного завдання застосовується метод питомих площ, відповідно до якого загальна виробнича площа цеха (відділення) дорівнює

$$F_3 = \sum_{i=1}^n f_i \cdot K_i \text{ м}^2, \quad (11.2)$$

де  $i$  – індекс вимірювача (виробничої ділянки, верстата, одного робітника, ремонтної позиції тощо);

$f_i$  – норма площі на вимірювач,  $\text{м}^2/\text{вим.}$ ;

$K_i$  – розрахункова кількість вимірювачів цього виду.

Детальні норми площі на вимірювач наведені в рекомендованій літературі [5], а кількість вимірювачів береться за результатами попередніх розрахунків.

Слід мати на увазі, що в обох випадках величини  $f_0$  та  $f_i$  вже враховують необхідну площу для зон обслуговування, проходів, проїздів й протипожежних розривів, тому додаткову площу на них брати не потрібно.

У розрахунково-графічній роботі площу цеху (відділення) рекомендується визначати методом питомих площ, деякі об'єднані нормативи якого наведені в роботі [7, табл. 26–33]. Норми площі, зазначені в цих таблицях, відповідають серії тепловоза 2ТЭ10Л, секція якого має довжину 16 969 мм. Для тепловозів, що мають іншу довжину, всі норми на вимірювач «с.т.р.п.» (секція тепловоза річної програми) варто скоригувати за формулою

$$f_{in} = f_{io} \frac{l_n}{l_o} \text{ м}^2/\text{вим.}, \quad (11.3)$$

де  $f_{in}$  – норма площі на секцію тепловоза річної програми (с.т.р.п.), що відрізняється довжиною від секції тепловоза 2ТЭ10Л,  $\text{м}^2/\text{вим.}$ ;

$f_{io}$  – те ж, на секцію тепловоза 2ТЭ10Л,  $\text{м}^2/\text{вим.}$ ;

$l_n$  – довжина секції тепловоза по осях автозчепів, що відрізняється від секції тепловоза 2ТЭ10Л, мм;

$l_o$  – те ж, секції тепловоза 2ТЭ10Л, мм,

В окремих випадках за відсутності необхідних нормативів площі на деякий вимірювач можна використовувати дані, наведені в рекомендованій літературі [7, табл. 33],

Площі відділень основних цехів можна орієнтовно визначити у відсотках від

площі цехів, до складу яких вони входять [7, табл. 34], а більш точно – методом питомих площ, за формулою (11.2), якщо є відповідні нормативи площі на вимірювач.

## РОЗДІЛ 12

### ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ЦЕХУ ТА ВИБІР ПІДЙОМНО– ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Основними розмірами цеху є такі:

- ширина  $B$ , м;
- довжина  $L$ , м;
- висота до рівня затягування форм  $H$ , м;
- висота до головки підкранової рейки  $H_1$ , м.

Ширина прольотів цеху визначається за нормами технологічного проектування, узгодженими з нормами уніфікації будівельних конструкцій [7, табл. 36].

Довжина цеху за його розташуванням в блоці основних цехів повинна відповідати довжині головного прольоту тепловозскладального цеху  $L_{СК}$ , що визначається за формулою

$$L_{СК} = l_1 N_n' + l_2 (N_n' - 1) + 2e + 2l_3 \text{ м}, \quad (12.1)$$

де  $N_n'$  – кількість ремонтно–складальних позицій, розташованих на одній лінії головного прольоту складального цеху;

$l_1$  – довжина ремонтно–складальної позиції (секції тепловоза), м;

$l_2$  – розрив між суміжними позиціями, м;

$l_3$  – відстань від торцевої стіни цеху до тепловоза, який розташований на найближчій позиції, м;

$e$  – ширина поперечного транспортного проїзду, м.

Довжина секції тепловоза, наприклад, дорівнює 2ТЭ10Л – 16,969 м; ТЭП60 – 19,250 м. Розрив між суміжними позиціями (згідно з нормами технологічного проектування) становить  $l_2 = 1,0 \div 1,5$  м, відстань від тепловоза до торцевої стіни  $l_3 = 3,0$  м. Ширину поперечного транспортного проїзду можна брати рівною: розраховуючи на автомашину – 4 м; розраховуючи на електрокару – 2 м. Кількість ремонтно – складальних позицій, розташованих на одній лінії головного прольоту, береться за розрахунком, але не менше 5 і не більше 14.

Отриману за формулою (12.1) довжину цеху варто округлити до найближчої більшої величини, кратної 6 або 12 м (з міркувань уніфікації будівельних

конструкцій) і взяти як розрахункову для проєктованого цеху.

Довжина проєктованого цеху  $L$ , обумовлена його розрахунковою загальною виробничою площею  $F_3$  й обраною шириною головного прольоту  $B_{ГЛ}$ , становитиме

$$L = \frac{F_3}{B_{ГЛ}}, \text{ м.} \quad (12.2)$$

Якщо величина  $L$  виявиться більшою, ніж  $L_{СК}$ , то проєктований цех варто брати двопрольотним, який складається із головного прольоту шириною  $B_{ГЛ}$  і суміжного шириною  $B_{СМ}$ , взятими з рекомендованої літератури [7, табл. 36]. Після вибору параметрів прольотів потрібно остаточно відкоригувати довжину цеху (кратна 6 або 12 м) і уточнити його загальну виробничу площу  $F_3$ .

Прийнята за бібліографічним описом [7, табл.36] висота цеху (відділення) до рівня затягування ферм і до голівки підкранової рейки перевіряється за епюрою поперечного перерізу цеху, яку студент повинен побудувати (можна на аркуші формату А4) і зразок якої наведений на рис. 2.

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 \text{ м,} \quad (12.3)$$

де  $h_1$  – найбільша висота встановленого в цеху обладнання або виробу, що перебуває в ремонті, м; за невеликої висоти обладнання або виробу цей розмір береться не меншим ніж 2,3 м;

$h_2$  – відстань між верхньою точкою встановленого обладнання (або виробу, що ремонтується) та нижньою точкою транспортованого краном виробу, піднятого в крайнє верхнє положення, але не менше ніж 0,4 м;

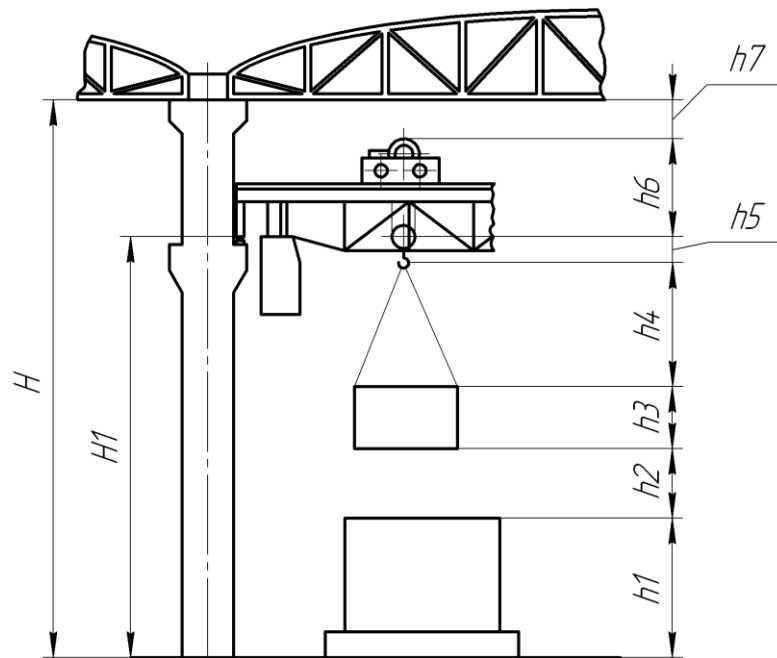


Рис. 2. Приклад епюри висоти цеху

- $h_3$  – висота найбільшого виробу, що транспортується, або обладнання, м; за невеликих розмірів предметів, що транспортуються, цей розмір береться рівним 1,2 м;
- $h_4$  – відстань від верхньої точки предмета, що транспортується, до центра гака крана; не менше, ніж 1,0 м;
- $h_5$  – відстань від центру гака крана (у його граничному верхньому положенні) до верхньої грані голівки підкранової рейки, м; цей розмір визначається фіксованим налаштуванням кінцевого вимикача підйому гака й береться згідно з рекомендаціями рекомендаціями [7, табл. 37];
- $h_6$  – габаритна висота крана від верхньої грані голівки підкранової рейки до верхньої точки контурів крана, м; цей розмір визначається залежно від вантажопідйомності крана згідно з рекомендаціями [7, табл. 37];
- $h_7$  – відстань від верхньої точки окреслення крана до рівня затягування ферм, м; визначається також згідно з рекомендаціями [7, табл.37].

Висота до верхньої грані голівки підкранової рейки обчислюється за формулою

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \text{ м.} \quad (12.4)$$

Отримана з епюри висота цеху (відділення) повинна відповідати будівельним стандартам і нормам уніфікації будівельних конструкцій, згідно з

якими вона має бути кратною 0,2 м.

Власне еюра накреслюється в масштабі по вертикалі; дотримання масштабу по горизонталі не є обов'язковим.

Підйомно-транспортне обладнання цеху складається із мостових, підвісних, консольно-поворотних і козлових кранів; підвісних кран-балок; монорейок з тельферами; конвеєрів, рольгангів; пневматичних, гідравлічних й електричних підйомників, електрифікованих рейкових візків, автонавантажувачів, електрокар, мотокар та інших технічних засобів.

Вибір підйомно-транспортного засобу виконується враховуючи забезпечення виконання умов:

а) повна механізація всіх підйомних, транспортних і складських робіт;

б) обслуговування поточкових ліній спеціальними штатними підйомно-транспортними засобами;

в) обслуговування окремих робочих місць індивідуальними підйомно-транспортними пристроями;

г) створення зручного транспортного зв'язку між окремими ділянками й робочими місцями.

Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання вибирається за його призначенням, виходячи з максимальної маси вантажу, що транспортується, а для мостових кранів – враховуючи можливість транспортування технологічного або обробного обладнання цеху й повинна відповідати чинним стандартам. За малої і середньої інтенсивності завантаження мостових кранів їх необхідна кількість підбирається, виходячи з норми обслуговування одним краном прольоту цеху довжиною 50–60 м.

За високої інтенсивності завантаження мостових кранів їх кількість визначається за формулою

$$n_{\text{МК}} = \frac{a_1 \left( \frac{l}{v} + t_{\text{ЗК}} + t_{\text{РК}} \right)}{60 \Phi_{\text{об.д}} \cdot \eta_{\text{ЗК}}}, \quad (12.5).$$

де  $a$  – кількість виробів, вузлів або деталей, що підлягають транспортуванню протягом року;

$i$  – середня кількість переходів виробу, що транспортується, по робочих місцях;

$l$  – середня довжина транспортування на одну кранову операцію (туди й назад), м;

$v$  – швидкість руху крану за його технічною характеристикою, м/хв;

$t_{\text{ЗК}}$  – час на завантаження крана (на одну операцію в середньому), хв;

$t_{\text{РК}}$  – те ж, на розвантаження, хв;

$\eta_{зк}$  – коефіцієнт завантаження мостових кранів, приймати рівним 0,75.

На тепловозоремонтному заводі інтенсивність завантаження мостових кранів вважається середньою.

Кількість і розміщення стаціонарних підйомно-транспортних засобів (консольних, консольно-поворотних кранів та ін.) визначається технологічною необхідністю після розміщення ремонтних позицій і обладнання під час технологічного планування цеху й наноситься на креслення плану цеху. Положення рухомих підйомно-транспортних засобів при цьому зображується довільно.

Результати вибору підйомно – транспортного обладнання цеху (відділення) із зазначенням типу, довжини прольоту (вильоту), вантажопідйомності та інших технічних характеристик відображаються у відомості підйомно-транспортного обладнання.

## РОЗДІЛ 13

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ З ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ**

У розрахунково-графічній й кваліфікаційній роботі технологічне планування цеху виконується як креслення на аркуші креслярського або міліметрового паперу в масштабі 1:200 або 1:400 (для великих цехів), а планування відділення – в масштабі 1:100 або 1:50 з дотриманням всіх вимог єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) і єдиної системи технологічної документації (ЄСТД). Під час креслення плану цеху (відділення) варто використовувати умовні зображення елементів будинків, обладнання, підйомно-транспортних засобів тощо згідно з ДСТУ Б А. 2.4 – 95 «Правила виконання архітектурно-будівельних креслень» і ДСТУ Б А.2.4-36:2008 «Підйомно-транспортне устаткування». Умовні позначення елементів будівель та підйомно-транспортних засобів наведені в додатку А.

Під час виконання розрахунково-графічної роботи на кресленні плану цеха зображається тільки розміщення відділень (контурно) із вказівкою виробничої площі, проходи, проїзди, рейкові колії, ремонтно-складальні позиції, потоково-конвеєрні лінії й підйомно-транспортні засоби. Крім того, на кресленні плану відділення виконується розміщення обладнання з позначенням робочих місць, місць, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією, точок відбору енергетичних ресурсів (силової, зварювальної й низьковольтної освітлювальної електроенергії, газу, стиснутого повітря, технічної води та ін.). Зображується також (умовними лініями) технологічна маршрутизація руху агрегатів і вузлів у виробничому циклі. При виконанні кваліфікаційної роботи на кресленні плану цеху детально зображається розміщення усього обладнання зі стандартними

позначками робочих місць.

На вільному полі креслення плану можуть виконуватися необхідні роз'яснювальні й супровідні написи: перелік умовних позначень, експлікації виробничих позицій, рейкових колій, зазначення суміжних виробничих підрозділів, примітки та ін. До креслення плану повинна бути розроблена специфікація встановленої форми, яка може бути поміщена в розрахунково-пояснювальній записці як додаток.

Під час прийняття планувальних рішень по цехах і відділеннях варто виходити з таких принципових особливостей виробничих процесів ремонту тепловозів, їх агрегатів і вузлів.

а) Тепловозоскладальний цех:

- цех зазвичай розташовується у двох прольотах: головному й допоміжному;
- очищення секції тепловоза від бруду, мастил, старої фарби виконується в спеціалізованій мийній машині, встановленій у головному прольоті цеха або в торцевій прибудові (боксі);

- за річної програми ремонту до 400 секцій може застосовуватися прямоотокова й комбінована форми організації ремонту, від 400 до 600 секцій – прямоотокова, від 600 і більше – потокова й потоково-конвеєрна; кількість ліній визначається ритмічністю основного виробництва й розмірами цеху;

- очищення, розбирання, ремонт і складання секцій холодильників у трубно-секційному відділенні виконується на потоково-конвеєрній лінії;

- за річної програми 500 секцій і більше відділення ремонту візків у складі цеху не передбачається, а виділяється в самостійний цех;

- механічна обробка нових і відновлених деталей виконується в механічному цеху;

- для ремонту громіздких, але легких деталей і частин тепловоза доцільно передбачити влаштування антресолей;

- для подачі агрегатів (вузлів) у ремонт й видачі з ремонту на складання застосовується передавальний візок на залізничному ході, що переміщується через два наскрізні поперечні проїзди, які перетинають всі цехи блока (комбінату) основних цехів.

б) Дизельний цех:

- цех розташовується у двох прольотах: головному й допоміжному;

- миття блока й рами дизеля виконуються в мийній машині або спеціалізованій мийній ванні;

- розбирання й складання дизелів здійснюється на потоково-конвеєрних лініях;

- станція випробування дизель-генераторів обладнується рекупераційною установкою;

- ремонт шатунно-поршневої групи здійснюється на потоково-конвеєрній

лінії роторного типу;

– випробування компресорів, нагнітачів (повітродувок, турбокомпресорів) і насосів виносяться в окреме шумоізольоване приміщення.

в) Візковий цех:

– цех звичайно розміщується в одному прольоті, можливо, спільному з прольотом колісного цеху;

– обмивання й очищення рам візків та інших деталей виконується в мийній машині прохідного типу;

– ремонт і складання рам візків здійснюється на потоково-конвеєрній лінії;

– ремонт і комплектування вузлів візків здійснюється в ремонтно-комплектувальному відділенні;

– складання колісно-моторних блоків, якщо відповідне відділення входить до складу цеху візків, здійснюється на потоково-конвеєрній лінії.

г) Колісний цех:

– цех розташовується в одному прольоті, можливо, спільному із прольотом візкового цеху;

– обмивання колісних пар здійснюється в спеціальній механізованій установці;

– миття роликів брук здійснюється у відділенні ремонту роликів брук, у спеціальній мийній камері, а роликів підшипників – у чотирикамерній мийній машині, якщо відділення ремонту роликів брук входить до складу колісного цеху;

– на демонтажній і монтажній дільницях роликів брук улаштовуються підвищені на 300 – 400 мм відрізки залізничної колії;

– для міжопераційного відстою колісних пар з метою економії виробничої площі влаштовуються ділянки суміщеної рейкової колії;

– склад колісних пар та їх елементів сполучається із прольотом цеху поперечним відрізком залізничної колії та влаштовується поруч із цехом за зовнішньою поздовжньою стіною.

д) Електромашинний цех:

– цех розміщується у двох прольотах: головному й допоміжному;

– у розбирально-дефектувальному відділенні виконується очищення, миття, комплексне розбирання (загальне й вузлове), дефектування всіх тягових електричних машин з наступною передачею деталей і вузлів у відповідні ремонтні відділення;

– весь комплекс розбиральних і ремонтно-складальних робіт щодо допоміжних електричних машинах виконується у відділенні ремонту допоміжних електричних машин;

– попереднє очищення електричних машин виконується в продувних камерах;

- миття тягових електродвигунів виконується в спеціалізованій машині;
- миття остовів виконується або в спеціалізованій машині, або в мийній машині ММД-12, а миття якорів – у спеціалізованій мийній установці камерного типу;
- розбирання й складання тягових електродвигунів здійснюються на потоково-конвеєрних лініях;
- перше, друге просочування, й сушіння якорів, секцій їх обмоток, а також фарбування тягових і допоміжних електричних машин здійснюється в спеціалізованих просочувально сушильних відділеннях;
- складально-розбиральні роботи щодо головного генератора й двомашинного агрегата виконуються на спеціалізованих установках–кантувачах.

є) Електроапаратний цех (відділення).

- за річної програми ремонту до 600 секцій тепловозів для ремонту електричних апаратів передбачається електроапаратне відділення, яке зазвичай входить до складу електромашинного цеху або складального цеху і розташовується в одному з допоміжних прольотів цеху;
- за річної програми 600 секцій і більше створюється електроапаратний цех, розташований в окремій будівлі;
- складання контакторів здійснюється на потоково-конвеєрній лінії;
- дільниця зарядки акумуляторних батарей розташовується в окремому ізолюваному приміщенні поза відділенням (цехом).

Під час виконання планування цеху (відділення) студент повинен враховувати такі положення:

- розміщення відділень, дільниць, позицій і обладнання повинне забезпечувати прямолинійну організацію руху виробничого процесу;
- розміщення позицій, об'єктів ремонту на них, виробничих місць, обладнання, технологічного й страхового запасів агрегатів і вузлів відносно один одного, елементів будівель, проходів і проїздів виконується відповідно до розробленої специфікації й норм відстаней, наведених у бібліографічному описі [7, табл. 38, 39];
- у кожному прольоті цеху рекомендується мати по одному поздовжньому наскрізному проїзду для безрейкового транспорту (бажано посередині прольоту) і по 3–4 поперечних, з яких два крайніх розміщуються уздовж торцевих стін цеху. Між відділеннями варто передбачити кілька поперечних проходів. Ширина проїздів і проходів береться за рекомендованою літературою [7, табл. 40];
- в основних прольотах цехів повинні бути передбачені торцеві в'їзди для залізничного й автомобільного транспорту;
- якщо довжина головного прольоту цеху становить до 150 м

передбачається 2 основні мостові крани; якщо довжина більше ніж 150 м (за необхідністю), варто передбачити 3 крани; у головному прольоті тепловозскладального цеху крани можуть установлюватися в два яруси, причому потужніші крани – у верхньому ярусі, під час нового будівництва таке розташування кранів є не завжди доцільним;

– дільниці, які є джерелом шуму, варто розташовувати в торці прольоту, відокремивши їх суцільною або високою стіною;

– виробничо-підсобні приміщення (комори, майстерня механіка цеху та ін.) рекомендується розташовувати в торцях прольотів, на межах цехів (за можливістю поза виробничою площею, у межах «мертвої» зони дії підйомних кранів, з огороженням щитовими збірно-розбірними перегородками висотою до 3 м).

Проектуючи план цеху (відділення), студент повинен, крім переліченого, враховувати й наведений у літературі досвід передових локомотиворемонтних заводів країни та проектних організацій залізничного транспорту в створенні прогресивних планувальних рішень.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС

- 1 Мямлин В.В.: Теоретические основы создания гибких поточных производств для ремонта подвижного состава: Монография /В.В.Мямлин.– Днепропетровск: Стандарт-Сервис, 2014. – 380 с.
- 2 Анофрієв В.Г. Організація і планування вагоноремонтного виробництва [Текст]: навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів залізн. трансп. ім. акад. В.Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 239 с.
- 3 Експлуатація локомотивів та локомотивне господарство. Організація ремонтного та екіпірувального господарства : підручник / Б. Є. Боднар, М. І. Капіца, Є. Б. Боднар, О. Б. Очкасов ; за ред. д-ра техн. наук, проф. Б. Є. Боднара. – Електрон. вид. – Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022. – 220 с. – DOI: 10.15802/978-966-2596-24-3.
- 4 Організація та планування виробництва [Електронний курс] : практикум / уклад.: Д. В. Бобирь, О. Б. Очкасов, Н. І. Колодій; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро, 2022. – 62 с.
- 5 Гуменюк В.Я., Юрчик Г.М. Планування та організація виробничої діяльності підприємства: Навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2009. – 145 с.
- 6 ДСТУ ISO 5457:2006. Кресленики технічні. Розміри та формати. [Чинний від 2006-12-27]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. – 7 с.
- 7 Технологічне проектування основних цехів тепловозоремонтного заводу [Текст] : Частина II. : методичні вказівки до курсового та дипломного проектування / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна ; уклад.: Є. Г. Нечаєв, О. Б. Очкасов. – Дніпро: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – 40 с.
- 8 ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2003-12-08]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. – 55 с.
- 9 ДСТУ Б А.2.4-36:2008. Підйимально-транспортне устаткування. Умовні зображення. [Чинний від 2008-06-27]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 9 с.


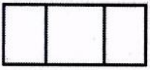
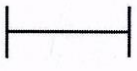
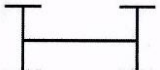


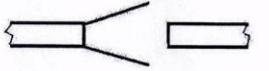

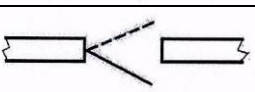



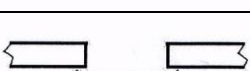


## ДОДАТОК А

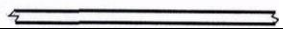
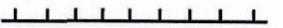
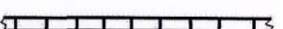
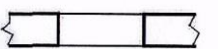

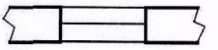
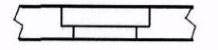
Таблиця А.1

### Умовні графічні позначення будівельних конструкцій та їх елементів

(відповідно до ДСТУ Б А.2.4–7–95

«Правила виконання архітектурно-будівельних креслень»)

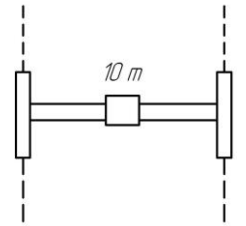
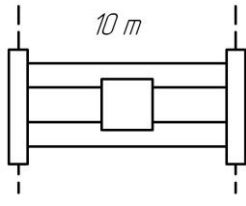
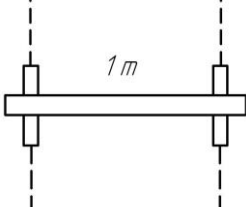
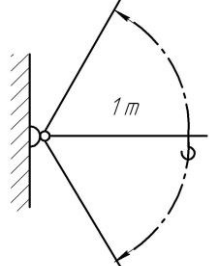
	Найменування	Зображення
Колони	залізобетонна суцільного перерізу	
	залізобетонна двогілкова	
	металева суцільностінна	
	металева двогілкова	
Двері, ворота	двері одностулкові	
	двері двостулкові	
	двері подвійні одностулкові	
	двері подвійні двостулкові	
	двері одностулкові з хитним полотном (права або ліва)	
	двері двостулкові з хитними полотнами	
	двері (ворота) відкотні одностулкові	
	двері (ворота) розсувні двостулкові	
	двері (ворота) підйомні	
	двері складчасті	
	ворота підйомно-поворотні	

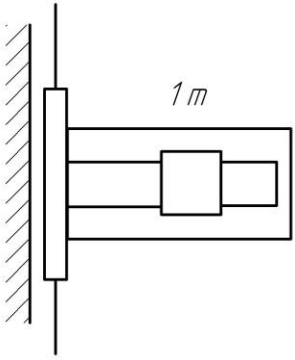
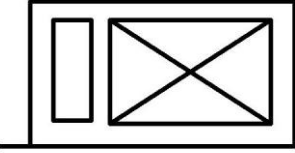
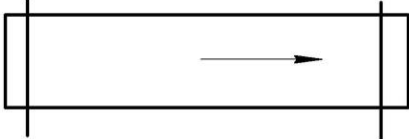
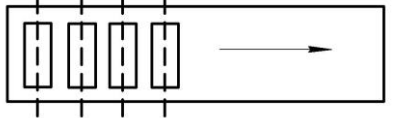
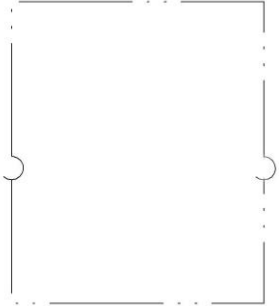
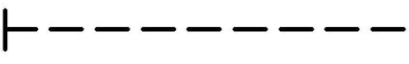

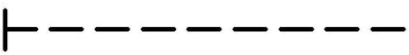
Стіни, перегородки й прорізи	Стіна	
	Перегородка збірна щитова	
	Перегородка з склоблоків	
	Проріз, що не доходить до підлоги	
	Проріз, що доходить до підлоги	
	Проріз віконний без чверті	
	Проріз віконний з чвертю	

Таблиця А.2

### Підйомно-транспортні засоби та їх елементи, рейкові колії

(відповідно до ДСТУ А.2.4-36:2008 «Підйомно-транспортне устаткування»)

Найменування		Зображення
Підйомно-транспортні засоби та їх елементи	Кран мостовий однобалковий	
	Кран мостовий двобалковий	
	Кран підвісний	
	Кран настінний консольний	

	Кран пересувний консольний	
	Ліфт	
	Конвеєр стрічковий	
	Конвеєр роликовий	
	Зона дії вантажопідійомної машини	
Рейкові колії	Монорейка (підвісна рейкова колія)	
	Рейкова колія (замість крапок вказати: для нормальної колії – н.ш., для вузької колії – в.ш.)	
	Колія підкранова з кінцевим упором	

Навчально-методичне видання

**Боднар** Борис Євгенович  
**Очкасов** Олександр Борисович

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА**

Методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічної роботи

Редактор А. В. Безверхня  
Комп'ютерна верстка В. В. Бердо

Формат 60x84 <sub>1/16</sub>. Ум. друк. арк. 2,72. Обл.-вид. арк. 2,76.  
Зам № 19

Український державний університет  
науки і технологій  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:  
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010