

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра “Машинобудування та технічний сервіс машин”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсової роботи
з дисципліни**

«ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН»

Харків 2026

Методичні вказівки розглянуті і рекомендовані до друку на засідання кафедри МТСМ 4 грудня 2025 р., протокол №4.

Рекомендуються для здобувачів спеціальності G9 Прикладна механіка та G11 Машинобудування всіх форм навчання.

Укладачі:

доц. Є.В. Романович,

доц. Л.М. Козар

Рецензент:

доц. А.О. Бабенко

ЗАДАЧИ І ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсове проектування є завершальним етапом вивчення дисципліни “Експлуатація машин”.

Метою даної роботи є поглиблення і закріплення теоретичних знань, отриманих студентами при вивченні курсу, придбання навичок комплексного рішення інженерних задач з проектування ремонтних підприємств, використання нормативних матеріалів, спеціальної технічної і довідкової літератури.

Для виконання курсової роботи необхідно знати будову колійних, будівельних і вантажно-розвантажувальних машин, технологію їхнього ремонту, організацію технологічного процесу на ремонтному підприємстві.

Курсова робота має складатися з трьох аркушів креслень формату А1 та розрахунково-пояснювальної записки обсягом 35-40 сторінок.

Курсова робота повинен відповідати діючим Держстандартам.

Розрахунки слід вести у вигляді таблиць, при цьому для кожної таблиці в розрахунково-пояснювальній записці потрібно на одному прикладі показати хід розрахунку.

Вихідні дані для виконання курсового проекту студент одержує з таблиць 1, 2 та 3, де заданий річний комплект машин, що підлягає ремонту упродовж року на підприємстві, що проектується.

Курсова робота містить у собі такі розділи:

1. проектування ремонтного підприємства;
2. проектування основних цехів і відділень ремонтного підприємства;
3. техніко-економічний розрахунок ремонтного підприємства.

Автори висловлюють велику подяку кафедрі «Менеджмент організацій на транспорті» Української державної академії залізничного транспорту, зокрема завідувачий кафедри, кандидату економічних наук, доценту Зориній Олені Іванівні.

Таблиця 1 - Варіанти річної основної робочої програми ремонтного підприємства

Типи машин, (вартість кап. рем., тис. грн./ трудомісткість кап. рем, люд.-год.)	Варіанти завдань (кількість машин)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Екскаватор ЭО-4321 (380/2400)	60				95									100					120						
Скрепер причпний (40/900)		17				35				25															60
Трактор Т-130 (64/740)										90						80					90				
Кран баштовий БК-100 (230/1700)				30				25											35						
Бетононасос СБ-7 (32/320)									20			25													23
Бетонозмішувач СБ-145 (27/180)						30							40						42					53	
Бульдозер ДЗ-122 (87/860)		80													11 2					85					70
Автогрейдер ДЗ-122 (57/560)			45					56			78										15		26		
Скрепер самохідний (130/1300)				95					86								150					110			
Дрезина АГМУ (120/600)					30					14								26							
Кран на пневмоходу КС-4362 (79/1450)	38										20				32										

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Кран на залізничному ходу КДЭ-163 (120/1800)							30					26								60					
Дизель-молот С-268 (45/200)			29					30														50			
Бурильно-кранова машина (98/470)														45			20	37							
Екскаватор ЭО-3311 (320/1050)				65								60										38	120		
Навантажувач тракторний (75/620)	50						29										52							38	
Кран автомобільний КС-2561 (65/590)		36																75			51		90		
Екскаватор ЭО-4111 (367/1650)			120				45						120				60								
Котлованокопач (315/1400)										60	21				26	27				41					
Трактор Т-100 (85/740)				38	115				36				34											56	
Двигуни	Д-108 (8,6/170)	52		60			70		56			23			87			64			41				38
	ЯАЗ-238 (10,8/260)		98		75		35		52			62			70			25				75			
	СМД-14 (8,9/140)			95		42		23		45			89			59			25				13		
	ЗИЛ-130 (7,9/120)	29	53	76	29	43	58	86	57	34	68	75	68	56	24	75	86	65	82	35	56	59	58	57	24

Таблиця 2 – Варіанти річної додаткової робочої програми ремонтного підприємства

Найменування робіт	Трудомісткість робіт у процентах від основної робочої програми підприємства за варіантами																								
	Перша літера прізвища студента																								
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	ТУ	Ф	ЦЧ	Ш	Щ	Э	Ю	Я
Виготовлення товарних вузлів та запасних частин	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	16	18	20	23
Виготовлення машин за замовленням інших підприємств	5	4	3	2	4	5	2	3	3	4	5	2	2	3	4	5	5	4	3	2	3	4	5	3	2
Ремонт власного обладнання та інструментальні роботи	10	7	6	9	7	6	8	7	6	11	7	6	8	7	6	9	7	6	10	6	9	8	7	6	8
Цех, який проектується	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I

Таблиця 3 – Цех, який проектується

Позначення	Найменування цеху
I	Розбірний
II	Моторний
III	Механічний
IV	Ремонтно-механічний
V	Відновлювальний
VI	Складальний

ВСТУП

У вступі (1-2 сторінки) необхідно відбити основні напрямки розвитку сучасних технологій, а також засобів експлуатації і ремонту.

1 ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Вибір типу ремонтного підприємства, методу і форми організації ремонту

Капітальний ремонт машин виконується на універсальних і спеціалізованих ремонтних підприємствах.

При виборі методу ремонту варто віддавати перевагу більш прогресивному знеособленому методу ремонту. Різновидами знеособленого методу в умовах ремонтних підприємств є агрегатно-вузловий і поточний. Залежно від розміру серії однойменних машин, що знаходяться в ремонті, у курсовому проекті варто обгрунтувати і вибрати одну з форм організації ремонту: тупикову, спеціалізованими бригадами або поточну.

1.2 Розрахунок річної виробничої програми

Річну виробничу програму підприємства визначають, виходячи з завдання трудомісткості і вартості.

Річну програму ремонту за трудомісткістю для кожної марки машин розраховують за усередненими значеннями трудомісткості

$$\dot{O}_0 = \dot{O}_i \cdot N_i \cdot \hat{e}_i \cdot \hat{e}_i \cdot \hat{e}_{\bar{n}}, \quad (1.1)$$

де T_n - усереднене значення трудомісткості ремонту однієї машини, люд-год;

N_i - кількість машин даної марки, що ремонтуються за рік;

k_m - коефіцієнт, що враховує метод ремонту, (додаток А);

\hat{e}_i - коефіцієнт, що враховує форму організації ремонту, (додаток А);

k_c - коефіцієнт, що враховує серійність (однотипність) машин, що ремонтуються (додаток А).

Вартість капітального ремонту визначається за калькуляцією, яка враховує собівартість ремонту та плановий прибуток ремонтного підприємства. Для спрощення розрахунків вартість капітального ремонту зазначена в таблиці 1. Крім того, при обчисленні вартості додаткової програми можна прийняти, що вона в цілому складає 7...15% від вартості основної програми.

Річна вартість ремонту кожної марки машини

$$\ddot{O}_\partial = \ddot{O}_i \cdot N_i, \quad (1.2)$$

де \ddot{O}_i - вартість ремонту однієї машини, тис. грн;

N_i - кількість машин даної марки, що ремонтуються за рік;

Крім ремонтних робіт, підприємство виконує певний обсяг додаткових робіт, до яких входить виготовлення запасних частин і вузлів, ремонт власного устаткування, виготовлення нової продукції та інструментальні роботи.

Трудомісткість додаткових робіт у процентах від ремонтної програми наведена в завданні.

Сумарна трудомісткість річної програми

$$\dot{O}_n = \sum_{i=1}^n \dot{O}_0 + \sum_{i=1}^n T_a, \quad (1.3)$$

де ΣT_p - сумарна трудомісткість річної ремонтної програми, люд-год ;
 ΣT_d - сумарна трудомісткість річної додаткової програми, люд-год .

Результати розрахунків зводяться до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Річна програма підприємства

Марки машин і види робіт	Кількість машин	Трудоемісткість ремонту, люд-год		Вартість ремонту, грн	
		Однієї машини	Річної програми	Однієї машини	Річної програми
Ремонтні роботи					
Загалом					
Додаткові роботи					
Загалом					
Взагалі					

Після визначення трудомісткості річної програми варто розподілити її за видами робіт. Орієнтовний розподіл трудомісткості ремонтних робіт показано в додатку 6. Результати розрахунків необхідно зводити до таблиць 1.2. і 1.3.

Таблиця 1.2 - Розподіл трудомісткості ремонту за видами робіт, люд-год

Види робіт	Марки машин і двигунів										Всього
	%	T _p	%	T _p	%	T _p	%	T _p	%	T _p	
Всього	100		100		100		100		100		

Таблиця 1.3 - Розподіл трудомісткості додаткових робіт за видами

Види робіт	Виготовлен-ня запасних частин і вузлів		Виготовлення нової продукції		Ремонт власного устаткування та інструментальні роботи		Разом
	%	Трудомі-сткість, люд-год	%	Трудомі-сткість, люд-год	%	Трудомі-сткість, люд-год	
Верстатні	70		65		25		
Слюсарні	20		25		60		
Ковальські	4		2		5		
Зварю-вальні	6		5		6		
Жостяни-цько-мідницькі	0		3		4		
Взагалі	100		100		100		

Далі варто скласти зведену відомість розподілу трудомісткості всієї річної програми заводу (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 - Трудомісткість річного обсягу робіт

Види робіт	Трудомісткість, люд-год		
	Ремонту	Додаткової програми	Взагалі
Взагалі			

1.3 Схема технологічного процесу

Схему розробляють для головної машини, що ремонтується на проєктованому заводі, після визначення річної програми. На початку технологічного процесу необхідно виконати стислий опис головної машини. Типові схеми технологічних процесів ремонту машин для різноманітних методів ремонту наведені в [5,6,7].

1.4 Структура ремонтного підприємства

Підприємства з ремонту будівельних, колійних і вантажно-розвантажувальних машин взагалі мають цехову структуру. При цеховій структурі окремі виробничі ділянки об'єднуються в самостійні одиниці.

Структура і кількість цехів (або відділень) визначається, виходячи з виробничої програми, технологічної схеми і номенклатури машин, що підлягають ремонту.

До складу ремонтного підприємства, крім виробничих цехів і відділень, треба запланувати необхідні склади, майданчики для збереження ремонтного фонду і відремонтованих машин, а також енергетичні установки (трансформаторна підстанція, компресорна і ін.), під'їзні колії, проїзди.

Прийнята структура повинна строго дотримуватися у всіх розділах проекту. Опис структури типових ремонтних підприємств є в літературі [5,6,7].

1.5 Розрахунок трудомісткості за цехами і відділеннями

Трудомісткість річного обсягу робіт у кожному цеху залежить від числа і трудомісткості виробничих операцій, які ними виконуються, крім того, однаковий вид робіт можна виконувати одночасно у деяких цехах та відділеннях. Наприклад, розбирання можна проводити у розбірному цеху на окремі агрегати або блоки вузлів, а також у інших цехах (моторному, механічному тощо) продовжити розборку цих агрегатів на більш дрібні складові та деталі. Попереднє часткове розподілення трудомісткості робіт, які виконуються одночасно у деяких цехах або відділеннях, зручніше провести у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Попереднє розподілення трудомісткості робіт за цехами та відділеннями

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год.	Цех або відділення	Процент виконання	Трудомісткість, люд.-год.
Розбирання	2000	Розбірний	35	700
		Моторний	65	1300
...

Перед проведенням зазначених розрахунків необхідно зробити розподіл виробничих операцій із таблиці 1.4 з урахуванням таблиці 1.5 за кожним з запланованих цехів (відділень). При цьому необхідно, щоб сумарна

трудомісткість між цехами була приблизно однаковою. Результати розрахунків зводяться в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6. – Трудомісткість робіт із цехів і відділень

Цех	Найменування робіт	Трудомісткість, люд.-год.
Розбірний	Зовнішнє миття Розбирання	
Разом по цеху		
...
Разом по цеху		
Усього по заводу		

1.6 Режим роботи підприємства

Режим роботи ремонтного підприємства залежить від річного обсягу робіт, типу підприємства і рівномірності завантаження його протягом року. Вважається, що підприємство завантажене протягом року рівномірно. Режим роботи характеризується кількістю робочих днів за рік, кількістю змін роботи за добу і тривалістю зміни (у годинах). Для кращого використання устаткування і виробничої площі роботу окремих цехів підприємства (механічного, ковальсько-зварювального та ін.) при значних річних обсягах робіт рекомендується запроєктувати у дві зміни. Для подальших розрахунків потрібно визначити дійсний фонд часу робітників, устаткування і робочих місць. Дійсний фонд часу робітників необхідно обчислити для трьох категорій робітників (згідно додатку В).

Дійсний фонд часу робітників

$$\hat{O}_{\ddot{a}\ddot{o}} = \{ [d_{\hat{e}} - (d_{\hat{a}} + d_{\hat{i}} + d_{\hat{i}})] \cdot t_{\hat{m}} - (d_{\hat{i}} - 2) \cdot n_{\hat{n}} \} \cdot \hat{e}_{\hat{n}}, \quad (1.4)$$

де $d_k, d_{\hat{a}}, d_{\hat{i}}, d_o$ - відповідно число днів календарних, вихідних, святкових, відпускних за рік;

$t_{\hat{m}}$ - тривалість зміни, годин (додаток В);

n_c - число годин, на які скорочується робочий день перед святами,

$n_c = 1$;

$\hat{e}_{\hat{i}}$ - коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу з поважних причин,

$\hat{e}_{\hat{i}} = 0,96$.

У розрахунках потрібно приймати 40-годинний робочий тиждень із двома вихідними днями. Для визначення відпускних днів і тривалості зміни можна користуватися даними, наведеними в додатку В.

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування

$$\hat{O}_{\ddot{a}o} = [d_k - (d_{\hat{a}} + d_{\hat{i}})] \cdot t_{\hat{i}} \cdot n \cdot \hat{e}_{\hat{o}}, \quad (1.5)$$

де t_o - тривалість роботи устаткування протягом зміни, $t_o = 7$ годин;

n - число змін у добу;

$\hat{e}_{\hat{i}}$ - коефіцієнт, що враховує простої у ремонті, $\hat{e}_{\hat{i}} = 0,96$.

Дійсний річний фонд часу робочих місць

$$\hat{O}_{\ddot{a}\ddot{i}} = [d_k - (d_{\hat{a}} + d_{\hat{i}})] \cdot t_{\hat{i}} \cdot n \cdot \hat{e}_{\hat{o}}, \quad (1.6)$$

де $\hat{\epsilon}_d$ - коефіцієнт, що враховує простой у ремонті, $\hat{\epsilon}_d = 0,99$.

1.7 Розрахунок кількості устаткування і робочих місць

Розрахунок кількості необхідного устаткування і робочих місць у кожному з цехів і відділень виконується відповідно до технологічного процесу ремонту, виходячи з трудомісткості робіт, виконуваних у даному цеху (відділенні), і дійсного фонду часу роботи устаткування або робочих місць. Кількість устаткування та робочих місць, для цеху який проектується, розраховується за кожним відділенням, для інших цехів – взагалі.

Кількість устаткування

$$N_o = \frac{T_i}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot \eta_o}, \quad (1.7)$$

де $\hat{O}_{\text{аі}}$ - дійсний фонд часу роботи устаткування, год;

η_o - коефіцієнт завантаження устаткування, $\eta_o = 0,75-0,8$.

Кількість робочих місць

$$N_{\text{ді}} = \frac{\hat{O}_i}{\hat{O}_{\text{аді}} \cdot \eta_{\text{ді}}}, \quad (1.8)$$

де $\Phi_{\text{дрм}}$ - дійсний фонд часу робочих місць, годин;

$\eta_{\text{рм}}$ - коефіцієнт завантаження робочих місць, $\eta_{\text{рм}}=0,8 - 0,9$.

Результати розрахунків зводяться до таблиці 1.7.

Інвентар і пристосування приймаються без розрахунку за умовою необхідного комплекту.

Таблиця 1.7 - Кількість устаткування і робочих місць

Цеха і відділення	Трудомісткість, люд-год	Дійсний фонд часу роботи устаткування, годин	Дійсний фонд часу робочих місць, годин	Кількість устаткування	Кількість робочих місць
Разом:					
Усього					

1.8 Розрахунок чисельності працюючих

Робітники підприємства залежно від виконуваних функцій поділяються на такі категорії:

- виробничі робітники (основні і допоміжні);
- інженерно-технічні працівники (ІТП);
- адміністративно-управлінські робітники (АУР).

Загальна чисельність основних виробничих робітників

$$P_o = \sum P_i, \quad (1.9)$$

де P_i - число виробничих робітників у цехах (відділеннях) за професіями;

Чисельність основних виробничих робітників у цехах (відділеннях) за кожною з професій

$$P_i = \frac{\dot{O}_i}{\dot{O}_{\text{вд}}}, \quad (1.10)$$

де T_i - трудомісткість даного виду робіт, люд-год ;

$\Phi_{\text{др}}$ - дійсний фонд робочого часу робітників відповідної професії, г.

Загальне число допоміжних виробничих робітників (наладчики устаткування, ремонтні і транспортні робітники, роздавальники інструменту, контролери ВТК, мастильники, крановики, шофери та ін.) розраховується взагалі по цеху, а далі довільно розподіляється за відділеннями.

Чисельність допоміжних виробничих робітників

$$D_{\hat{a}} = \frac{D_i \cdot \dot{I}_{\hat{a}}}{100}, \quad (1.11)$$

де $\dot{I}_{\hat{a}}$ - процент допоміжних робітників відносно основних виробничих (для ремонтних підприємств приймається 15-18%).

Загальна чисельність виробничих робітників підприємства

$$D_{\text{вд}} = D_i + D_{\hat{a}}. \quad (1.12)$$

Чисельність ІТП і АУР визначається в процентному відношенні від загального числа виробничих робітників. Вона може бути орієнтовно прийнята відповідно рівною 11-13% та 5-7%. Розрахунок чисельності виробничих робітників потрібно виконати для кожного з цехів і відділень, а розрахунок інших категорій працюючих - за цехами. Результати розрахунку потрібно зводити в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 - Обліковий контингент робітників ремонтного підприємства

Цеха і відділе ння	Трудомі- стксть, люд-год	Дійсний фонд часу, год	Кількість працівників, чол			
			Виробничих		ТП	АУ Р
			основних	допоміжних		
Разом по цеху						
...						
Разом по цеху						
Усього по заводу						

Промислово-виробничий контингент ремонтного підприємства

$$D_{i\dot{a}\dot{u}} = D_{i\dot{o}} + D_{s\dot{o}\dot{o}} + D_{a\dot{o}\dot{o}} + D_{i\dot{a}\dot{i}} + D_{\dot{e}} + D_{i\dot{i}\dot{i}}, \quad (1.13)$$

де $D_{i\dot{a}\dot{i}}$ - кількість робітників у відділі головного механіка (ВГМ), $P_{огм}$ дорівнює 17% від кількості виробничих робітників у механічному цеху основного виробництва;

$D_{\dot{e}}$ - кількість робітників в інструментальному цеху, (приймається рівним 25% від кількості виробничих робітників механічного цеху);

$D_{i\dot{i}\dot{i}}$ - чисельність пожежно-сторожової охорони. Приймається у кількості 4 осіб на 100 працівників, які працюють у першу зміну, але не більш ніж 20 чоловік та додатково один чоловік – начальник охорони.

1.9 Розрахунок площ підприємства

Площі підприємства розраховують з урахуванням їх розподілу на виробничі, допоміжні, конторські і побутові.

Загальна площа ремонтного підприємства

$$F = F_{\text{в}} + F_{\text{д}} + F_{\text{к}} + F_{\text{п}}, \quad (1.14)$$

де $F_{\text{в}}$, $F_{\text{д}}$, $F_{\text{к}}$, $F_{\text{п}}$ - площа відповідно виробничих, допоміжних, побутових і конторських приміщень.

Виробничі площі (площі, зайняті устаткуванням і робочими місцями, а також проходам і проїздами між ними) визначають у залежності від кількості виробничих робітників, які працюють у першу зміну, і від площі, що зайнята устаткуванням.

У залежності від кількості виробничих робітників, виробнича площа цеху (відділення) визначається за формулою

$$F_{\text{в}} = P_{\text{в}} \cdot f_{\text{в}}, \quad (1.15)$$

де $F_{\text{в}}$ - площа цеху (відділення), м²;

$P_{\text{в}}$ - кількість виробничих робітників, зайнятих у першу (велику) зміну;

$f_{\text{в}}$ - питома площа на одного виробничого робітника, м² (додаток Г).

У залежності від площі, що зайнята устаткуванням, виробнича площа цеху (відділення) визначається за формулою

$$F_{ia} = f_o \cdot \sum F_o, \quad (1.16)$$

де f_o - перехідний коефіцієнт (додаток Д);

F_o - площа, що зайнята устаткуванням (за габаритами у плані), м² [6,7].

Попередньо виробничу площу розраховують за (1.15). Далі, після визначення у розділі 2 кількості устаткування, її варто розрахувати також за (1.16), та в подальших розрахунках за виробничу площу F_{ip} приймають ту з площ, яка виявилася більшою.

Дані розрахунку виробничих площ (F_p і F_{ob}) зводимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Зведена таблиця виробничих площ

Цеха (відділення)	P_{io} / F_o	f_i / f_o	$P_{io} \cdot f_i / F_o \cdot f_o$
Разом			
Усього			

До допоміжних площ відносять площі, зайняті складами, ремонтними службами, компресорними, котельнею, лабораторіями і ін. Частину складів розміщують у головному корпусі, інші в інших приміщеннях, під навісами і на відкритих майданчиках.

Допоміжні площі заводу

$$F_{ac} = F_1 + F_2 + F_3, \quad (1.17)$$

де F_1 - площі складських приміщень;

F_2 - площі, зайняті під гараж, котельню, трансформаторну підстанцію, склад кисню, шлаку, вугілля;

F_3 - площі для збереження машин, які очікують ремонту, а також вже відремонтованих машин.

Площі складських приміщень F_1 приймаються в розмірі 25% від виробничих площ [7]. Прийнята площа розподіляється у процентах і зводиться до таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 - Площа складських приміщень

Найменування складських приміщень	Відсоток	Площа, м ²
Склад запасних частин	20	
Склад деталей, що очікують ремонту	7	
Комплектувальний склад	10	
Склад металу	8	
Склад утилю	2	
Склад ПММ	3	
Склад лісу	8	
Склад матеріалів	17	
Центральний інструментальний склад	4	
Склад агрегатів, що очікують ремонту	15	
Склад відремонтованих агрегатів	6	
Разом:	100	

До допоміжних площ відносять також площі, що займаються під гараж, котельню, компресорну, трансформаторну підстанцію, склад кисню, шлаку, вугілля. Загальна площа F_2 цих споруджень приймається 20% від розрахункової виробничої площі. Прийнята площа розподіляється у процентах і зводиться до таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 - Площа допоміжних приміщень

Найменування допоміжних приміщень	Відсоток	Площа, м ²
Гараж	30	
Трансформаторна підстанція	15	
Компресорна	15	
Котельня	17	
Склад кисню	7	
Склад вугілля	8	
Склад шлаку	8	
Разом:	100	

Розміри відкритих площадок F_3 для збереження запасних частин та відремонтованих машин визначають за площею, що зайнята машинами, з урахуванням десятиденного терміну їх збереження (орієнтовно F_3 можна прийняти рівною 15% від розрахункової виробничої площі).

Площі побутових приміщень $F_{пб}$ наведено у таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 - Площі побутових приміщень

Найменування площ	Кількість працюючих, чол [*]	Питома площа на одного працюючого, м ²	Площа, м ²
Роздягальні та гардеропи		0,8	
Умивальники		0,1	
Душові		0,45	
Туалети		0,15	
Буфети та їдальні		0,25	
Разом:		-	

* При розрахунку площ для роздягалень та гардеропів кількість працюючих дорівнює загальній кількості працюючих на підприємстві, інші проці розраховують для працюючих у першу (більшу) зміну.

Площі конторських (адміністративних) приміщень F_k приймаються в розмірі 3,25 м² на одного працюючого в штаті АУР та 5,0 м² для ІТП. Результати розрахунків зводимо до таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 - Площі конторських помешкань

Категорії працюючих	Кількість працюючих, чел	Питома площа, м ²	Площа, м ²
ІТП			
АУР			
Разом:			

Результати розрахунків за формулами 1.14 - 1.17 і дані з таблиць 1.9 - 1.13 наводять у таблицю 1.14. У цій же таблиці з допоміжних площ виділені відкриті площі.

Таблиця 1.14 - Зведена відомість площ ремонтного підприємства

Категорії площ	Площі, м ²	
	закритих приміщень	відкритих майданчиків
Виробничі		-
Допоміжні		
Побутові		-
Конторські		-
Разом		
Усього		

1.10 Схема генерального плану ремонтного підприємства

Генеральний план підприємства являє собою взаємне розташування на земельній ділянці всіх будівель, споруджень, майданчиків, рейкових і безрейкових доріг, зелених насаджень і огорожень.

Основні положення з розробки генерального плану зводяться до наступного:

- будинки цехів, складів, а також відкриті площадки варто розташовувати відповідно до послідовного ходу виробничого процесу;

- необхідно забезпечити найкоротший шлях прямування матеріалів, машин, що очікують ремонту, та машин, що відремонтовані, територією заводу;

- взаємне розташування будинків і відстань між ними повинні відповідати правилам і нормам пожежної безпеки, санітарно-технічним, іншим вимогам, при цьому відстані між будинками мають бути мінімально припустимими (додаток Ж); варто передбачити найбільш економічні засоби постачання машин у ремонт, розвантаження їх на майданчиках підприємства і подачі в цех;

- будинки і споруди повинні бути розташовані з урахуванням напрямку світла і переважаючих вітрів, щоб були забезпечені найбільш сприятливі умови природного освітлення і провітрювання.

Цеха і відділення, що забруднюють повітря, необхідно розміщати стосовно інших цехів і будинків із підвітряного боку, з огляду на напрямок переважаючих вітрів. Для цього на кресленні показують "розу вітрів". Територія, не застосована під забудову і дороги, повинна бути озеленена. Площа земельної ділянки проєктованого підприємства визначається з розрахунку $2,5 \text{ м}^2$ на 100 люд-год трудомісткості річної виробничої програми [7]. Розташування будинків і споруджень повинно бути узгоджене з зовнішніми транспортними магістралями і з проєктом планування підприємств, що прилягають або житлових районів.

Генеральний план виконують у масштабі на аркуші формату А1.

Будинки адміністративних помешкань можуть бути окремо стоячими або прибудованими до виробничого корпусу.

Побутові приміщення можуть знаходитись у виробничому корпусі, або прибудованими до виробничого корпусу. Також можна частку побутових приміщень розмістити у виробничому корпусі, а решту – у адміністративному, або окремо розташованому.

Розміри в плані адміністративних та побутових будівель можуть бути 12х36; 18х36; 12х48; 18х48м.

На генеральному плані повинні бути показані розміри земельної ділянки, основних будинків і споруджень, ширина проїздів.

На кресленні генерального плану варто дати експлікацію будинків і споруджень, а також навести показники генерального плану: загальну площу земельної ділянки F_o ; площу, що займається всіма критими приміщеннями $F_{\epsilon\delta}$; площу, зайняту усіма будинкам, спорудженнями й установками $F_{\epsilon\delta}$; коефіцієнт забудови \hat{E}_ζ і коефіцієнт використання площі ділянки $\hat{E}_{\epsilon\delta}$

$$\hat{E}_\zeta = \frac{F_{\epsilon\delta}}{F_i}, \quad \hat{E}_{\epsilon\delta} = \frac{F_{\delta\delta}}{F_i}, \quad (1.18)$$

де $\hat{E}_\zeta = 0,25 \div 0,35$; $\hat{E}_{\epsilon\delta} = 0,65 \div 0,75$.

1.11 Компонування цехів виробничого корпусу

Компонування приміщень ремонтного підприємства - це план раціонального розміщення виробничих ділянок (відділень) складських і інших приміщень, що забезпечують технологічний зв'язок між

виробничими ділянками, найбільш короткі вантажопотоки і дотримання норм будівельного, протипожежного і санітарно-технічного проектування.

Виробничі площі, отримані в результаті розрахунків (таблиці 1.14), доцільно об'єднати в одному приміщенні або виробничому корпусі найбільш простої, прямокутної форми. При цьому для забезпечення в корпусі міжцехових проходів і магістрального проїзду необхідно розраховану площу збільшити на 10 - 15%.

При компоюванні цехів необхідно використовувати рекомендації, подані в літературі [6,7].

Виробничі корпуси звичайно складаються з декількох однотипних прольотів із рядами металевих або залізобетонних колон. Ширину прольотів беруть відповідно до чинних стандартів - 12, 15, 18, 21 і 24 м. Довжину будинків приймають кратною бм і з кроком зовнішніх колон 6 або 12 м.

Якщо підприємство ремонтує колійні машини важкого типу (крани-колієукладачі, щибенеочисні машини та ін.), то в разбірному і складальному цехах необхідно передбачити залізничну колію, а при визначенні довжини цих цехів - враховувати габарити і кількість машин, що одночасно ремонтуються. У цьому випадку припускається збільшення площі цих цехів більш ніж розрахункова.

Висоту приміщень потрібно призначати для прольотів до 12 м - 4,2; 5,4; 6,8м; для прольотів 18 і 24 м - 5,4;6,0; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 м [2,15]. При виборі висоти варто виходити з розмірів машин, висоти устаткування, розмірів і конструкцій вантажопідйомних засобів, санітарних вимог.

Компоювання головного корпусу треба виконувати на аркуші формату А1. На кресленні повинні бути показані всі цехи і відділення заводу, передбачені його структурою. Тут же варто помістити поперечний розтин корпусу.

Крім плану корпусу, на кресленні має бути наведена експлікація всіх приміщень з указанням їхньої площі.

Схему вантажопотоків вносять до плану головного корпусу. Вона показує прямування об'єктів ремонту, матеріалів і запасних частин відповідно до послідовності виробничого процесу. Схема вантажопотоків дозволяє оцінити слушність компоновання цехів з погляду виконання одного з головних вимог: забезпечення найкоротшого шляху прямування вантажів. При цьому виявляються зустрічні та перетинаючі вантажопотоки, які треба усувати шляхом перекомпоновання відділень.

Смуги вантажних потоків показують шлях прямування вантажів, а їхня ширина зображує в масштабі масу вантажів і напруженість вантажопотоку. Ширину смуг по відділеннях беруть у процентному відношенні від ширини повної маси машин, що надійшли в ремонт. Смуги між собою з'єднують відповідно до схеми технологічного процесу ремонту головної машини. Напрямок прямування вантажів указується стрілками. На смузі повинна бути позначена її частка у процентах від ширини початкової смуги вантажопотоку. Смуги бажано зафарбувати (або заштрихувати) у різний колір, залежно від призначення смуги. Наприклад, смугу, що показує потік машин і агрегатів, що надходять у ремонт і відновлення, - у чорний колір; смугу потоку відремонтованих об'єктів - у синій тощо. Орієнтовний розподіл вантажопотоків по цехах (відділеннях) ремонтного заводу наведено в додатку Е.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЦЕХІВ І ВІДДІЛЕНЬ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

При проектуванні цехів використовують дані, отримані в розділі 1.

Для кожного цеху треба надати стисло характеристику з найменуванням відділень, що входять до нього, його річну програму; дійсний фонд часу робітників, устаткування і робочих місць; кількісний і якісний склад працюючих (окремо за першою і другою змінами); кількість устаткування і робочих місць, виробничі і допоміжні площі; площі складів, що пропонується розмістити в цьому цеху. За результатами розрахунків, що проводяться у цьому розділі, уточнюють за кожним відділенням кількість потрібного устаткування, його види і типи, габарити і параметри. Розставляння устаткування здійснюють відповідно до прийнятого технологічного процесу ремонту, з огляду на особливості розміщуваного устаткування, його габарити і санітарно-технічні норми. Визначають робочі місця, вибирають транспортні і вантажопідйомні засоби, передбачають проходи і проїзди. При розставлянні устаткування необхідно керуватися нормами, поданими в [5,6,7].

Для кожного цеху (відділення) складають перелік устаткування та інвентарю з їхньою стислою характеристикою. За результатами розрахунку кількості устаткування уточнюють площі F_{ia} цехів (за формулою (1.16), вносять дані в таблицю 1.10 і після зіставлення цих значень із значеннями площ F_{∂} розрахованих за (1.15) остаточно коригують значення площ.

2.1 Розрахунок розбірного цеху

Розрахунок розбірного цеху проводять у такій послідовності:

1. розрахунок кількості машин для зовнішнього миття (формула (2.1));
2. розрахунок кількості постів розбирання (2.2);
3. визначення площі відділення (2.3);

4. визначення кількості постів розбирання (2.5);

5. розрахунок кількості машин для миття агрегатів (2.7, 2.8) та виварювальних ванн (2.9).

У розбірному цеху виконують роботи зовнішнього миття машин, розбирання їх на агрегати, миття агрегатів, розбирання агрегатів на деталі, миття деталей, контролю і сортування.

Трудомісткість робіт, які виконуються у цьому цеху і його відділеннях, приймають за таблицю 1.5.

У відділенні зовнішнього миття число мийних машин визначають за формулою

$$N_{ii} = \frac{N_i \cdot t_i}{\hat{O}_{\text{мі}} \cdot n \cdot K_{\hat{a}}}, \quad (2.1)$$

де N_i - річна виробнича програма розборочного цеху, шт.;

t_i - час миття однієї машини, приймаємо 0,3... 0,8 год;

$\hat{O}_{\text{мі}}$ - дійсний річний фонд часу роботи мийної машини, год;

n - кількість змін роботи машини;

$K_{\hat{a}}$ - коефіцієнт використання машини за зміну, $K_{\hat{a}}=0,6...0.85$.

Кожний пост зовнішньої мийки обслуговується одним робітником. Площа відділення зовнішньої мийки визначається за площею найбільшої машини (без навісного устаткування), що підлягає миттю, за формулою (1.15).

Зразок переліку устаткування для зовнішнього очищення машин і їхньої стислої характеристики подані в [6,7]. У розбірному цеху ті машини, що надійшли до ремонту, розбирають на вузли і агрегати. На універсальних заводах розбирання ведеться звичайно на тупикових (універсальних) постах.

Кількість місць (постів) розбирання

$$N_i = \frac{\hat{O}_{\text{дi}}}{\hat{O}_{\text{дi}} \cdot \Phi_{\text{дo}}}, \quad (2.2)$$

де $T_{\text{рб}}$ - трудомісткість розбірних робіт на постах, люд-год;

$\Phi_{\text{до}}$ - дійсний фонд часу робітника, год;

$P_{\text{сл}}$ - кількість одночасно зайнятих на розбиранні однієї машини слюсарів. $P_{\text{сл}}=2...4$ чол.

Площа відділення при тупикових постах

$$F_o = F_{\text{д}} \cdot N_i, \quad (2.3)$$

де $F_{\text{р}}$ - площа, необхідна для розбирання однієї машини (площа одного поста), м².

На спеціалізованому заводі при розбиранні машини на спеціалізованих постах або на поточній лінії кількість робочих постів визначають, виходячи з такту поточної лінії

$$i_{\text{д}} = \frac{\hat{O}_{\text{дi}}}{N_i}, \quad (2.4)$$

де $\Phi_{\text{до}}$ - дійсний річний фонд часу роботи поста або потокової лінії, год;

$N_{\text{м}}$ - кількість машин, що підлягають ремонту, шт.

Потім знаходять кількість постів розбирання

$$N_i = \frac{\hat{O}_i}{i_{\text{д}} \cdot \Phi_{\text{д}}}, \quad (2.5)$$

де T_p - трудомісткість розбирання однієї машини, люд-год;
 P_p - кількість робітників на одному посту. Приймають $P_p=2...3$ чол.

Робоча довжина потокової лінії розбирання, м,

$$L = N_{\dot{i}} \cdot (1 + \hat{a}), \quad (2.6)$$

де l - довжина одного поста, дорівнює довжині машини, що ремонтується, м;

a - інтервал між двома машинами, що ремонтуються на конвеєрі, приймається 0,7...1,0 м, у залежності від їхніх розмірів.

Основне технологічне устаткування розбірного відділення визначається за формулою (1.6). Усе допоміжне та інше устаткування приймають у відповідності до технологічного комплекту. Перелік найбільш поширеного устаткування для розбірного відділення поданий у списку літератури.

У відділенні мийки агрегатів і деталей ці роботи виконують у камерних або конвеєрних машинах. Базові і корпусні деталі, що за своїми габаритами більше розмірів мийних машин, проходять миття у виварювальних машинах.

Кількість мийних машин камерного типу

$$N_{i\hat{e}} = \frac{G_i \cdot t_i}{\hat{O}_{\hat{a}i} \cdot q_i \cdot K_i \cdot \hat{E}_{\hat{a}}}, \quad (2.7)$$

де G_m - маса деталей, що підлягають миттю в машині, кг;

t_m - час миття одного завантаження, приймають $t_m=0,5...0,7$ год;

q_m - одночасне завантаження мийної машини, $q_m=500...700$ кг;

$\Phi_{до}$ - дійсний фонд часу роботи устаткування, год;

$K_{и}$ - коефіцієнт використання камери за габаритами, $K_{и}=0.5...0.8$;

K_B - коефіцієнт використання мийної машини, $K_B=0,76...0,8$.

Кількість мийних машин конвеєрного типу

$$N_{\text{мк}} = \frac{G_{\text{мк}}}{\hat{O}_{\text{мк}} \cdot q_0 \cdot K_{\text{а}} \cdot \hat{E}_{\text{с}}}, \quad (2.8)$$

де $G_{\text{мк}}$ - продуктивність мийної машини, $G_{\text{мк}}=1500... 2000$ кг/Г;

K_B - коефіцієнт використання мийної машини, $K_B=0,8...0,9$;

K_3 - коефіцієнт, що враховує завантаження конвеєра, $K_3=0,7... 0,8$.

Проводячи укрупнені розрахунки, можна прийняти такі значення $G_{\text{мк}}$ для миття деталей: трактора - 20...35%; екскаватора - 25...40%; двигунів - 80...95%; автомобіля - 30..32; інших агрегатів - 75...90% загальної маси машини.

Необхідна кількість виварювальних ванн, шт.

$$N_{\text{в}} = \frac{G_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}}}{\hat{O}_{\text{в}} \cdot q_0 \cdot K_2 \cdot \hat{E}_{\text{с}}}, \quad (2.9)$$

де $t_{\text{в}}$ - час миття деталей, одночасно завантажених у ванну, з урахуванням часу на завантаження і розвантаження, $t_{\text{в}} = 2$ год;

q_0 - одночасне завантаження ванни, $q_0 = 500... 600$ кг ;

K_2 - коефіцієнт використання обсягу ванни, $K_2= 0,5...0,8$;

K_3 - коефіцієнт використання миття, що залежить від забруднення деталей $K_3= 0,8...1,0$.

У [7] наведений зразковий перелік основного технологічного устаткування цього відділення.

У контрольно-сортувальному відділенні проводять дефектацію і сортування деталей. Організація роботи відділення залежить від того, яка форма технологічного процесу буде прийнята для ремонту і відновлення деталей: маршрутна або подефектна. Маршрутна технологія ремонту деталей застосовується на спеціалізованих і великих підприємствах. Подефектна технологія, як правило, застосовується у ремонтних майстернях.

Трудомісткість робіт відділення складає приблизно 1,0...2,6% загальної трудомісткості ремонту машин. При визначенні числа робочих-дефектовщиків у відділенні необхідно користуватися нормами розподілу трудомісткості за видами робіт (додаток Б).

Площа контрольно-сортувального відділення може бути визначена за питомою площею на одного робітника (16...20 м²). Зразковий перелік устаткування та інвентаря наведений у [7].

2.2 Розрахунок складального цеху

Розрахунок складального цеху проводять у такій послідовності:

1. Розрахунок кількості постів загального складання машин (формула (2.10)).

2. Розрахунок кількості випробних стендів та камер для фарбування (2.11), (2.12).

До складу цеху входять відділення комплектування, слюсарно-приганяльне, складальне, відділення обкатування й усунення дефектів вузлів і агрегатів, загального складання машин, їхнього випробування, малярське відділення. Дані про трудомісткість робіт, виконуваних у цьому цеху і його відділеннях, приймаються за таблицею 1.5.

У комплектувальному відділенні здійснюється добір повного комплексу деталей, що входять до складу вузла агрегату або машини. Основна ціль - зменшення до мінімуму підгінних робіт при складанні вузлів, агрегатів і машин. Найбільш раціональним вважається селективне

сортування деталей і комплектування деталей за розмірними групами. Трудомісткість робіт у комплектувальному відділенні складає 5...8% загальної трудомісткості складання машин [11]. Устаткування відділення підбирається за необхідним технологічним комплектом в залежності від типів машин.

Слюсарно-приганяльне відділення часто об'єднується з комплектувальним. У ньому виконують підгонку сполучених деталей із метою полегшення подальшого складання. Скомплектовані і підігнані деталі складають у спеціальні контейнери, візки, пересувні або переносні стелажі і транспортують до відповідних робочих місць складального цеху. Устаткування відділення підбирається за необхідним технологічним комплектом.

У [7] поданий перелік основного технологічного устаткування комплектувального і слюсарно-підгінного відділень.

Складальне відділення складається з ділянок складання вузлів, агрегатів і машин. При складанні на тупикових постах кількість постів загального складання машин

$$N_i = \frac{T_{\text{н}i}}{\hat{O}_{\text{а}i} \cdot D_{\text{н}i}}, \quad (2.10)$$

де $T_{\text{сб}}$ - загальна трудомісткість складальних робіт, люд-год;

$P_{\text{сл}}$ - кількість одночасно зайнятих слюсарів на одному посту складання. Приймаємо $P_{\text{сл}}=3...4$ чол .

Площу складального відділення при тупикових постах розраховують за формулою (2.3).

Якщо складання вузлів або машин ведеться на потокових лініях, то методика розрахунку така ж, як і для розбірних ліній (див. розділ 2.1). Площа ділянки потокового складання визначається шириною потокової лінії,

відстанню між стінкою і лінією складання, що становлять від 1 до 1,2 м і транспортним проїздом, прийнятим від 2 до 3 м.

У [7] наведене основне технологічне устаткування відділення складання машин. У відділеннях обкатки передбачене спеціальне устаткування для обкатки й випробувань агрегатів і машин у цілому.

Кількість випробних стендів

$$N_{\text{вн}} = \frac{T_{\text{в}}}{\hat{O}_{\text{вн}} \cdot n_{\text{см}} \cdot \hat{E}_{\text{в}}}, \quad (2.11)$$

де $T_{\text{в}}$ - річний обсяг випробних робіт, люд-год;

$n_{\text{см}}$ - число робочих змін у добу;

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання устаткування, $K_{\text{в}} = 0,94 \dots 0,97$.

У відділенні обкатки значну частину устаткування підбирають у залежності від конструктивних особливостей машин і прийнятого технологічного процесу їх ремонту.

У малярському відділенні виконують фарбування двигунів, кабін, капотів та машин вгагалі. Кількість камер для фарбування

$$N_{\text{мл}} = \frac{T_{\text{мл}}}{\hat{O}_{\text{мл}} \cdot n_{\text{мл}} \cdot \hat{E}_{\text{мл}}}, \quad (2.12)$$

де $T_{\text{мл}}$ - річний обсяг малярських робіт, люд-год.

Інше устаткування, перелік механізованого ручного інструменту і апаратура приймаються за необхідним технологічним комплектом у залежності від виробничої програми відділення і кількості працюючих.

2.3 Розрахунок механічного цеху

Механічний цех призначений для виконання ремонтних верстатних операцій і виготовлення нових деталей для машин і механізмів.

До складу механічного цеху входять верстатне, слюсарне і заготівельне відділення. У цеху також розташовується інструментальний склад, склади металу, заготівель і допоміжних матеріалів.

Кількість верстатів у верстатному відділенні

$$N_{\text{нò}} = \frac{T_{\text{нò}}}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot n_{\text{мі}} \cdot \hat{E}_{\text{ç}}}, \quad (2.13)$$

Де $T_{\text{ст}}$ - загальна трудомісткість верстатних робіт, люд-год,

$\Phi_{\text{до}}$ - дійсний фонд часу роботи верстата, год;

K_3 - коефіцієнт завантаження верстатів, $K_3 = 0,85 \dots 0,9$;

$n_{\text{см}}$ - кількість робочих змін.

Припускається збільшення загальної кількості верстатів на 15...20% з урахуванням власних потреб виробництва.

Через велику номенклатуру деталей, що підлягають ремонту і виготовленню, основне верстатне устаткування має бути універсальним і різноманітним за типорозмірами. Вибір верстатів залежить від типу і складності машин, що ремонтуються. Орієнтовний перелік верстатного устаткування механічного цеху поданий у таблиці 2.1.

Кожну групу верстатів необхідно розділити за типорозмірами. Орієнтовний розподіл обраних верстатів за типорозмірами поданий в [7].

При розставлянні устаткування у верстатному відділенні доцільно об'єднувати верстати в групи за спеціалізацією або призначенням з огляду на габарити верстатів, необхідні проходи і проїзди, а також зниження витрат на транспортування деталей.

Таблиця 2.1 - Устаткування верстатного відділення

Типи верстатів	Відсоток до загальної кількості верстатів	Кількість верстатів
Токарно-гвинторезні	45	
Револьверні	7	
Фрезерні	10	
Зуборізні	5	
Довбально-стругальні	5	
Свердлильні	8	
Шліфувальні	10	
Заточувальні	2	
Інші	8	
Разом:	100	

У слюсарному відділенні механічного цеху виконують розмітку, свердлення і прогонку отворів, нарізку різьблення і її правку, зачищення заусенців, правку тощо. Відділення має бути обладнано верстатами зі слюсарними лещатами, правильними і розмічальними плитами, призмами, гвинтовими і гідравлічними пресами, свердлильними і заточувальними верстатами.

Слюсарі цього відділення звичайно складають 5...7% від загального числа верстатників цеху. Кожному слюсареві відводиться власне робоче місце, виходячи з питомої площі 4...4.5 м² на одне місце. Якість деталей, виготовлених і відновлених у цеху, повинна перевірятися. Кількість контролерів у цеху складає приблизно 6...8% від числа верстатників.

Заготівельне відділення доцільно розміщати поруч із верстатним відділенням і ближче до ковальського цеху. Обслуговують заготівельне відділення допоміжні робітники. Площа заготівельного цеху складає близько 15% від площі верстатного відділення.

Механічний цех потрібно обладнати стелажми, невеликими контейнерами для збереження і транспортування деталей, мати проїзди для внутрішньозаводського транспорту (наприклад, електронавантажувачів) і вантажопідйомне устаткування.

2.4 Розрахунок моторного цеху

Розрахунок моторного цеху проводять у такій послідовності:

1. розрахунок кількості устаткування або довжини складального конвеєра (2.14), (2.15);

2. розрахунок кількості випробних стендів (2.16).

Моторний цех призначений для ремонту двигунів внутрішнього згорання і компресорів. У ньому виконують розбирання двигунів, миття деталей, проводять їх дефектацію, усі види ремонтних робіт, включаючи розточку, шліфовку гільз, циліндрів блоків, колінчастих і розподільчих валів, складання двигунів та їх випробування. Окремі роботи із відновлення двигунів (зварювання, наплавлення, гальванічне нарощування та ін.) виконують у відповідних відділеннях інших цехів.

Моторний цех має такі відділення: розбірне, мийне, дефектації, верстатне, комплектувальне, складальне і контрольно-випробувальне. Цех розташовують в окремому приміщенні або в загальному виробничому корпусі поблизу розбірного і складального цехів. При невеликих обсягах робіт розбирання, ремонт і складання двигунів виконують на тупикових стендах, а при значній річній програмі - розбирання і складання виконують на потокових лініях.

Кількість устаткування для ремонту двигунів

$$N_{\text{ä}} = \frac{\hat{O}_{\text{ä}}}{\hat{O}_{\text{ä}} \cdot \hat{E}_{\text{ä}}}, \quad (2.14)$$

де $T_{\text{мст}}$ - річна виробнича програма моторного цеху, люд-год;

$\Phi_{\text{до}}$ - дійсний річний фонд часу роботи устаткування моторного цеху, год;

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання устаткування, $K_{\text{в}}=0,94\dots0,97$.

При потоковому методі ремонту довжина розбірного і складального конвеєрів

$$L = N_{\text{і}} \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot l_3, \quad (2.15)$$

де $N_{\text{п}}$ - число постів розбирання або складання. Їхню кількість визначають за (2.2), (2.5).

l_1 - довжина двигуна, м;

l_2 - інтервал між двома двигунами на конвеєрі, $l_2=0,5\dots1,2$ м;

l_3 - довжина кінцевих станцій із пневматичними підіймачами, $l_3=2\dots3$ м.

Кількість і тип устаткування у кожному відділенні визначають з урахуванням видів робіт і їхніх обсягів.

Мийне відділення обладнується ванними для миття дрібних деталей і конвеєрними або камерними мийними машинами. Устаткування мийного відділення використовується також і для промивання блоків, колінчастих валів і інших деталей після ремонту. Кількість мийних машин за типами можна визначити за формулами (2.7, 2.8).

У відділенні дефектації визначають технічний стан деталей двигунів та розсортовують їх на відповідні групи. Робочі місця на контролі і сортуванні доцільно спеціалізувати для груп деталей певних найменувань. Устаткування цього відділення складають столи або верстати, перевірочні плити, дефектоскопи різноманітних типів, центри та інші прилади, що встановлюють окремо на столах-підставках. Для збереження контрольних приладів установлюють шафи, стелажі. Для накопичення і транспортування деталей передбачають спеціальну тару.

У верстатному відділенні встановлюють спеціальне устаткування для ремонту двигунів: вертикально-хонінгувальні, розточувальні верстати, верстати для шліфовки шийок колінчастих валів і кулачків розподільчих валів, шліфовки і притирання клапанів і ін. Типи верстатів і технічної характеристики подані в [6,7].

Комплектувальне відділення моторного цеху виконує роботи з добору комплектів деталей, що входять у склади вузлів двигунів, а також визначених слюсарно-підгінних операцій (запресовування й обробка чопів шатунів, підгонка зазорів у замках поршневих кілець, притирання клапанів і ін.). Це відділення повинно бути відділене від інших виробничих ділянок цеху. У ньому встановлюють столи для контролю деталей, стелажі і шафи для збереження інструменту і пристосувань, слюсарні верстати з лещатами, гідравлічні або пневматичні преси, свердлильні верстати, обдирково-шліфувальні верстати для підгонки деталей і ін. Робочі місця рекомендується спеціалізувати за найменуванням агрегатів і вузлів (наприклад, для комплектування шарнірно-поршневої групи, карбюраторів, паливної апаратури, електроустаткування тощо).

У складальному відділенні виконують складання вузлів двигунів та і їх загальне складання. Складання вузлів може виконуватися тупиковим і потоковим методом. Кількість необхідних постів для складання двигунів і їхніх вузлів, а також розрахунок довжини поточкових ліній проводять за (2.10) та (2.6).

Складальне відділення оснащують стендами для складання пускових двигунів, загального складання двигунів, стендами для випробувань масляних, водяних насосів, фільтрів тощо.

У контрольно-випробному відділенні проводять обкатку й випробування двигунів, перевіряють якість складання. Це відділення повинно розташовуватися в ізольованому приміщенні.

Кількість випробних стендів

$$N_i = \frac{N_{\text{д}} \cdot t_0}{\hat{O}_{\text{д}} \cdot \hat{E}_{\text{д}}} \cdot \hat{E}_{\text{д}} , \quad (2.16)$$

де $N_{\text{д}}$ - річна програма ремонту двигунів, шт;
 t_0 - час обкатки й випробування одного двигуна, $t_0 = 0,4 \dots 0,6$ год;
 $\Phi_{\text{до}}$ - дійсний фонд часу роботи устаткування, год;
 K_c - коефіцієнт використання стенда, $K_c = 0,8 \dots 0,9$;
 $K_{\text{по}}$ - коефіцієнт, що враховує повторну обкатку, $K_{\text{по}} = 1,05 \dots 1,1$.

2.5 Розрахунок ковальського цеху

Розрахунок ковальського цеху проводять у такій послідовності:

1. розрахунок кількості горнів, молотів та пресів (2.17), (2.18) та (2.19).
2. розрахунок кількості печей (2.20) та (2.21) та установок ТВЧ (2.22).

У ковальському цеху виправляють деформовані частини машин і устаткування, виконують клепку рам, ремонтують і виготовляють ресори, здійснюють поковки для запасних частин, інструментів і пристосувань, проводять термічну обробку деталей.

До складу ковальського цеху входять ковальське, ресорне і термічне відділення. При незначному обсязі робіт ресорне відділення об'єднують із ковальським.

У ковальському відділенні виконують вільне кування, гаряче штампування деталей під молотом і пресом. На підставі літературних даних кування і штампування деталей під молотом у процентному співвідношенні складає 75...80%, кування вручну - 10...15%, штампування під фрикційними пресами - 5...15% усіх ковальських робіт. Зігрів деталей виконують у горнах і електропічах. Рекомендується застосовувати електрозігрів деталей.

Кількість ковальських горнів для ручного кування

$$N_r = \frac{1000 \cdot G_i}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot \hat{I}_r}, \quad (2.17)$$

де $G_{\text{п}}$ - маса поковок, що підлягають виготовленню вручну за рік, т;
 $\Phi_{\text{до}}$ - дійсний фонд роботи устаткування, год;
 Π_r - продуктивність горна при роботі коваля з молотобійцем,
 $\Pi_r = 5 \dots 7$ кг/год.

Кількість пневматичних молотів

$$N_{\text{іі}} = \frac{Q_i \cdot N_i}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot \hat{I}_i \cdot \hat{E}_{\hat{a}}}, \quad (2.18)$$

де $Q_{\text{м}}$ - загальна маса деталей однієї машини, що оброблюється ковальським способом, кг;
 $N_{\text{м}}$ - кількість машин, що ремонтуються за рік, шт;
 $\Pi_{\text{м}}$ - продуктивність одного молота, $\Pi_{\text{м}} = 6 \dots 12$ кг/год;
 $K_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання молота, $K_{\text{в}} = 0,8 \dots 0,9$.

Кількість пресів

$$N_{\text{і}} = \frac{Q_i}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot \hat{I}_i \cdot \hat{E}_{\hat{a}}}, \quad (2.19)$$

де $Q_{\text{п}}$ - кількість деталей та поковок, які обробляються на пресах за рік, шт;
 $\Pi_{\text{п}}$ - продуктивність преса, для фасонних поковок $\Pi_{\text{п}} = 50 \dots 200$ шт/год;
для болтових і заклепочних $\Pi_{\text{п}} = 200 \dots 1000$ шт/год;

K_B - коефіцієнт використання преса, $K_B=0,7...0,8$.

Кількість нагрівальних печей приймають відповідно до кількості молотів і пресів. Піч встановлюють зліва від молота. Крім основного, у ковальському відділенні встановлюється допоміжне устаткування й інвентар (чавунні правильні плити 2000 x 1000 мм, слюсарні верстати з лещатами, вентилятори для дуття й ін.).

У ресорному відділенні виконують ремонт ресор, виготовлення ресорних листів і ресор як запасних частин. Трудомісткість ремонту ресор складає 0,75% від загальної трудомісткості ремонту машин. Перелік устаткування в цьому відділенні поданий у [6,7].

У термічному відділенні виконують відпал, нормалізацію, відпуск, загартування, цементацію й інші види термообробки. Загартуванню піддають 20...30%, відпуску - 25...35%, цементації - 8... ...15%, відпалу і нормалізації - 25...40% від загальної маси поковок [6,7].

Кількість печей (крім цементації)

$$N_{i\div} = \frac{G}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot \hat{I}_{i\div} \cdot \hat{E}_i}, \quad (2.20)$$

де G - маса деталей, що піддаються термообробці за рік, кг;

$\Phi_{\text{до}}$ - дійсний фонд часу роботи печі, год;

$\Pi_{\text{пч}}$ - продуктивність печі, кг/год;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт використання печі, $K_{\text{п}}=0,5...0,8$ [7].

Потрібна кількість печей для цементації

$$N_{\text{ө}} = \frac{G_{\text{ө}} \cdot t_c}{\hat{O}_{\text{аі}} \cdot q_{\text{ө}} \cdot \hat{E}_i}, \quad (2.21)$$

де $G_{ц}$ - маса деталей, що піддаються цементації за рік, кг;
 t_c - середня тривалість цементації одного завантаження, $t_c=5...6$ год;
 $q_{ц}$ - маса деталей, що цементуються за одне завантаження, кг.

Кількість установок ТВЧ

$$N_{\text{дв}} = \frac{Q_c \cdot t_c}{\hat{O}_{\text{дв}} \cdot 60}, \quad (2.22)$$

де Q_c - кількість деталей, що підлягають загартуванню ТВЧ, шт;
 t_c - час однієї операції, год.

Термічне відділення розміщують в ізольованому приміщенні. Крім печей і установок ТВЧ, у відділенні повинні бути ванна для охолодження деталей при загартуванні в олії, піч-ванна для відпуску, прес для правки деталей, верстат точильний, преси Брінелля і Роквелла, стелажі, ящик для піску.

Кількість допоміжних робітників у ковальських цехах становить 18...22% від числа виробничих, що вище загальних середніх показників по ремонтному підприємству.

2.6 Розрахунок зварювального цеху

Зварювальний цех виконує зварювання ушкоджених металевих конструкцій і робочих органів машини, заварювання тріщин, пробоїн, приварювання обломків, а також наплавлення зношених поверхонь деталей, різання заготівель тощо.

У зварювальному цеху можуть бути відділення зварювання металоконструкцій і зварювально-наплавочне. Крім цього, іноді в

зварювальний цех включають металізаційне, гальванічне і мідницьке відділення.

У відділенні для зварювання металоконструкцій (котельне відділення) виконують ремонт значних деталей; рам, стріл, візків, змішувальних барабанів, бункерів тощо. Якщо деталі великогабаритні, то зварювальні роботи з їхнього ремонту виконують на місці, тобто в тому цеху, де вони знаходяться. Тому це відділення доцільно розташовувати поблизу розбірного або складального цехів.

Кількість постів для ручного дугового зварювання

$$N_{\text{пост}} = \frac{1000 \cdot Q \cdot N_{\text{м}}}{\hat{O}_{\text{ад}} \cdot I \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{ен}} \cdot n_{\text{мі}}}, \quad (2.23)$$

де Q - загальна маса деталей, що наплавляються з кожної з ремонтованих машин, кг;

$N_{\text{м}}$ - кількість машин, що ремонтуються у рік, шт;

I - сила зварювального струму на зварювальній установці, А;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт наплавлення, для перемінного струму $K_{\text{н}}=8,4 \text{ г/А} \cdot \text{год}$,

для постійного $K_{\text{н}}=11,9 \text{ г/А} \cdot \text{год}$;

$K_{\text{ис}}$ - коефіцієнт використання зварювального устаткування,

$K_{\text{ис}}= 0,8 \dots 0,85$;

$n_{\text{см}}$ - число змін роботи за добу.

При зварювальних роботах, пов'язаних із частою перестановкою зварювальних апаратів, їхню кількість можна збільшити на 25...30%.

У зварювально-наплавочному відділенні виконують газове різання заготівель, електричне і газове заварювання тріщин у деталях, приварювання підсилювальних накладок, наплавлення зношених поверхонь на різноманітних деталях. Ці роботи виконують у спеціальних кабінах або

місцях, відділених від основних приміщень ширмами й екранами. З досвіду роботи ремонтних підприємств відомо, що 30% від загальної кількості зварювальних апаратів повинно бути газозварювальними .

У металізаційному відділенні відновлюють зношені деталі методом металізації. В умовах ремонтних підприємств доцільно утворювати 1...2 пости для цього виду відновлення. Питома площа, що займається одним постом, складає 45...60 м².

У гальванічному відділенні відновлюють деталі осталоюванням, хромуванням, міднінням і нікелюванням. Кількість основних електролітичних ванн визначають виходячи з загального обсягу робіт із даного виду гальванічного покриття. Формула для визначення основних ванн наведена в [1].

Кількість допоміжних ванн, призначених для знежирювання, промивки в гарячій і холодній воді, травлення і промивання приймають із розрахунку одного комплексу на дві-три працюючих ванни. Після покриття деяка частина деталей піддається шліфовці і поліруванню. Для цього використовують спеціальні шліфувально-полірувальні верстати. Продуктивність верстата при шліфуванні приблизно складає 25...30 дм²/год, при поліруванні - 14...20 дм²/год. У залежності від обсягу цих робіт визначається кількість верстатів. Гальванічне відділення повинно бути ізольованим, в ньому треба передбачити вентиляцію, місцеві відсмоктувачі біля ванн і шліфувально-полірувальних верстатів.

У мідницькому відділенні ремонтують радіатори, паливні баки, паливопроводи, маслопроводи й ін. Вважають, що ремонт радіаторів складає близько 60% від загального обсягу мідницьких робіт. Це відділення повинно мати верстати і стенди для ремонту, ванну для миття й випробувань радіаторів тощо. Мідницьке, як і гальванічне відділення, має бути ізольованим і мати прибутково-витяжну вентиляцію.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Економічний розрахунок є заключною частиною курсового проекту, у якій треба провести розрахунки з техніко-економічної доцільності і ефективності спроектованого виробництва.

Розробка економічної частини проекту провадиться за укрупненими показниками у такій послідовності:

1. проводиться розрахунок капітальних вкладень (вартості основних виробничих фондів і усіх витрат на будівництво ремонтного підприємства);
2. розраховується кошторис виробництва;
3. визначається повна собівартість продукції, що випускається;
4. розраховується сумарна вартість капітального ремонту річного комплекту машин;
5. визначається балансовий прибуток;
6. розраховується рівень рентабельності;
7. визначається період повернення одночасних витрат;
8. складається зведена відомість основних техніко-економічних показників спроектованого виробництва.

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Обсяг капітальних вкладень в основні виробничі фонди підприємства складається з вартості:

- будинків, споруджень, включаючи установки опалення, вентиляції, водопроводу і каналізації, а також витрат на проектування і підготування майданчика;
- устаткування (виробничого, енергетичного і під'йомно-транспортного);
- інструментів і пристосувань;

– виробничого і господарського інвентарю.

Тоді сумарна вартість основних виробничих фондів

$$\hat{I}\hat{O} = \sum \hat{E}_{\acute{a}\acute{o}\acute{a}} + \sum \hat{E}_{\acute{i}\acute{a}} + \sum \hat{E}_{\acute{z}\acute{i}} + \sum \hat{E}_{\acute{a}\acute{z}}, \quad (3.1)$$

де $\sum \hat{E}_{\acute{a}\acute{o}\acute{a}}$ - вартість будинків і споруджень;

$\sum \hat{E}_{\acute{i}\acute{a}}$ - вартість устаткування (виробничого, енергетичного і під'йомно- транспортного);

$\sum \hat{E}_{\acute{z}\acute{i}}$ - вартість інструментів і інвентарю;

$\sum \hat{E}_{\acute{a}\acute{z}}$ - вартість виробничого і господарського інвентарю.

3.1.1 Розрахунок вартості будинків і споруджень

$$\sum \hat{E}_{\acute{a}\acute{o}\acute{a}} = \hat{E}_1 + \hat{E}_2 + \hat{E}_3, \quad (3.2)$$

де K_1 - вартість виробничого корпусу;

K_2 - вартість адміністративних, конторських і побутових приміщень;

K_3 - вартість складів і відкритих площадок.

У загальному вигляді вартість згаданих вище приміщень

$$K_i = S_i \cdot F_i, \quad (3.3)$$

де S_i - вартість 1 м² приміщення;

F_i - площа приміщення, м².

Вартість будинків S_i виробничого і допоміжного призначення розраховується з вартості 1 м^3 , а відкритих площадок - 1 м^2 .

У першому наближенні 1 м^3 будівництва одноповерхового виробничого будинку коштує 500...700 грн, складських приміщень – 200...300 грн, побутових приміщень 450...650 грн, конторських приміщень 650-850 грн, а 1 м^2 відкритих площадок - 100...250 грн. При цьому у вартість включені витрати на санітарно-технічне устаткування, мережі промислових проводок, а також на проектування і підготування майданчиків.

Висота будинків h_i ремонтних підприємств у середньому приймається для: виробничих приміщень від 6 до 10 м; адміністративно-побутових від 3 до 3,6 м, складських приміщень від 3 до 5 м.

Розрахунок вартості будинків і споруджень ремонтного заводу зручно зводити в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок вартості будинків і споруджень

Категорія площ	Площа, м^2	Висота, м	Об'єм, м^3	Вартість одиниці об'єму, грн	Сумарна вартість, грн
Виробничі					
Допоміжні:					
криті					
відкриті					
Побутові					
Конторські					
Разом:	-	-	-	-	

3.1.2 Розрахунок вартості устаткування, інструмента й інвентарю

Розрахунок вартості устаткування, інструмента й інвентарю

$$\sum \hat{E}_{ia} = \hat{E}_{ia}^i + \hat{E}_{ia}^o, \quad (3.4)$$

де \hat{E}_{ia}^i - вартість виробничого устаткування з урахуванням його монтажу, орієнтовно приймається $0,75 \sum \hat{E}_{a\alpha}$;

\hat{E}_{ia}^o - вартість енергетичного і підйомно-транспортного устаткування, орієнтовно приймається $(0,30...0,35) \sum \hat{E}_{a\alpha}$.

3.1.3 Розрахунок вартості інструменту, пристосувань,

виробничого і господарського інвентарю

Вартість інструменту і пристосувань рекомендується приймати 5...8%, а виробничого і господарського інвентарю - 1...3% від загальної вартості устаткування.

3.2 Кошторис виробництва

У курсовому проекті витрати на матеріали, запасні частини, технологічне паливо і силову енергію можна умовно прийняти як 30...50% від сумарної вартості капітального ремонту річного комплекту машин (або вартості товарної продукції)

$$\dot{I} = (0,3...0,5) \cdot \ddot{O}, \quad (3.5)$$

де \ddot{O} - сумарна вартість капітального ремонту річного комплекту машин (вартість товарної продукції), грн (з таблиці 1.1).

Річний фонд основної заробітної плати виробничих робітників орієнтовно можна прийняти

$$C_{\text{іні}} = (0,20..0,30) \cdot \ddot{O} , \quad (3.6)$$

Додаткову заробітню платню приймаємо 40% від основної, тобто

$$C_{\text{аіі}} = C_{\text{іні}} \cdot 0,4, \quad (3.7)$$

Відрахування в соціальні фонди

$$C_{\text{нòò}} = \hat{O}_{\text{нн}} + \ddot{I}_{\delta} + \hat{O}_{\zeta}, \quad (3.8)$$

де $\hat{O}_{\text{нн}}$, \ddot{I}_{δ} і \hat{O}_{ζ} - відповідно відрахування у фонди соціального страхування, пенсійний фонд і фонд зайнятості; приймаємо $\hat{O}_{\text{нн}} = 0,34 \cdot (C_{\text{іні}} + C_{\text{аіі}})$; $\ddot{I}_{\delta} = 0,04 \cdot (C_{\text{іні}} + C_{\text{аіі}})$; $\hat{O}_{\zeta} = 0,015 \cdot (C_{\text{іні}} + C_{\text{аіі}})$.

Цехові витрати

$$C_{\text{òò}} = \frac{(C_{\text{іні}} + C_{\text{аіі}}) \cdot \% \ddot{O} \text{Д}}{100}, \quad (3.9)$$

де $\% \text{ЦР}$ - процент цехових витрат (50...70%).

Загальнозаводські витрати

$$C_{\text{іçò}} = \frac{(C_{\text{іні}} + C_{\text{аіі}}) \cdot \% \hat{I} \text{ÇД}}{100}, \quad (3.10)$$

де %ОЗР - процент загальнозаводських витрат (25...35%).

3.3 Повна річна собівартість продукції

Повна річна собівартість продукції ремонтного підприємства

$$\tilde{N} = \hat{A} + \dot{A}, \quad (3.11)$$

де \dot{A} – поточні витрати, грн;

\hat{A} - витрати на амортизацію (складають 2,5...3,2% від сумарної вартості будинків і споруджень $\sum \hat{E}_{ca}$ (див. розділ 3.1.1), грн.

Поточні витрати

$$\dot{A} = \dot{I} + C_{\dot{smi}} + C_{\dot{san}} + C_{\dot{nod}} + C_{\dot{oo}}, \quad (3.12)$$

3.4 Балансовий прибуток

Різниця між вартістю річного об'єму товарної продукції \ddot{O} і повною річною собівартістю продукції \tilde{N} складає балансовий прибуток

$$\ddot{I} = \ddot{O} - \tilde{N}, \quad (3.13)$$

3.5 Загальна рентабельність

Загальна рентабельність визначається як частка балансового прибутку, що припадає на одну гривню вартості виробничих фондів,

$$R_{\hat{a}} = \frac{\hat{I}}{(\hat{I}O + \hat{I}\tilde{N}_i)} \cdot 100\%, \quad (3.14)$$

де $\hat{I}O$ - середньорічна вартість основних фондів, грн.

$\hat{I}\tilde{N}_i$ - середньорічна вартість нормованих обігових коштів, грн.

Можна прийняти $\hat{I}\tilde{N}_i = (0,02...0,05) \cdot \hat{I}O$.

3.6 Визначення періоду повернення одночасних витрат

Для комплексної оцінки ефективності даного проекту, крім визначення суми економічного ефекту, який можна одержати за розрахунковий період, доцільно розрахувати період часу від початку проекту, протягом якого відшкодуються всі одноразові витрати, необхідні для їх здійснення [8].

Відомо, що джерелом відшкодування одноразових витрат є прибуток, одержаний від реалізації виробленої продукції, роботи і амортизаційні відрахування. З цього можна зробити висновок, що повне відшкодування (повернення) одноразових витрат настає в той момент часу реалізації проекту, коли загальна сума отриманого прибутку й амортизаційних відрахувань за час, що пройшов від початку проекту, зрівняється із загальною сумою одноразових витрат. При цьому сума прибутку й амортизаційних відрахувань повинна порівнюватись із сумою одноразових витрат з урахуванням приведення тих і інших до розрахункового року, тобто з урахуванням впливу фактора часу на вартість грошей.

$$\sum_{t=t_1}^{t_k} \hat{I}O_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_1}^{t_a} (\hat{I}_t + \hat{A}_t) \cdot \alpha_t, \quad (3.15)$$

де \hat{I}_t - величина прибутку, отриманого в році t розрахункового періоду;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у році t розрахункового періоду;

α_t - коефіцієнт приведення результатів і витрат до розрахункового року (додаток К);

$t_{\hat{a}}$ - рік повернення одноразових витрат.

Враховуючи (3.13) та (3.12) прибуток можна виразити

$$\ddot{I}_t = \ddot{O}_t - (\hat{A}_t - \dot{A}_t) = \ddot{O}_t - \hat{A}_t - \dot{A}_t. \quad (3.16)$$

Тоді формула (3.15) перетворюється на вираз

$$\sum_{t=t_i}^{t_k} \hat{I}\hat{O}_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_i}^{t_{\hat{a}}} (\ddot{O}_t - \hat{A}_t - \dot{A}_t + \dot{A}_t) \cdot \alpha_t,$$

або

$$\sum_{t=t_i}^{t_k} \hat{I}\hat{O}_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_i}^{t_{\hat{a}}} (\ddot{O}_t - \hat{A}_t) \cdot \alpha_t. \quad (3.17)$$

Таким чином, період повернення одноразових витрат визначається послідовним додаванням величини $(\ddot{O}_t - \hat{A}_t) \cdot \alpha_t$ до моменту, поки одержувана сума не зрівняється з величиною одноразових витрат, приведених до розрахункового року $\sum_{t=t_i}^{t_k} \hat{I}\hat{O}_t \cdot \alpha_t$.

Це буде той момент часу, коли сума економічного ефекту, що розрахована наростаючим підсумком, перейде від негативного значення до позитивного, тобто буде дорівнювати нулю.

Економічний ефект

$$\sum_{t=t_1}^{t_k} \dot{Y}_t = \sum_{t=t_1}^{t_a} (\ddot{O}_t - C_t) \cdot \alpha_t = 0, \quad (3.18)$$

де C_t - сумарні витрати.

Сумарні витрати C_t можна запропонувати у вигляді суми поточних витрат \hat{A}_t та одноразових витрат $\hat{I}\hat{O}_t$ з відрахуванням залишкової вартості (ліквідаційного сальдо) основних фондів \ddot{E}_t . Враховуючи (3.18) можна записати

$$\sum_{t=t_1}^{t_k} \dot{Y}_t = \sum_{t=t_1}^{t_a} [\ddot{O}_t - (\hat{A}_t + \hat{I}\hat{O}_t - \ddot{E}_t)] \cdot \alpha_t = 0. \quad (3.19)$$

Оскільки ліквідаційне сальдо фондів враховується в розрахунку ефекту тільки в ті роки, коли вони дійсно виводяться з виробничого процесу, а це найчастіше буває після завершення проекту, то величина \ddot{E}_t на впливає на відшкодування одноразових витрат. Тоді вираз (3.19) прийме вид

$$\sum_{t=t_1}^{t_k} \dot{Y}_t = \sum_{t=t_1}^{t_a} [\ddot{O}_t - (\hat{A}_t + \hat{I}\hat{O}_t)] \cdot \alpha_t = 0. \quad (3.20)$$

Дані розрахунків доцільно навести до таблиці 3.2. Бажано економічний ефект привести на наступні 10 років розрахункового періоду.

Роком повернення одноразових витрат буде рік, в якому величина $(\ddot{O}_t - (\hat{A}_t + \hat{I}\hat{O}_t)) \cdot \alpha_t$, що послідовно складається за роками розрахункового періоду, зрівняється або перевищить загальну суму одноразових витрат.

Таблиця 3.2 – Розрахунок економічного ефекту при проектування підприємства з ремонту машин

Показники	Роки розрахункового періоду		
	2007	2008	...
Вартість товарної продукції (сумарна вартість капітального ремонту), тис. грн			
Коефіцієнт приведення до розрахункового року			
Вартість товарної продукції з урахуванням коефіцієнту приведення, тис. грн			
Одноразові витрати на будівництво та основні фонди, тис. грн			
Поточні витрати, тис. грн			
Усього витрат, тис. грн			
Усього витрат з урахуванням коефіцієнту приведення, тис. грн			
Економічний ефект, тис. грн			
Економічний ефект з наростаючим підсумком, тис. грн			

Отримані техніко-економічні показники у цьому розділі зводимо у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні техніко-економічні показники ремонтного підприємства, яке проектується

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення показників
Вартість товарної продукції (сумарна вартість капітального ремонту річного комплекту машин)	тис. грн	
Капіталовкладення (основні фонди)	тис. грн	
Кількість працюючих, в тому числі виробничих працівників	чол. чол.	
Собівартість річного випуску продукції	тис. грн	
Балансовий прибуток	тис. грн	
Загальна рентабельність підприємства	%	
Період повернення одноразових витрат	рік	

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. Київ : Каравела, 2009. 368 с.
2. Дирда В. І., Кравець О. В., Кузьмін В. М. Ремонт машин та обладнання : підручник. Дніпро : НГУ, 2015. 292 с.
3. Клімов С.В. Експлуатація і обслуговування машин: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2010. 218 с.
4. Севостьянов І. В. Експлуатація та обслуговування машин: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2006. 127 с.
5. Джур Є.О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина: навч. посіб. /Є.О. Джур, О.В. Бондаренко. Д.: "Інновація", 2011. 109 с.
6. Лесько В.І. Виробнича база технічного сервісу будівельних машин: методичні вказівки. – К.: КНУБА, 2012.
7. Полянський С. К., Білякович М. О. Технічна експлуатація будівельно-дорожніх машин і спеціальних автомобілів : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2010. 280 с.
8. Васильєв Б. С., Долгополов Б. П., Доценко Г. М. Ремонт дорожніх машин, автомобілів та тракторів : підручник. Київ : Вища школа, 2003. 511 с.
9. Волков В. П., Мармут І. А., Кривошапов С. І. Проектування підприємств автомобільного транспорту : підручник. Київ : Вища школа, 2003. 384 с.
10. Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесніковія Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: Навчальний посібник. –Харків: УкрДАЗТ, 2005. -210 с.

Додаток А

Таблиця А.1 - Значення коефіцієнтів до розрахунку трудомісткості

Показники	K_m	K_o	K_c
Метод ремонту:			
незнеособлений	1,00	-	-
знеособлений	0,75	-	-
Форма організації ремонту:			
тупикова	-	1,0	-
спеціалізованими бригадами	-	0,9	-
поточкова	-	0,8	-
Ремонт однотипних машин, од./р.			
до 150	-	-	1,0
151-250	-	-	0,85
252-500	-	-	0,80
501-1000	-	-	0,70
1001-2000	-	-	0,60
більше 2000	-	-	0,50

Додаток В

Таблиця В.1 - Дані для визначення фондів робочого часу робітників

Професії робітників	tсм	до, дні
Слюсарі, верстатники, електромонтери, термісти, мийники	8,2	24
Ковалі, молотобійці, електрозварювачі, випробувачі-мотористи	8,2	30
Малярні, гальванщики, акумуляторники	7,2	30

Додаток Г

Таблиця Г.1 - Значення питомої площі f_i

Найменування цеху, відділення	f_i , м ² /чол
Зовнішня мийка	35
Розбірне	25
Мийне	35
Дефектувальне	15
Верстатне	12
Ковальсько-термічне	25
Жорстянецько-міднецьке	20
Зварювальне	15
Гальванічне	20
Слюсарно-ремонтні	8
Електротехнічне	14
Комплектувальне	18
Столярне	15
Складальне	25
Кузовне	15
Такелажне	20
Випробне	35
Малярське	20
Інші	8

Додаток Д

Таблиця Д.1 - Значення перехідного коефіцієнта f_0

Відділення	f_0
Складальне, мотороремонтне	4,5
Жорстяницьке, розбірне	4,5
Слюсарне, механічне, електротехнічне, паливної апаратури, зовнішньої мийки, дефектації	3,5
Акумуляторне, шинне, вулканізаційне, гальванічне, випробна станція	4,0
Малярське, столярне	5,0
Зварювальне, ковальське, ресорне, термічне	5,5

Додаток Е

Напрямок прямування вантажів		Маса деталей, % від маси машин
Звідки	Куди	
З майданчика ремфонду	Зовнішня мийка	100
Зовнішня мийка	Розбірне відділення	100
Розбірне відділення	Мийне відділення	85-90
	Моторний цех	15-10
Мийне відділення	Дефектувальне відділен.	45-50
	Слюсарно-ремонтне	40-35
	Ковальське відділення	5
Дефектувальне відділення	Зварювальне відділення	8-10
	Механічне відділення	10-15
	Комплектувальне відд.	12-15
	Склад брухту	10
Зварювальне відділення	Механічне	4-6
	Слюсарно-ремонтне	6
	Зварювальне	2
Ковальське відділення	Механічне	1
	Слюсарно-ремонтне	2
Механічне відділення	Термічне	8-12
	Гальванічне	1
	Комплектувальне	6-9
Термічне відділення	Комплектувальне	8-12
Гальванічне відділення	Комплектувальне	1
Склад запчастин	Комплектувальне	10
	Моторний цех	3
Комплектувальне	Слюсарно-ремонтне	37-47
Слюсарно-ремонтне	Складальне	85-90
Моторний цех	Складальне відділення	15-10
	Склад брухту	3
Складальне відділення	Малярне	100

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 - Протипожежні відстані між будинками, спорудженнями,
майданчиками, м

Ступінь вогнестійкості будинку, спорудження, площадки	Ступінь вогнестійкості сусідньої споруди, будинку, майданчика		
	I, II	III	IV, V
I, II	10	12	16
III	12	16	18
IV, V	16	18	20

Примітка. I, II ступеня - усі частини неспалені;

III ступінь - міжетажні перекриття - важкогорючі, інші частини - неспалені;

IV, V ступеня - усі частини спаленні і важкозгорючі.

Для майданчиків ступінь вогнестійкості визначається ступенем спаленості машин і матеріалів, що знаходяться на площадках. Найбільше небезпечні в пожежному відношенні - склади ПММ, палива, лісоматеріалів, фарбувальних матеріалів. Вони можуть бути віднесені до V ступеня вогнестійкості.

Додаток К

Таблиця К.1 - Коефіцієнт α_t приведення результатів і витрат до
розрахункового року

Число років після розрахункового	α_t	Число років після розрахункового	α_t
0	1,0000	10	0,3855
1	0,9091	11	0,3505
2	0,8264	12	0,3186
3	0,7513	13	0,2897
4	0,6830	14	0,2633
5	0,6209	15	0,2394
6	0,5645	20	0,1486
7	0,5132	25	0,0923
8	0,4665	30	0,0573
9	0,4242	40	0,0221

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту
з дисципліни
«ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ
БУДІВЕЛЬНИХ, КОЛІЙНИХ ТА ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ
МАШИН»

Відповідальний за випуск Бабенко А.О.

Редактор _____

Підписано до друку _____ р.
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк. арк. 3,8. Обл.-вид. арк. 4,06.
Замовлення № _____. Тираж 150. Ціна договірна.

Видавництво УкрДАЗТ, свідоцтво ДК № 112 від 06.07.2000 р.

Друкарня УкрДАЗТ,
61050, Харків – 50, пл. Фейєрбаха, 7.