

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет конструювання та дизайну**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
**Завідувач кафедри надійності техніки,**  
к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ Новицький А.В.  
(підпис) (ПІБ)  
— ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на тему «Проект реконструкції ремонтної майстерні**  
**СТОВ «Промінь» Вінницької області з розробкою**  
**установки для наплавлення деталей»**

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»

**Гарант освітньої програми**

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф.  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ Булгаков В.М.  
(підпис) (ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц.  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ Попик П.С.  
(підпис) (ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ Савченко О.О.  
(ПІБ студента)

**Київ - 2025 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет конструювання та дизайну**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**надійності техніки**

к.т.н., доц. Новицький А.В.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
— ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи**

**Савченко Олександр Олегович**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Проект реконструкції ремонтної майстерні СТОВ «Промінь» Вінницької області з розробкою установки для наплавлення деталей»

затверджена наказом ректора НУБіП України від —6” грудня 2024 р. №2265 «С».

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 02 травня 2025 р.  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи. 1. Аналіз організаційно-економічної діяльності господарства. 2. Огляд установок для наплавлення деталей с.г. техніки. 3. Особливості конструкцій та використання наплавлювальних установок при відновленні деталей автотракторної техніки та сільськогосподарських машин.

**Перелік питань, які потрібно розробити:** Вступ. 1. Вихідні дані для проектування. 1.1. Аналіз існуючих способів наплавлення деталей с.г. техніки. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. Будова і принцип дії установки. 4. Безпека праці. 5. Техніко-економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Перелік листів графічної частини. Список використаної літератури. Додатки. Специфікація.

Перелік графічних документів (за потреби) 1. Розподіл трудомісткостей ремонтно-обслуговуючих робіт. 2. Технологічне планування ділянки з відновлення деталей с.г. техніки. 3. Установка для газополуменевого наплавлення. Загальний вигляд установки. 4. Креслення деталей. 5. Маршрутна карта. 6 Охорона праці. 7. Техніко-економічна оцінка впроваджуваної установки в господарстві.

Дата видачі завдання —25” вересня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Попик П.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ Савченко О.О.  
(прізвище та ініціали студента)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.....	6
1.1 Короткий опис сільськогосподарського господарства.....	6
1.2 Аналіз основних техніко-економічних показників експлуатації.....	7
1.3 Аналіз організації ремонту та технічного обслуговування.....	9
1.4 Характеристика ремонтної бази та аналіз показників виробничої діяльності.....	10
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	14
2.1 Розрахунок параметрів планованої ремонтної майстерні.....	14
2.1.1 Розрахунок кількості тракторів для технічного обслуговування і ремонту.....	14
2.1.2 Розрахунок кількості капремонтів, поточних і ТО автомобілів .....	16
2.1.3 Розрахунок кількості ремонтів комбайнів.....	16
2.1.4 Розрахунок кількості ремонтів сільськогосподарської техніки.....	17
2.1.5 Розрахунок трудомісткості ремонтних робіт.....	17
2.1.6 Підготовка річного плану ремонту.....	18
2.1.7 Планування використання потужностей майстерні.....	19
2.1.8 Розподіл річного обсягу робіт за типом технології .....	19
2.2 Проект реконструкції майстерні.....	20
2.2.1 Робочий час та трудові ресурси.....	20
2.2.2 Розрахунок чисельності виробничих працівників за видами робіт....	21
2.2.3 Розрахунок кількості допоміжного персоналу, ІТР та МОП .....	21
2.3 Проектування технологічних процесів.....	22

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Савченко О.О.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Попик П.С.			3	2	
Реценз.					ЗМІСТ		
Н. Контр.		Банний О.О.			НУБіП України		
Затверд.							

2.3.1 Розробка плану майстерні.....	22
2.3.2 Розрахунок та вибір обладнання .....	24
2.3.3 Розрахунок площі майстерні.....	25
<b>РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....</b>	<b>27</b>
3.1 Огляд існуючих проектів установок.....	33
3.2 Вимоги до процесу та встановлення .....	38
3.3 Обґрунтування технологічної та конструктивної схеми.....	42
3.4 Опис структури та функціональності.....	44
3.5 Технологічний процес нанесення порошкових покриттів.....	48
3.6 Розрахунок міцності конструктивних елементів.....	50
<b>РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ.....</b>	<b>56</b>
4.1. Стан охорони праці в сільськогосподарських господарствах.....	56
4.2 Оцінка безпеки та розробка заходів безпеки.....	57
<b>РОЗДІЛ 5. ТЕХНІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ.....</b>	<b>61</b>
5.1 Техніко-економічне обґрунтування переобладнання майстерні.....	61
5.2 Техніко-економічне обґрунтування розробки проекту.....	66
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>72</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>73</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>75</b>

## ВСТУП

У міру розвитку сільськогосподарського виробництва створюються нові, модернізовані трактори, сільськогосподарська техніка та знаряддя праці.

Під час їх експлуатації виникає потреба в якісному технічному обслуговуванні та ремонті.

Такі роботи неможливо виконувати в ремонтно-технічних приміщеннях або майстернях, побудованих та оснащених обладнанням, випущеним у 1980-х роках. Не завжди можливо виконати необхідні роботи з технічного обслуговування та ремонту застарілого обладнання. У цьому контексті сільськогосподарські підприємства повинні будувати нові виробничі потужності або реконструювати існуючі.

Наразі будівництво нових ремонтних майстерень гальмується необхідністю значних капіталовкладень, які не завжди можливі в нинішніх економічних умовах.

Розвиток науки та передової практики впливає на систематичне вдосконалення та оновлення техніки, а також організаційних форм механізації та автоматизації виробничих процесів. Однією з найважливіших передумов досягнення високих технологічних, економічних та соціальних результатів є раціональне узгодження кількісного та якісного зростання рівня механізації виробництва з ефективним використанням машин та обладнання в цьому виробництві.

Сьогодні домогосподарства споживають багато запасних частин, що значно збільшує вартість ремонту. Відновлення зношених деталей може допомогти зменшити витрати на ремонт побутової техніки.

Практика показує, що термін служби відновлених деталей еквівалентний терміну служби нових деталей, а витрати на них на 43–52% нижчі, ніж на нові деталі.

Реконструкція існуючого цеху зменшує обсяг капітальних вкладень та має відносно короткий термін окупності, а також спрощує підготовку проектно-кошторисної документації та скорочує терміни виконання

Розроблено					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Савченко О.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Попик П.С.				5	1
Реценз.					ВСТУП		
Н. Контр.		Банний О.О.					
Затверд.							
					НУБіП України		

## РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

### 1.1 Короткий опис сільськогосподарського господарства

Акціонерне товариство «Промінь», Хмельницький район, Вінницька область, засноване у 1989 році. Господарство розташоване в селі Черепашинці в центральній частині Хмельницького району, Вінницької області.

До території є асфальтовані під'їзди до доріг загального користування. Ферма зручно розташована для продажу товарів та закупівлі матеріалів.

Господарство розташоване в помірно-теплому, недостатньо зволоженому регіоні. За даними найближчої метеостанції в цьому районі, середньорічна температура вище 10°C становить 1966°C, а середньорічна кількість опадів - 369 мм. Рельєф господарства являє собою пологий схил, що з'єднується з пологою рівниною. Орні землі складаються переважно з найкращих ґрунтів для сільського господарства — вилугуваного чорнозему. Ділянки з лучними та лучно-верстовими ґрунтами використовуються як сіножаті та пасовища.

Господарство спеціалізується на вирощуванні овочів, картоплі та зернових культур на відкритому повітрі. Ще одним напрямком бізнесу є вирощування саджанців плодів та ягід. Господарство виробляє приблизно 120 000 саджанців ягід та понад 14 000 саджанців плодів.

Рентабельність виробництва за останні три роки становила 40–45%. Валове виробництво продукції рослинництва на одного середньорічного працівника у 2017 році становило 152 600 гривень. На виробництві працює до 45 робітників та службовців.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Савченко О.О.</i>			<b>ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Попик П.С.</i>					6	10
<i>Реценз.</i>						<i>НУБіП України</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Банний О.О.</i>						
<i>Затверд.</i>								

## 1.2 Аналіз основних техніко-економічних показників

Розмір сільськогосподарських угідь наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

### Структура сільськогосподарського ґрунту

Переглянути	Площа, гектари
Загальна площа земельної ділянки, гектари	2642
Загальна сільськогосподарська площа, га	2406
З них: - орні землі	1739
збирання сіна	152
пасовища	428
інші	87

Виробничий напрямок – виробництво та реалізація сільськогосподарської продукції (зерно, овочі).

Сільськогосподарських угідь достатньо для виробництва такої кількості сільськогосподарської продукції, яка б забезпечила прибутковість цього господарства.

Структура посівних площ наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

### Структура посівних площ

Культура	Площа, гектари		
	20 20 рік	2 021 рік	2 022 рік
озима пшениця	900	900	850
овес	190	200	200
ячмінь	185	190	190
капуста	50	55	60
цукрові буряки	15	15	15
морква кормова	30	30	30
ріпчаста цибуля	50	50	50
картопля	180	180	180
багаторічні трави	109	109	109

Таблиця 1.3.

## Урожайність культури, ц/га

Назва	Урожайність, ц/га		
	20 20 рік	20 21 рік	20 22 рік
пшениця яра	20	23	24
озимий овес	20	19 років	20
ярий ячмінь	22	25	28
капуста білокачанна	475	502	575
цукрові буряки	315	329	349
морква кормова	302	323	373
цибуля ріпчаста	192	190	203
картопля	180	195	193
багаторічні трави	38	30	29

В 2022 р. врожайність сільськогосподарських культур зросла порівняно з попередніми роками завдяки більш грамотному підходу господарства до вирощування сільськогосподарських культур та сприятливішим погодним умовам.

Структура валового внутрішнього продукту наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

## Структура валового внутрішнього продукту

Назва	20 20 рік	20 21 рік	20 22 рік
Пшениця, ц	18000	20700	20400
Овес, ц	3800	3800	4000
Ячмінь ярий, ц	4070	4750	5320
Капуста білокачанна, ц	23750	27610	34500
Буряк цукровий, ц	4725	4935	5235
Кормова морква, ц	9060	9690	11190
Цибуля ріпчаста, ц	9600	9500	10150
Картопля, ц	32400	35100	34740
Багаторічні трави, ц	4142	3270	3161

З таблиці видно, що обсяг валового внутрішнього продукту зростає.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

### 1.3 Аналіз організації ремонту та технічного обслуговування машинно-тракторного парку

Власна ремонтна майстерня ферми ремонтує та обслуговує сільськогосподарську техніку та трактори. Перелік обладнання, що є на фермі, можна знайти в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5.

Марка машини	Кількість, шт.	Термін служби		
		до 3 років	3-8 років	8-10 років
1	2	3	4	5
<b>Трактори:</b>				
К-744	1		1	
К-701	2		1	1
Т-4А	1		1	
МТЗ-892	9	2	4	3
МТЗ-1221	3		2	1
Т-40АМ	1		1	
ДТ-75М	2		1	1
FIAT 88-94DT (клас МТЗ-80)	5	4	1	
FIAT 160-90DT (клас Т-150)	1		1	
<b>Автомобілі:</b>				
САЗ 3507	1		1	
ЗІЛ-130	1		1	
КАМАЗ-55102	3	1	1	1
ЗІЛ-432902 (транспортер)	2	1	1	
КАВЗ-39765-021	2		2	
ГАЗ-5312	3		1	2
УАЗ-31514	2		1	1
<b>Зернозбиральний комбайн:</b>				
<b>Зернозбиральні комбайни:</b>				
ДОН-1500Б	3			
СК-5 «Нива»	1			
<b>Картоплекопач:</b>				
AVR PUMA	2			
<b>Овочезбиральні комбайни:</b>				
Цибулеприбиральний комбайн та очищувач цибулевих кінчиків	1			
"ASA -ЛІФТ "				

Список тракторів, автомобілів та сільськогосподарської техніки

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1	2	3	4	5
Комбайн для збору моркви та буряка	3			
ЄВРОПА CF300				
Інша сільськогосподарська техніка:				
Домінатор	1			
Кашпо	2			
соті	2			
Плуги	8			
Сівалки	9			
Культиватор	5			
овочечистка	2			
косарка	5			
Гарроу	22			
Прес-підбирачі	2			

#### 1.4 Характеристика ремонтної бази та аналіз показників виробничої діяльності

Ремонтно-технічна база складається з ремонтної майстерні та пунктів технічного обслуговування в бригадах.

Ремонтна майстерня складається з таких відділів: ремонт тракторів та автомобілів, зернозбиральних комбайнів та великої сільськогосподарської техніки; зварювання; кування; ремонт паливного та гідравлічного обладнання; металообробка; токарство; обробка міді та листового металу; ремонт акумуляторів; та ремонт електрообладнання. Також є складські приміщення.

Ремонтна майстерня господарства виконує поточний ремонт тракторів, автомобілів, комбайнів та сільськогосподарської техніки (трактори ТО-3, трактори та автомобілі ТО-2, автомобілі ТО-1), ремонт та технічне обслуговування тваринницького обладнання, ремонт обладнання, ремонт майстерського обладнання, реставрацію та виготовлення деталей, а також інші роботи. Капітальний ремонт виконується поза господарством на ремонтно-експлуатаційних базах.

Майстерня оснащена обладнанням для ремонту та обслуговування техніки, відновлення та виготовлення деталей, ремонту вузлів та агрегатів,

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

стендами для регулювання та випробування паливної апаратури, гідравлічного обладнання та електрообладнання, обладнанням для зварювання, паяння, кування тощо.

Крім того, майстерня має різне допоміжне, підйомне та транспортне обладнання, а також аксесуари.

У таблиці 1.6 наведено повний перелік обладнання ремонтної майстерні (за розділами), пристосувань та аксесуарів.

Таблиця 1.6

Перелік обладнання майстерні за розділами

№ поз.	Назва обладнання	Бренд, Модель	К-сть	Розміри, мм	f <sub>об</sub> , м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Майстерня з ремонту електрообладнання.				
1	Верстак слюсаря	ОРВ-365	1	2000 x 800	1.6
2	Універсальний випробувальний та вимірювальний стенд	КИ-968	1	1000 x 1000	10
2	Станція ремонту та зарядки акумуляторів				
3	Випрямляч	РСА-6А	1	500 x 400	0,2
4	Зарядна шафа	Ш-30Б	1	1500 x 900	1.35
5	Таблиця для встановлення та зняття акумулятора.		1	1200 x 900	1.08
3	Коваль та бляхар				
6	Електричні ножиці	ІЕ-5403	1	1300 x 3800	4.94
7	Ковальський ріг	0906.000	1	1500 x 1500	2.25
8	Ковадло однороге	11-32	1	600 x 300	0,9
9	Пневматичний кувальний молот	МА-4129	1	1200 x 1200	1.44
10	Верстак слюсаря	ОРГ-6365	1	2000 x 800	1.6
4	Механічний відділ				
11	Вертикальний свердлильний верстат	2Н118	1	870 x 590	0,5
12	Шліфувальний верстат	3У10Б	1	1360 x 1715	2.3
13	Верстат токарний	16 К 20	1	2505 x 1190	11
14	Вертикальний хонінгувальний верстат	2776Б	1	2000 x 1200	2

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6
15	Шафа для інструментів	ОРГ-1611	1	600 x 400	0,24
5	Цех з ремонту с.г. техніки.				
16	шафа для інструментів		1	1240 x 570	0,707
17	Заточувальна машина	ЗП636	1	1000 x 665	0,665
18	Клепальний прес	Р-304	1	1240 x 570	0,707
19	Верстак		1	2000 x 1100	2.2
20	Електричний мостовий кран		1		
6	Зона демонтажу та миття				
21	Верстак слюсаря	ОРГ-6365	1	2000 x 900	1.8
22	Мобільне корито для миття посуду	ОМ-1316	2	1142 x 630	1.44
23	Електричний мостовий кран		1		
24	Стенд для демонтажу та монтажу мостів	ОГ-6280	1	2000 x 900	1.8
25	Стенд для розбирання та складання підвісних візків	ОПР-1402	1	800 x 900	0,72
26	Блок промивання системи змащення	ОМ-16316	1	2000 x 800	1.6
27	Гідравлічний прес	ОКС-1674	1	1800 x 900	3
7	Пост обкатки двигуна				
28	Верстак		1	800 x 2000	1.6
29	Стелаж		1	900 x 2000	1.8
30	Заправка	ТК-40	1	500 x 800	0,4
8	Майстерня з ремонту паливного обладнання				
31	Верстак слюсаря	ОРВ-365	1	2000 x 800	1.6
32	Випробувальний стенд для систем подачі палива	КІ-321	1	1500 x 900	1.35
33	Стелаж		1	900 x 2000	1.8
9	Дільниця для зварювання				
34	Стіл для електрозварювальних робіт		1	1500 x 1000	1.5
35	Зварювальний трансформатор	ТД-300У2	1	600 x 500	0,35
10	Зона вулканізації				
36	Машина для випробування коліс	ПСК-2	1	2000 x 2000	4

Продовження таблиці 1.6

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1	2	3	4	5	6
37	Електроуулканізаційна машина	6146	1	600 x 600	3.6
11	Склад				
38	Стелаж		2	3000 x 750	
12	Адміністративні та побутові приміщення				
39	Стелаж		1		
40	Стійка кріплення двигуна		1		
41	Стіл		1		
42	Мобільний візок		1		
13	Платформа для налаштування сільськогосподарської техніки				
43	Монорейка з канатною дорогою		1		
44	Візок для автостоянки сільськогосподарська техніка		1		

Майстерня ферми загалом добре обладнана, але більша її частина складається зі старого обладнання, яке не використовується через брак кваліфікованих працівників. У майстерні також є новіше, але невстановлене обладнання, але воно також простоє з тієї ж причини.

Інструменти та допоміжне обладнання потребують заміни або ремонту, оскільки якість складальних та демонтажних робіт, а також обробки матеріалів, вкрай низька. Технологія виконання складальних та демонтажних робіт порушена через відсутність необхідного сучасного обладнання та технологічних планів ремонту.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок параметрів планованої ремонтної майстерні

#### 2.1.1 Розрахунок кількості тракторів для технічного обслуговування і ремонту

Кількість кап. ремонтів [9]:

$$n_k = \frac{B_n \cdot N}{B_k} \quad (2.1)$$

де  $n_k$  – кількість капітальних ремонтів, у штуках;

$B_n$  – плановий річний наробіток, мотогодини. [9];

$N$  – кількість автомобілів цієї марки, шт. (див. таблицю 1.5);

$B_k$  – періодичність для КР [9].

Значення до 0,85 відкидаються,

$$\text{K-744, K-700 A,} \quad n_k = \frac{1000 \cdot 3}{5760} = 0,48 \approx 0;$$

$$\text{FIAT 160-90 DT,} \quad n_k = 0,21 \approx 0;$$

$$\text{T-4A,} \quad n_k = 0,16 \approx 0;$$

$$\text{ДТ-75М,} \quad n_k = 0,380 \approx 0;$$

$$\text{МТЗ-89 2,} \quad n_k = 3,25 \approx 2;$$

$$\text{T - 40 A,} \quad n_k = 0,14 \approx 0.$$

Кількість поточ. рем.:

$$n_{II} = \frac{B_n \cdot N}{B_{II}} - n_k, \quad (2.2)$$

де  $B_{II}$  – періодичність щодо ПР [9], тобто кількість годин роботи двигуна.

$$\text{K-744, K-700A,} \quad n_{II} = \frac{1000 \cdot 3}{1960} - 0 = 1,56 \approx 1;$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Савченко О.О.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Попик П.С.					14	9
Реценз.						НУБіП України		
Н. Контр.		Банний О.О.						
Затверд.								

FIAT 160-90 DT	$n_{II} = 0,63 \approx 0;$
T-4A,	$n_{II} = 0,490 \approx 0;$
ДТ – 75М,	$n_{II} = 1,25 \approx 1;$
МТЗ-892,	$n_{II} = 6,74 \approx 6;$
T - 40 годин,	$n_{II} = 0,420 \approx 0.$

### Кількість ТО-3

$$n_{TO-3} = \frac{B_n \cdot N}{B_{TO-3}} - n_K - n_{II}, \quad (2.3)$$

де  $B_{TO-3}$  – періодичність до ТО-3, мотогодини, [9],

К-744, К-700А	$n_{TO-3} = \frac{1000 \cdot 3}{960} - 0 - 1 = 2,13 \approx 2;$
FIAT 160-90 DT ,	$n_{TO-3} = 1,25 \approx 1;$
T-4A,	$n_{TO-3} = 0,99 \approx 1;$
ДТ-75М,	$n_{TO-3} = 2,29 \approx 2;$
МТЗ-892,	$n_{TO-3} = 10,48 \approx 10;$
T-40АМ,	$n_{TO-3} = 0,83 \approx 0.$

### Кількість ТО-2

$$n_{TO-2} = \frac{B_n \cdot N}{B_{TO-2}} - n_K - n_{II} - n_{TO-3}, \quad (2.4)$$

де  $B_{bis-2}$  – періодичність до ТО-2, мотогодини. [9].

К-744, К-700А,	$n_{TO-2} = \frac{1000 \cdot 3}{960} - 0 - 1 - 2 = 9,50 \approx 9;$
FIAT 160-90 DT,	$n_{TO-2} = 4,0 \approx 4;$
T-4A,	$n_{TO-2} = 2,96 \approx 3;$
ДТ-75М,	$n_{TO-2} = 7,17 \approx 12;$
МТЗ-892,	$n_{TO-2} = 58,92 \approx 59;$
T-40АМ,	$n_{TO-2} = 3,33 \approx 3.$

### 2.1.2 Розрахунок кількості капремонтів, поточних і ТО автомобілів

Кількість автомобілів КР розраховується за формулою (2.1).

$$\text{КАВЗ, ГАЗ, } n_k = \frac{25000 \cdot 6}{120000} = 1,25 \approx 1;$$

$$\text{ЗІЛ, } n_k = 0,75 \approx 0$$

$$\text{КАМАЗ, } n_k = \approx 0,480;$$

$$\text{УАЗ, } n_k = 0,37 \approx 0.$$

Кількість ТО-2

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{B_n \cdot N}{B_{\text{ТО-2}}} - n_k, \quad (2.5)$$

$$\text{КАВЗ, ГАЗ, } n_{\text{ТО-2}} = \frac{25000 \cdot 6}{7000} - 1 = 20,43 \approx 20;$$

$$\text{ЗІЛ, } n_{\text{ТО-2}} = 15,00 \approx 15;$$

$$\text{КАМАЗ, } n_{\text{ТО-2}} = 12,00 \approx 12;$$

$$\text{УАЗ, } n_{\text{ТО-2}} = 12,22 \approx 12.$$

Кількість ТО-1

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{B_n \cdot N}{B_{\text{ТО-1}}} - n_k - n_{\text{мо-2}}, \quad (2.6)$$

$$\text{КАВЗ, ГАЗ, } n_{\text{ТО-1}} = \frac{25000 \cdot 6}{7000} - 1 - 20 = 67,24 \approx 67;$$

$$\text{ЗІЛ, } n_{\text{ТО-1}} = 45,97 \approx 46;$$

$$\text{КАМАЗ, } n_{\text{ТО-1}} = 35,90 \approx 36;$$

$$\text{УАЗ, } n_{\text{ТО-1}} = 24,00 \approx 24.$$

### 2.1.3 Розрахунок кількості ремонтів комбайнів

Кількість кап. рем. розраховується за формулою (2.1).

Зернозбиральні комбайни:  $n_k = \frac{220 \cdot 4}{1200} = 0,73 \approx 0;$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Овочезбиральні комбайни:  $n_k = \frac{20 \cdot 4}{100} = 1;$

Картоплекопач:  $n_k = \frac{20 \cdot 1}{100} = 0.$

Кількість поточ.рем. [9] розраховується за формулою (2.2).

Зернозбиральні комбайни:  $n_{п} = \frac{220 \cdot 4}{400} - 0 = 2,2 \approx 2;$

Овочезбиральні комбайни:  $n = 3;$

Картоплезбиральні комбайни:  $n = 0.$

#### 2.1.4 Розрахунок кількості ремонтів сільськогосподарської техніки

Вся наша сільськогосподарська техніка щорічно проходить огляд після використання в полі.

Орієнтовна кількість планових ремонтів та технічного обслуговування наведена в таблиці 2.1.

#### 2.1.5 Розрахунок трудомісткості ремонтних робіт

Розрахунок трудомісткості ремонту та обслуговування машинно-тракторного парку.

$$T = T_{од} \cdot n, \quad (2.7)$$

де  $T$  – трудомісткість виду робіт для марки машини в робочих годинах;

$T_{од}$  – трудомісткість ремонтного або обслуговуючого підрозділу, людино-години. [9];

$n$  - кількість ремонтів або технічного обслуговування для марки автомобіля, шт.

Результати розрахунків наведено в таблиці 2.1 додатка.

Трудомісткість обслуговування автомобіля:

$$T = 0,01 \cdot V_p \cdot N, \quad (2,8)$$

де  $T$  – трудомісткість ПР у людино-годинах;

$V_p$  - планований пробіг автомобіля, км;

$N$  - кількість автомобілів даної марки, шт.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення 0,01 отримується в результаті ділення часу 10 на 1000 км (людино-годин/км).

Підсумовуючи результати розрахунків щодо трудомісткості ремонту та обслуговування машинно-тракторного парку, отримуємо основну трудомісткість ремонтно-технічних робіт, яку заносимо до таблиці 2.1 (додаток).

Складність додаткових видів робіт.

Складність ремонту та встановлення тваринницького обладнання.

$$T_{\text{отф}} = T_{\text{заг.}} \cdot 0,1, \quad (2,9)$$

де  $T_{\text{заг.}}$  – загальна трудомісткість на ремонт та технічне обслуговування парку машин і тракторів, людино-години; (див. таблицю 2.1.)

0,1 – частка від загальної трудомісткості, [9].

$$T_{\text{отф}} = 11677,7 \cdot 0,1 = 1837,06 \text{ людино-годин.}$$

Аналогічно визначаємо трудомісткість та встановлення технологічного обладнання та інструментів майстерні та машинного двору – 8%, відновлення та виготовлення деталей – 5%, інші роботи – 12% від загальної трудомісткості ремонту та обслуговування машинно-тракторного парку.

Підсумувавши трудомісткість основних та допоміжних робіт, отримаємо загальну річну трудомісткість ремонтних робіт, яку заносимо до таблиці 2.1.

### 2.1.6 Підготовка річного плану ремонту

Щоб забезпечити постійну кількість працівників у цеху, ми рівномірно розподіляємо загальний обсяг ремонтних та технічних робіт протягом місяців.

Ми плануємо реставрацію та виробництво деталей, а також інші роботи рівномірно протягом місяців, оскільки обсяг робіт непередбачуваний.

Ми ремонтуємо колісні трактори взимку та гусеничні трактори влітку.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10% технічного обслуговування тракторного парку в найбільш завантажені місяці: травень – вересень.

Ми плануємо ремонтувати зернозбиральні комбайни та сільськогосподарську техніку одразу після завершення польових робіт. Наприклад, ми ремонтуємо сівалки у червні та липні, а зернозбиральні комбайни – у листопаді та грудні.

Ми розподіляємо витрати на технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів таким чином, щоб навантаження було збалансованим щомісяця.

Оскільки кількість ремонтів транспортних засобів невідома, ми розподіляємо необхідну для ремонту роботу за місяцями.

### **2.1.7 Планування використання потужностей майстерні**

Ми плануємо витрати на майстерню на основі річного плану ремонту.

Ми плануємо виконувати весь спектр послуг у майстерні. Технічне обслуговування транспортних засобів ТО-1 буде виконуватися в ремонтній майстерні.

Оскільки в сільськогосподарських умовах везти машини на ремонт до інших компаній дорого та невигідно, всі інші роботи ми виконуємо в ремонтній майстерні.

Якщо підсумувати трудомісткість за видами ремонтних робіт у річному плані, то отримаємо обсяг робіт, який заносимо до таблиці 2.2 додатка.

Визначення необхідної кількості працівників на місяць. [9]:

$$K_p = \frac{T}{F_n} (2.10)$$

де  $K_p$  – кількість працівників, осіб;

$T$  - трудомісткість певного виду робіт у кожному місяці, людино-години (див. таблицю 2.1);

$F_n$  – номінальний щомісячний час роботи працівника в односмінному режимі, год. [9].

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Січень ( ПР. тракторів):  $K_{п} = \frac{562}{170} = 3,3 \approx 3$  чол.

Отримані значення округляються до найближчої десятої. Аналогічно визначаємо кількість працівників в інші місяці на різних робочих місцях.

Отримані значення заносимо до Таблиці 2.3, яку використовуємо для створення плану завантаження цеху (див. Рисунок 2.1 у додатку).

На осі абсцис ми вносимо всі місяці року, а на осі ординат – кількість працівників для кожного виду робіт. Щоб відрізнити окремі види робіт один від одного, заштрихуємо їх по-різному.

### **2.1.8 Розподіл річного обсягу робіт за типом технології**

Ми виконуємо роботу, використовуючи агреговані показники, засновані на експериментальних даних [9] та представлені в таблиці 2.3.

Для спрощення розрахунків ми розглядаємо металообробку як таку, що включає не лише власне металообробку, а й розбирання, очищення, усунення несправностей, складання, встановлення, випробування та регулювання, ремонт електрообладнання, ремонт паливної системи, ремонт карбюратора та ремонт шин. Столярні роботи також включають роботи з міддю та листовим металом. Розрахунки виконуємо у вигляді таблиці 2.4 (додаток).

## **2.2 Проект реконструкції майстерні**

### **2.2.1 Робочий час та трудові ресурси**

Ми припускаємо однозмінну роботу майстерні з п'ятиденним робочим тижнем. Робочий день становить 8,2 години. Річні номінальні витрати часу та обладнання приймаються як 2070 годин. Для верстатників, слюсарів та теслярів передбачається річний ефективний робочий час 1840 годин; для ковалів та зварювальників – 1820 годин. Річний ефективний час роботи обладнання приймається як 2030 годин, [3].

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2.2 Розрахунок чисельності виробничих працівників за видами робіт

Обліковий персонал виробничих працівників [9]:

$$P_{\text{обл}} = \frac{T_p}{\Phi_{\text{др}}}, \quad (2.11)$$

де  $P_{\text{обл}}$  – зареєстрована кількість працівників усіх професій;

$T_p$  - річна трудомісткість відповідних робіт, людино-години (див. таблицю 2.4 у додатку);

$\Phi_{\text{др}}$  – фактичний фонд робочого часу працівників, год.

Оператор машини:  $P_{\text{обл}} = \frac{2284,3}{1840} = 1.2 \approx 1$  особа.

Робоча сила [9]:

$$P_{\text{факт}} = \frac{T_p}{\Phi_{\text{нр}}}, \quad (2.12)$$

де  $P_{\text{факт}}$  – кількість присутніх працівників, незалежно від їхньої професії;

$\Phi_{\text{нр}}$  – номінальний фонд робочого часу виробничих працівників, год.

Оператор машини:  $P_{\text{факт}} = \frac{2284,3}{2070} = 1.1 \approx 1$  особа.

Результати розрахунку чисельності працівників зведені в таблиці 2.5 (Додаток).

## 2.2.3 Розрахунок кількості допоміжного персоналу, І ТР та МО П

Чисельність цих категорій працівників визначається у відсотках від облікової чисельності виробничих робітників.

Допоміжні робітники (електрики, інструментальники, інші працівники) – 8% від кількості виробничих робітників; молодший обслуговуючий персонал (кур'єри, прибиральники тощо) – 8% від загальної кількості виробничих та допоміжних робітників; інженерно-технічні робітники та службовці (начальники цехів, інженери-контролери,

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

стандартизатори, майстри тощо) – 14% від загальної кількості виробничих та допоміжних робітників.

Результати розрахунків наведено в таблиці 2.6 (Додаток).

## **2.3 Проектування технологічних процесів**

### **2.3.1 Розробка плану майстерні**

Існуюча майстерня має такі відділення: зварювальне, вулканізаційне, заряджання та зберігання акумуляторів, ковальське, металообробне, ремонтно-складальне, металообробне та механічне, технічне обслуговування, ремонт електрообладнання, ремонт паливної апаратури, склад запасних частин та інструментальне.

Ми плануємо організувати такі секції: ремонт та регулювання електрообладнання, підготовка до фарбування та сушіння, заряджання та зберігання акумуляторних батарей, роботи з міддю та листовим металом, слюсарні та механічні роботи, ремонт вузлів сільськогосподарської техніки та тваринницького обладнання, зварювання, ковальські роботи, обкатка машин та усунення несправностей після ремонту та обкатки, ремонт та складання, миття та розбирання, поточний ремонт двигунів, обкатка двигунів, поточний ремонт масляних систем та гідравлічних систем, технічне обслуговування та діагностика техніки, ремонт силового обладнання та електрообладнання тракторів та автомобілів, поточний ремонт та регулювання паливних систем.

Як зазначалося вище, впровадження цих ділянок у виробничий процес дозволяє розширити обсяг ремонтних та обслуговуючих робіт, а також покращити показники якості та продуктивності за відносно низьких витрат на ремонт.

Все це призведе до підвищення коефіцієнта технічної готовності машинно-тракторного парку.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3.2 Розрахунок та вибір обладнання

Загальна маса деталей, що підлягають миттю

$$Q = \beta \cdot ( Q_{m1} \cdot n_{n1} + Q_{m2} \cdot n_{n2} + \dots + Q_{mn} \cdot n_{nn} ), \quad (2.13)$$

де  $Q$  – маса деталей, які потрібно мити за рік, у кг;

$Q_{mn}$  - маса машини (трактора, автомобіля, зернозбирального комбайна, сільськогосподарської машини), кг. [3],

$n_{nn}$  – кількість поточних ремонтів відповідних машин, шт. (див. таблицю 2.1.);

$\beta$  – коефіцієнт, що враховує відношення маси предметів, що праються, до маси машини. Приймаємо  $\beta = 0,55$ .

Оскільки кількість поточних ремонтів автомобілів невідома, загальну трудомісткість поточних ремонтів автомобілів ділимо на 200 людино-годин для приблизного визначення кількості [9]. Отримуємо 41,1.

$$Q = 0,55 \cdot (7,75 \cdot 1 + 7,8 \cdot 1 + 5,5 \cdot 1 + 3,0 \cdot 6 + 41,1 \cdot 4 + 5,92 \cdot 1 + 5 \cdot 3 + 69 \cdot 1,26) = 177765 \text{ кг / рік .}$$

Кількість періодичних машин [3]:

$$S_m = \frac{Q \cdot t}{\Phi_{до} \cdot q \cdot h_o \cdot h_t}, \quad (2.14)$$

де  $S_m$  – кількість періодичних машин у штуках;

$t$  – час промивання партії деталей, год. Приймаємо  $t = 0,5$  год;

$F_{to}$  – фактичний час роботи пральної машини. Для роботи в одну зміну  $F_{to} = 2030$  годин, [3];

$q$  – маса деталей на одне завантаження. Для пральної машини згідно з [3],  $q = 300$  кг;

$h_o$  - коефіцієнт, що враховує одночасне навантаження машини масою (приймаємо  $h_o = 0,7$ );

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$h_t$  - коефіцієнт використання мийної машини з плином часу (приймаємо  $h_t = 0,9$ ).

$$S_m = \frac{177765 \cdot 0,5}{2030 \cdot 300 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 0,231 \approx 1 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості обробних верстатів [3]:

$$S_{\text{верста}} = \frac{T_{\text{верст}} \cdot K_n}{\Phi_{\text{до}} \cdot h_o}, \quad (2.15)$$

де  $S_{\text{верст}}$  – кількість металорізальних верстатів у штуках;

$T_{\text{верст}}$  - річна трудомісткість машинних робіт, людино-год. (див. таблицю 2.4);

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірного завантаження цеху. Приймаємо його рівним -1,15, [3];

$h_o$  - коефіцієнт використання обладнання. Вважаємо його рівним -0,5, [3].

$$S_{\text{верста}} = \frac{2284,3 \cdot 1,15}{2030 \cdot 0,5} = 2,62 \text{ шт.}$$

Ми припускаємо, що всього 3 верстати. Розраховану кількість різальних верстатів ми розподіляємо за типом, використовуючи [3].

Токарні верстати: 1 шт.

Фрезерувальні: 1 шт.

Шліувальні: 1 шт.

Розрахунок кількості стендів обкатки

$$S_{\text{со}} = \frac{N_q \cdot t_v \cdot C}{\Phi_{\text{до}} \cdot h_{\text{со}}}, \quad (2.16)$$

де  $N_q$  – кількість двигунів, що обкатуються. Розраховано на основі кількості машин з двигунами (див. таблицю 2.2),  $N_q = 43$  шт.;

$t_{\text{вх}}$  – час обкатки та випробування двигуна, включаючи монтажні роботи,  $t_{\text{вх}} = 3$  години. [3];

$C$  – коефіцієнт, що враховує можливість багаторазового обкатки та випробування двигуна,  $C = 1,1$ , [3];

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$h_{so}$  – коефіцієнт використання насадження. Згідно з [3], приймаємо значення 0,94.

$$S_{co} = \frac{47 \cdot 3 \cdot 1,1}{2030 \cdot 0,94} = 0,1 \text{ шт.}$$

Згідно з рекомендаціями джерела [3] ми припускаємо кількість насаджень в один.

Вибираємо необхідні стенди, машини, інструменти, пристосування, підйомно-транспортне обладнання, використовуючи джерело [24] та найстаріше можливе обладнання, і заносимо їх до таблиці 2.1.

### 2.3.3 Розрахунок площі майстерні

Площа зони миття та демонтажу [9]:

$$F_{\text{діл}} = \delta \cdot (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}), \quad (2.16)$$

де  $F_{\text{об}}$  – площа, зайнята обладнанням,  $\text{м}^2$  (див. таблицю 2.7);

$F_{\text{м}}$  - площа, зайнята машинами,  $\text{м}^2$  [3];

$\delta$  – коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи [3].

$$F_{\text{діл}} = 3,7 \cdot (17,2 + 20,5) = 139,2 \text{ м}^2$$

Також ми визначаємо обсяг робіт за такими напрямками: ремонт та монтаж, діагностика та обслуговування, заправка машин, обкатка та усунення несправностей після обкатки.

У районах, куди не в'їжджає автомобіль, що ремонтується, його площа не враховується.

Оскільки кількість вагонів на станціях неможливо розрахувати, бо час ремонту вагонів невідомий, визначаємо її, використовуючи дані типового проекту ТП-816-127.

Після підсумовування площ виробничих зон визначаємо площі допоміжних приміщень у відсотках від загальної площі: адміністративно-побутові приміщення – 6%, інструментальна – 2%, склади – 3%.

Результати розрахунку площі наведено в таблиці 2.2.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2.

## Зведені дані для розрахунку площі дільниць майстерні

Назва цеху	Площа, зайнята машинами, м <sup>2</sup>	Площа, зайнята обладнанням, м <sup>2</sup>	Значення коефіцієнта.	Розрахунок площі ділянки, м <sup>2</sup>	Площа, м <sup>2</sup>
1. Дільниця ремонту електротехнічних приладів:	-	2.6	3.7	9.62	9.62
2. Дільниця ремонту та заряджання акумуляторів:	-	2.88	3.7	10.6	10.6
3. Дільниця ковалів та бляхарів:	-	11.13	5.3	59	59
4. Механічний відділ:	-	11.62	3.3	38,4	38,4
5. Майстерня з ремонту сільськогосподарської техніки:	14.2	4279	4.3	79,5	79,5
6. Зовнішнє очищення та миття:	20.9	1.16	3.3	72,8	72,8
7. Розбирання та очищення:	20.9	20	3.7	151,33	139.2
8. Дільниця технічного обслуговування та діагностики	20.9	1657	4.3	97	97
9. Дільниця обкатки двигунів	-	6.8	4.3	29.24	29.24
10. Майстерня з ремонту паливної апаратури та гідравлічної системи:	-	5.63	3.7	20.8	20.8
11. Зона зварювання:	-	1,85	5.3	9.8	9.8
12. Зона вулканізації:	-	5.32	3.3	17.56	17.56
Разом:				576,14	584
13. Склад				17.9	17.52
14. Адміністративні та побутові приміщення				35,8	35.04
15. Шафа для інструментів				11.9	11.7
16. Платформа для регулювання сільськогосподарської техніки				-	-
Загальна площа майстерні				621,74	648

						Арк.
					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Нанесення захисних надщільних покриттів з високою адгезією та спеціальними властивостями (корозійна стійкість, термостійкість, термозахист, зниження тертя тощо) на металеві конструкції під час виготовлення та ремонту (включаючи ремонт на місці) деталей та вузлів машин методом газотермічного напилення. Це передовий технологічний процес, що забезпечує довготривалу надійність обробленої поверхні.

### 3.1 Огляд існуючих проєктів установок

Система порошкового напилення газополум'яного типу для роботи з пропан-бутаном UGPL-P.



Рис. 3.1. Система порошкового напилення газополум'яного типу для роботи з пропан-бутаном UGPL-P.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Савченко О.О.</i>			КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Попик П.С.</i>					27	23
<i>Реценз.</i>						НУБіП України		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Банний О.О.</i>						
<i>Затверд.</i>								

Призначений для ручного нанесення термічних газових покриттів з термопластичних полімерів за допомогою газового полум'я на металеві поверхні для захисту їх від корозії та виправлення дефектів поверхні.

Найвища продуктивність напиленого матеріалу, полімерного порошку (ПФН-12) – 11,0 кг/год.

Вартість:

Пропан-бутан – не більше 1,2 м<sup>3</sup>/ год.

Стиснене повітря - не більше 25 м<sup>3</sup>/ год.

Діапазон робочого тиску:

Пропан-бутан - 0,05–0,15 МПа.

Стиснене повітря - 0,3-0,6 МПа.

Місткість порошкового конвеєра становить 10 дм<sup>3</sup>.

Загальні розміри:

Розміри установок - 300 x 300 x 550 мм.

Пальник - 250 x 200 x 50 мм.

Маса:

Вага установки (без шлангів та порошку) - 14,5 кг.

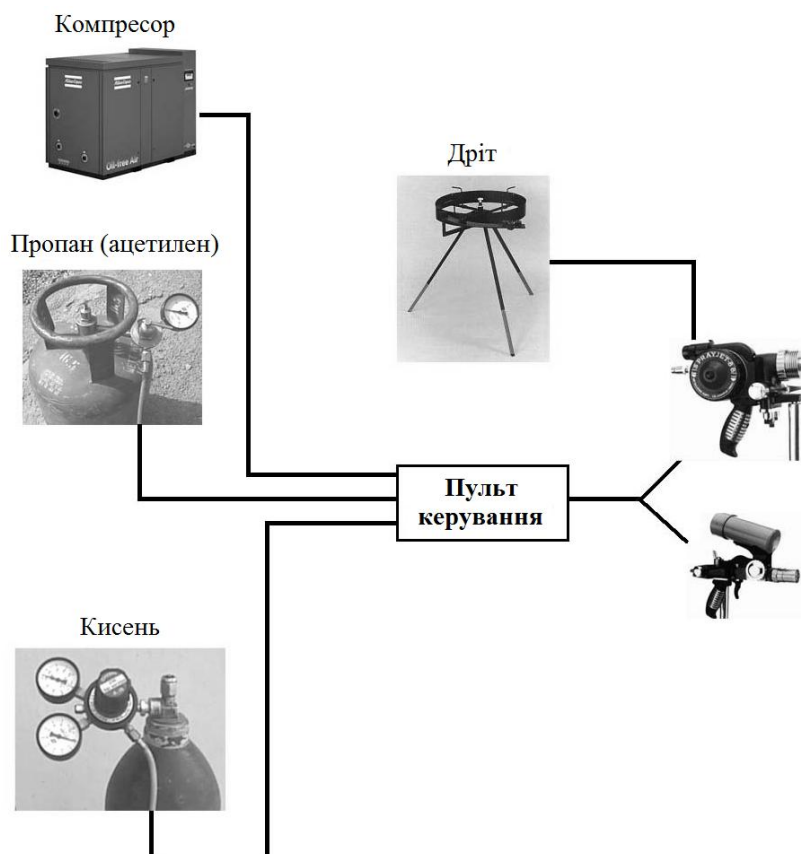
Пальник - 1,3 кг.

Науково-виробниче об'єднання «Ремплазма» пропонує рис. 3.2. Термічне напилення киснем та паливним газом базується на плавленні порошкових або дротяних матеріалів.

Технологічний процес підходить для нанесення антикорозійних (алюміній, цинк), протизношувальних (молібден, нержавіюча сталь), полімерних (високомолекулярний поліетилен), мідних, бронзових та білих металевих покриттів.

Завдяки низьким витратам на придбання, процес можна використовувати як у майстерні, так і в польових умовах.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Райс. 3.2 Схема пристрою науково-виробничого об'єднання «Ремплазма»

Таблиця 3.1.

Загальна характеристика пристрою

Назва	Значення
Продуктивність розпилення, кг/год.	
- Кольорові сплави	5...15
- Молібден	3...4
- Сталь та сплави	3...9
Адгезія покриття, МПа	15...50
Товщина покриття, мм.	0,5...15
Тиск стисненого повітря, МПа	20...50
Споживана потужність, кВт	1
Витрата, л/хв.	
- Ацетилен або пропан	20
- Кисень	50
Напруга, В	220

Портативне технологічне обладнання СГН-1 (Система газополум'яного наплення) для газополум'яного наплення (див. рис. 3.3) високоякісних

покривтів з високою адгезією, твердістю, щільністю та низькою пористістю, а також для надзвукового різання (включаючи флюсове різання).

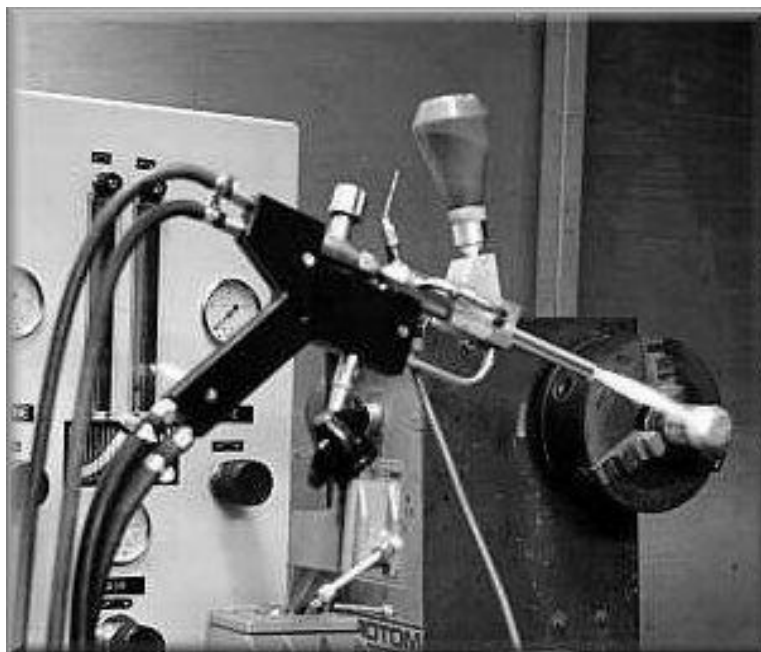


Рис. 3.3. Процес наплавлення деталі

Технологічні пристрої можуть використовуватися в таких сферах:

- Відновлення зношених деталей машин та механізмів;
- Зменшення абразивного зносу та ерозії;
- Захист від корозії, окислення;
- тепло- та електроізоляція;
- декоративні покриття;
- Нанесення струмопровідних покриттів на діелектрики;
- Різання високолегованих сталей, чавуну, кольорових металів.

Таблиця 3.2.

#### Технічні характеристики

Назва	Значення
Паливо	пропан (метан);
Окислювач	кисень;
Параметри надзвукового струменя:	
Швидкість, м/с.	до 2600;

Продовження таблиці 3.2.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Температура, К	2500...3000;
Властивості покриття:	
Адгезія, МПа.	50...80 (до 100);
Пористість, %.	не більше 2,0;
Товщина покриття, мм.	0,1...1,5 (до 5);
Система подачі розпилювального порошку	Викидання без додаткового газу-носія;
Система охолодження	проточна вода;
Система запалювання	п'єзоелектричний;
Максимальна продуктивність, кг/год.	-1,5.

Надзвуковий пальник (див. рис. 3.4) для розпилення виготовлено за оригінальною схемою, захищеною патентами на винаходи.

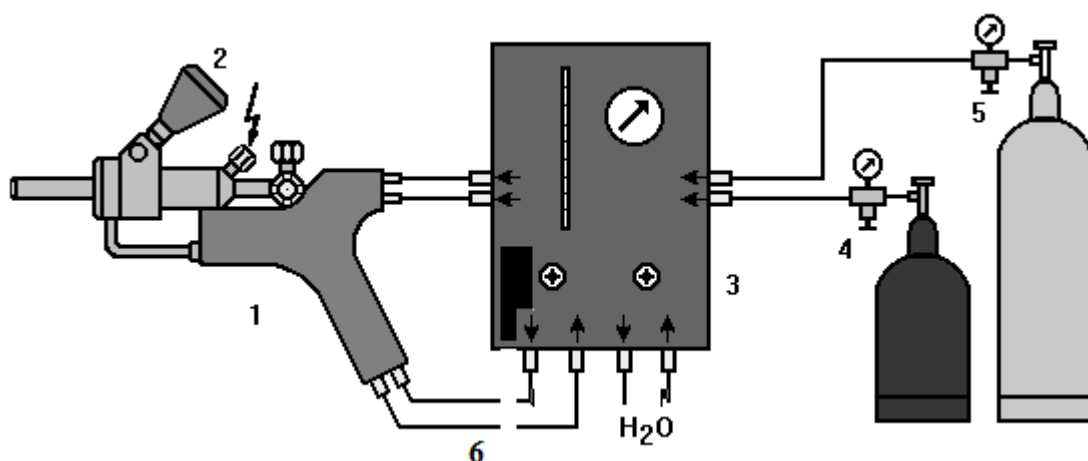


Рисунок 3.4 Схема надзвукового пальника

1 - Надзвуковий пальник; 2 - Балончик з порошковим розпилювачем; 3 - Панель керування; 4 - Редуктор тиску легкозаймистих газів; 5 - Редуктор тиску кисню; 6 - Комплект гумових шлангів.

Для роботи потрібні лише балони з паливним газом і киснем і запас води (або резервуар для води на 500 літрів і насос).

### 1. Переваги

Носимі технологічні пристрої:

серійно вироблені дозвукові газополуменеві напілюючі пальники з точки зору експлуатаційних витрат, складності та необхідної кваліфікації обслуговуючого персоналу, але дозволяють покращити якість покриття у 2–5 разів;

- еквівалентний за ефективністю сучасним плазмовим технологічним пристроям (зі зниженням витрат на покриття в 1,5-2 рази).

На відміну від західних аналогів, цей пристрій пропонує:

- є портативним та призначеним для масового споживання;
- може експлуатуватися в будь-якому місці для полум'яного різання (зварювання) і навіть у польових умовах;
- значно дешевший (приблизно в 20 разів);
- має розширений функціонал – окрім розпилення, може також різати високолеговану сталь, чавун та кольорові метали.

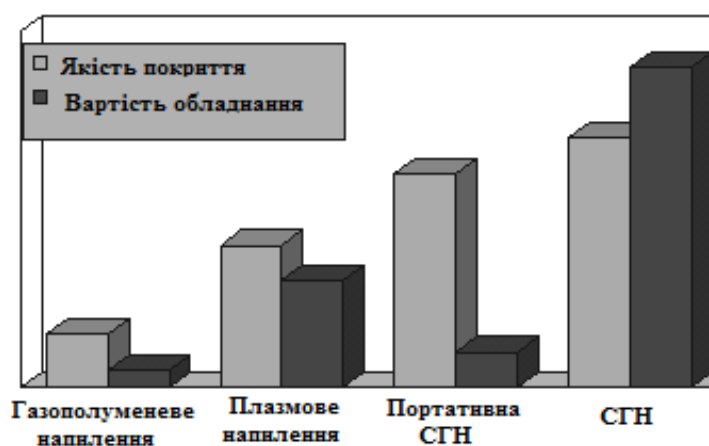


Рис. 3.5 Порівняння процесів порошкового напилення

Розроблені пальники мають оригінальні конструктивні схеми, що відрізняються від зарубіжних аналогів. Виготовлене технологічне обладнання є досить складним та дорогим (\$80 000–\$150 000), призначеним лише для використання в заводських умовах та вимагає висококваліфікованого персоналу для експлуатації та ремонту.

Для нанесення покриттів на гнучкі кордові матеріали (ГКМ) СП «Технікорд» (див. рис. 3.6) виробляє багатофункціональну систему газополум'яного напилення «Технікорд ТОП- JET/2», яка дозволяє напилювати як порошкові кордові матеріали, так і дроти. Як паливний газ у цій системі використовується ацетилен або пропан. При роботі з пропаном та використанні спеціальних форсунок у пальнику «Технікорд ТОП-JET/2»

досягається надзвуковий режим напilenня для ряду матеріалів, включаючи кераміку. Мала вага (20 кг) та мобільність системи дозволяють не тільки виконувати технологічні процеси нанесення покриттів у цеху, але й обробляти великогабаритні деталі та конструкції на місці або в польових умовах.



Рисунок 3.6 - Система газополум'яного напilenня " Технікорд ТОП-JET/2": 1 - сопло; 2 - робоча панель керування газом; 3 - штатив.

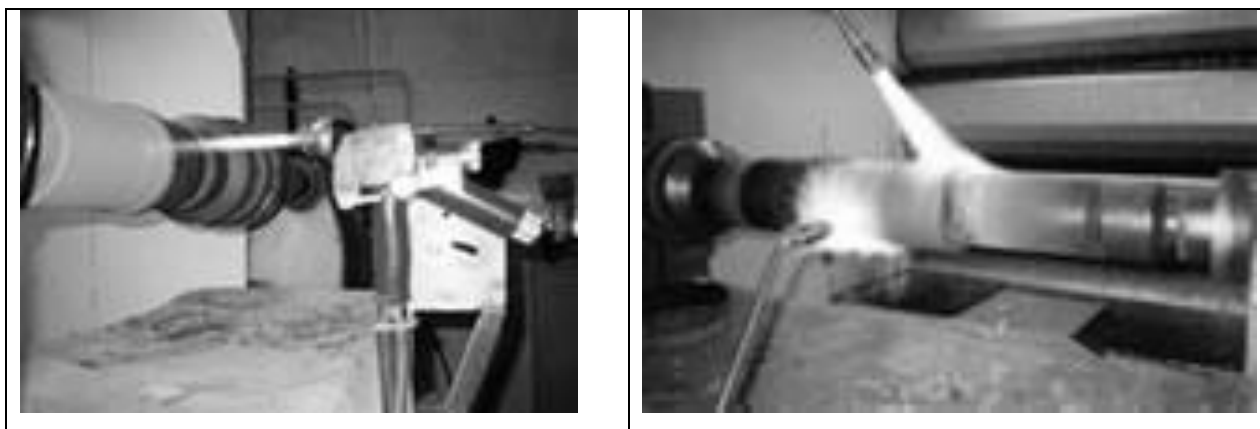


Рис. 3.7 Напilenня покриття кордовим матеріалом «Rock-Dur 57 Sp» та його плавлення

Крім того, СП «Технікорд» виробляє кордові матеріали серії «Сфекорд-НР» діаметром 4,75 та 6,35 мм із литими зернами карбіду вольфраму розміром від 0,1 до 2,5 мм для ручного газополуменевого наплавлення

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування. Для певних видів зношування використовуються спеціальні комбінації дрібнозернистого та грубозернистого карбїду вольфраму. Рівномірний розподіл зерен карбїду в порошковому корді забезпечує їх оптимальне розміщення на робочій поверхні, що призводить до підвищення зносостійкості наплавленого шару.

Перевагою ГШМ Sfecord-NR є те, що для обробки поверхні не потрібне спеціальне обладнання. Зварювання зазвичай виконується киснево-ацетиленовими зварювальними пальниками. Використовуються ті ж технологічні процеси, що й для обробки поверхні стрижневими матеріалами та трубчастим релітом. Шнур діаметром 6,3 5 мм довжиною понад 40 м у бухтоподібному виконанні успішно замінює поверхневі матеріали у вигляді трубок із наповнювачем, таким як трубчасті реліт, або стрижнів, які потребують постійного стикування.



Рис . 3.8 Технологія "Сфекорд-NR" ручного газополум'яного зварювання кордного матеріалу

Газополум'яний металізатор МК-40 (див. рис. 3.9). Джерелом нагрівання для напилуваного матеріалу (дроту) в металізаторі є оксиацетиленове полум'я. Гази подаються до пальника за допомогою гнучких шлангів: ацетилену, кисню та повітря. Розпилювальний матеріал (дріт,

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

стрижень) вводиться через конічний отвір, розташований вздовж осі пальника. Дріт

подається до пальника за допомогою затискних рам, що обертаються повітряною турбіною. Швидкість подачі розпилювального матеріалу в пальник плавно регулюється. Для процесу можуть використовуватися дроти звичайних технічних цілей з постійним хімічним складом (алюміній, цинк, сталь, бронза тощо), а також порошкові дроти, хімічний склад яких може змінюватися.

Як тільки дріт досягає «гарячої» зони пальника, він нагрівається до точки плавлення та розпилюється на дрібні частинки струменем повітря. Коли він наближається до деталі, частинки осідають на її поверхні та утворюють покриття.

Металізатор МК-40 від англійської компанії Metallisation призначений для нанесення захисних, антифрикційних, антикорозійних та декоративних покриттів з дротяних матеріалів на металеві конструкції, що піддаються атмосферній корозії, а також на контейнери для транспортування та зберігання різних матеріалів. Його невелика вага та мобільність дозволяють використовувати його як у виробництві, так і в польових умовах.



Рис. 3.9 Газополум'яний металізатор МК-40

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## Технічні характеристики

Назва параметра	Значення
Продуктивність розпилення, кг/год.	25
Діаметр ріжучого дроту, мм	2.8-3.2
Витрата газу, л/год: O <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	5; 0,5
Тиск газу, кгс/см <sup>2</sup> , O <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	4.0; 1.0
Вага пальника, кг	2.5
Тиск повітря, кгс/ см <sup>2</sup>	4-6
Регулювання подачі дроту	регульоване

Система плазмового напилення РПН-25 показана на рисунку 3.10.



Рис. 3.10. Система плазмового напилення РПН-35

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

При плазмовому напиленні покриття створюється шляхом плавлення порошкового або дротяного матеріалу у високотемпературному плазмовому струмені. Як плазмоутворювальні гази використовуються аргон, азот, водень та гелій. Плазмове напилення – це дуже гнучкий технологічний процес отримання покриттів різного призначення: теплоізоляція, зносостійкість, корозійна стійкість тощо.

Цей процес ідеально підходить для виготовлення керамічних покриттів на гарячих компонентах турбін, валках друкарських машин та антикорозійних покриттів на лопатках турбін.

Таблиця 3.4 .

Технічні характеристики

Параметр	Значення
Витрата плазмоутворюючого газу, л/хв.	
- Аргон	до 100
- Азот	до 60
- Водень	до 20
- Гелій	до 60
Витрата транспортного газу (аргон, азот), л/хв.	до 15
Продуктивність, кг/год:	
- при напиленні оксидів та карбідів	0,5...10
- при напиленні металів та сплавів	1...5
Пористість покриття, %.	7...12
Адгезія, МПа.	понад 50
Товщина напиленого шару, мм:	
- при напиленні металів та сплавів	0,05...10
- при напиленні кераміки	0,05...5
Струм дуги, А	10...600
Напруга, В	25...90
Фотоелектричний режим, %.	100
Витрата повітря вбудованим вентилятором, м <sup>3</sup> / с.	1
Блок живлення, В.	3 x 380
Номинальна потужність, кВт.	60
<b>Холодильник</b>	
Радіатор, кВт	20
Температура води на виході, °С:	
- мінімальний	15

Продовження таблиці 3.4.

Максимальна температура навколишнього повітря, °С.	37
Напруга живлення, В	3 x 380
<b>Диспенсер для порошку</b>	
Місткість бункера, л.	3
Напруга живлення, В	220
Потужність, кВт.	1.5
Витрата транспортного газу, л/хв.	до 10
<b>Плазматрон</b>	
Призначений для розпилення зовнішніх та внутрішніх поверхонь (до 90 мм). Також під кутом 65 градусів.	
Максимальна потужність, кВт.	40
Охолодження,	Вода
Доступні довжини мм.	600, 900, 1200

Модульна конструкція плазмової системи дозволяє будь-яку конфігурацію. Модулі збираються з використанням вітчизняних або імпортованих компонентів. Система може бути оснащена засобами механізації (маніпуляторами, роботами).

### 3.2 Вимоги до процесу та встановлення

Джерелом тепла для цього процесу напилення є оксиацетиленове полум'я, температура якого не перевищує 3000 °С. Застосування газополум'яного процесу характеризується відносною простотою використовуваного обладнання, оскільки потрібні ацетилен і кисень. При потраплянні в оксиацетиленове полум'я пальника напилюваний матеріал нагрівається до температури, близької до точки плавлення, і розганяється до швидкості 20–30 м/с. При контакті з продуктом нагріті частинки зв'язуються з поверхнею та одна з одною, утворюючи досить щільне та рівномірне покриття.

Газові полум'яні пальники використовуються для напилення полімерних матеріалів (пластмас), металевих матеріалів (алюміній, бронза, олово, нікель тощо) та тугоплавких керамічних сполук (оксид титану, оксид

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

алюмінію тощо). Існує два варіанти подачі розпиленого матеріалу в оксиацетиленове полум'я пальника: порошковий та дрітовий.

Ця система складається з установок, в яких розпилювальний матеріал подається у вигляді порошку.

Розпилений матеріал, з розміром частинок до 100 мікрметрів, заповнюється у спеціальний конічний контейнер. Газовий полум'яний пальник сконструйований таким чином, що під час роботи контейнер з порошком розташований у верхній частині газового каналу. Тому, крім впорскування, значну роль у забезпеченні рівномірної подачі порошку в зону нагріву відіграє сила тяжіння. Пальник випускається в переносному виконанні. Під час ремонту деталей машин у важкодоступних місцях або на висоті використовуються невеликі 5-літрові газові балони ( $C_2H_2$  та  $O_2$ ), встановлені на візку (рис. 3.11).



Рис. 3.12 Візок для транспортування

Загальна вага рухомого обладнання не перевищує 40 кг. При напilenні порошкових матеріалів з різними теплофізичними властивостями пальники оснащені системою керування робочою газовою сумішшю, що дозволяє отримувати високоякісні покриття як з тугоплавких ( $Al_2O_3$  та  $TiO_2$ ), так і з легкоплавких (бронза, білий метал) матеріалів.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Під час змішування та запалювання газової суміші в пальнику утворюється висока температура, що може призвести до зворотного полум'я в подавальному контейнері та займання порошкової суміші, оскільки він є реакційноздатним. Тому використання пальників подібної конструкції та методів подачі порошку не допускається при газотермічному та газотермітному напilenні, оскільки вони становлять пожежну небезпеку. Крім того, подача з бункера не забезпечує якісного змішування всіх компонентів порошку.

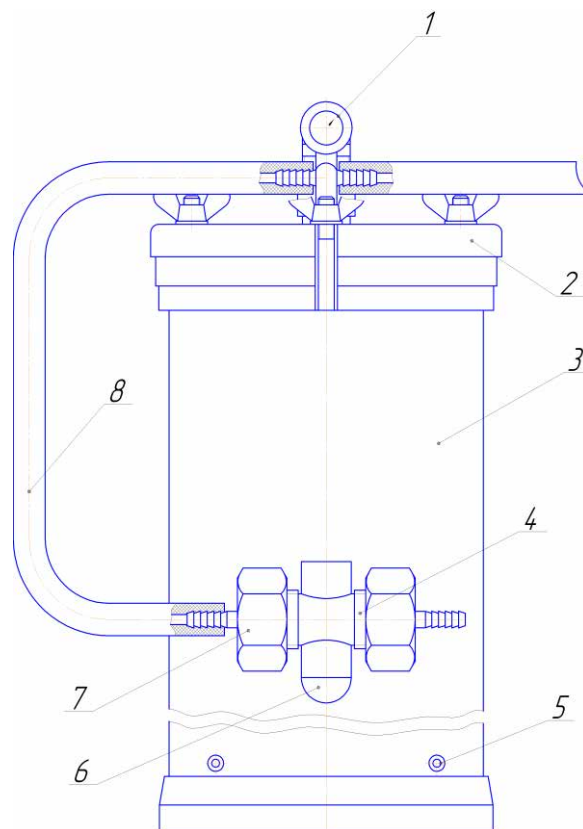


Рис. 3.14 Бак

1 - Манометр; 2 - Кришка бака; 3 - Корпус бака; 4 - Змішувальна камера; 5 - Форсунка; 6 - Блок інжектора; 7 - Гайка; 8 - Рукав.

Газова полум'яна гармата ідеально підходить для відновлення розмірів (ремонт) унікальних, великоформатних, нетранспортабельних металовмісних виробів безпосередньо на робочому місці. Вона дозволяє розпилувати металеві та керамічні порошкові матеріали. Використовуючи

спеціальні подовжувачі сопел, що постачаються з пальниками, можна розпилювати внутрішні поверхні отворів діаметром 100 мм та глибиною 500 мм.

### 3.4 Опис структури та функціональності

#### Будова та робота.

Принцип роботи розробленої системи полягає в тому, що порошок, що транспортується повітрям, пропускається через полум'яний пальник. Частинки порошку нагріваються під час проходження через полум'я, що призводить до екзотермічної реакції. Тепло, що виділяється, призводить до того, що розплавлені продукти реакції контактують зі спеціально підготовленою поверхнею та злипаються, утворюючи покриття.

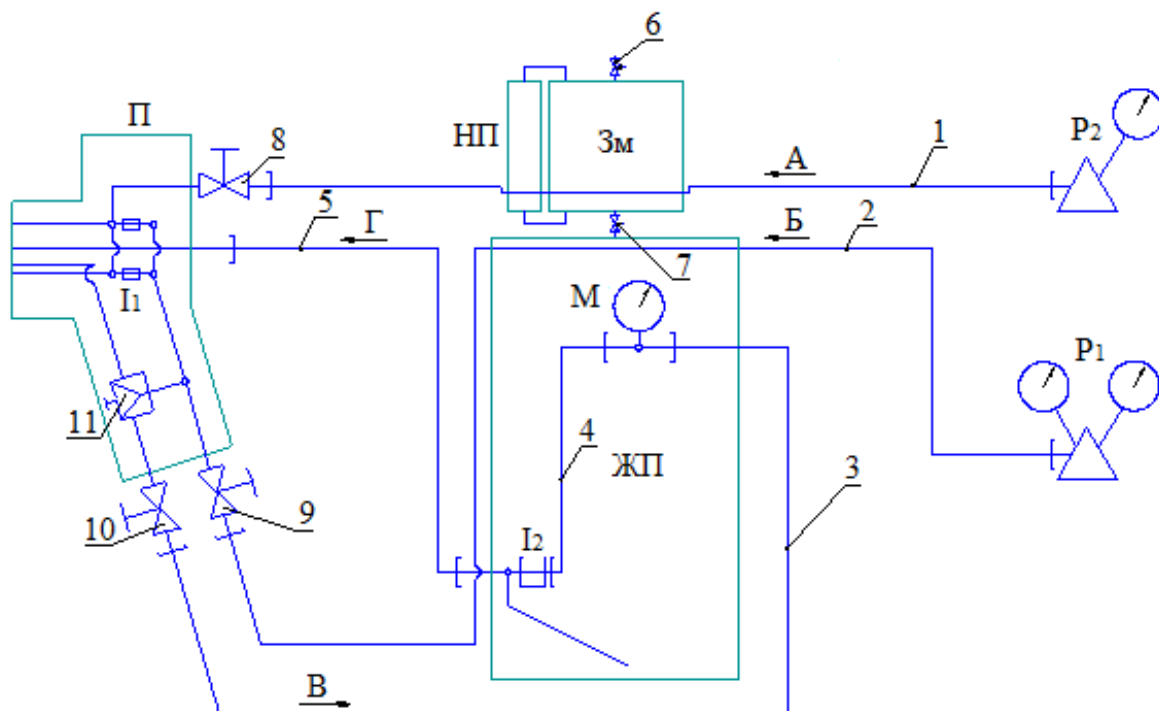


Рис. 3.15 Схематичне зображення системи

П - пальники; I1 , I2 - форсунки; ЖП - живильник порошку; Зм - змішувач; НП - повітрорудка; М - манометр; П1 - кисневий редуктор; П2 - ацетиленовий редуктор; 1 - ацетиленовий шланг; 2, 3, 4, 5 - кисневі шланги; 6, 7 - кульові крани, 8, 9, 10 - клапани; 11 - кнопка керування.

Розроблений пальник складається з корпусу пальника з двома вкрученими форсунками (кисневий та ацетиленовий), лінії подачі порошку, клапанів для ацетилену, кисню та порошку, рукоятки з вбудованим курком та байпасного клапана. Кисень, який подається двома

Інжектор у корпусі пальника всмоктує ацетилен, який, змішаний з ацетиленом, виходить з газового сопла. Споживання кисню та ацетилену регулюється клапанами в корпусі пальника та ручці. При натисканні на курок кисень надходить через байпасний клапан і порошковий клапан до інжекторного вузла живильника.

Кисень та паливний газ надходять до пальника через з'єднувальні шланги. Кисневі та ацетиленові редуктори використовуються для підтримки швидкості потоку та тиску газу, що відбирається з балона, в межах, необхідних для відповідного технологічного процесу. Для зниження тиску газу використовується метод дроселювання стисненого газу за допомогою редукційного клапана. Кисневі та ацетиленові клапани також використовуються для регулювання потоку газу.

Живильник рису. 3.14 складається з корпусу резервуара та кришки. Зовні, в нижній частині корпусу резервуара, розташований інжекторний вузол, що складається з корпусу, змішувальної камери, інжектора, вхідного отвору та заслінки. Інжекторний вузол встановлено в корпусі резервуара таким чином, що між дном резервуара та вхідним отвором створюється зазор. Форсунки встановлені на рівні вхідного вирізу в корпусі резервуара. Кисень, що надходить у подавальний інжектор, створює негативний тиск у вхідному отворі, який через форсунки забирає повітря з атмосфери та транспортує порошок через змішувальну камеру та трубу в пальник. До кришки резервуара прикріплено манометр, який дозволяє контролювати тиск кисню, що подається у подавальний інжектор порошку.

Щоб запобігти зворотному займанню та, отже, займанню порошку, між пальником та подачею необхідно встановити зворотний клапан.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після ретельного перемішування у змішувачі порошок потрапляє до живильника. Він складається з корпусу живильника, газорозподільних решіток, переливних пристроїв, бункера, каналів подачі та випуску повітря, а також двох клапанів. Газорозподільні решітки кріпляться до корпусу таким чином, що між ними немає зазорів, що дозволяє повітрю потрапляти у верхні зони лише через отвори в решітках, а порошку – у нижні зони лише через розташовані в шаховому порядку переливні пристрої.

Після зважування на вагах різні порошкові компоненти засипаються в бункер завантаження змішувача та, після відкриття клапана завантаження, потрапляють у змішувальну камеру. Коли повітря подається через нижній канал, воно прагне проходити через отвори газорозподільних решіток, що розділяють змішувальні камери, викликаючи турбулентність («кипіння») та перемішування порошкової суміші. Під впливом сили тяжіння порошок переміщується з верхньої до нижньої секцій за допомогою спеціальних потокових пристроїв. Потім, після відкриття випускного клапана, вбудованого в нижню частину змішувача, готова порошкова суміш засипається в живильник.

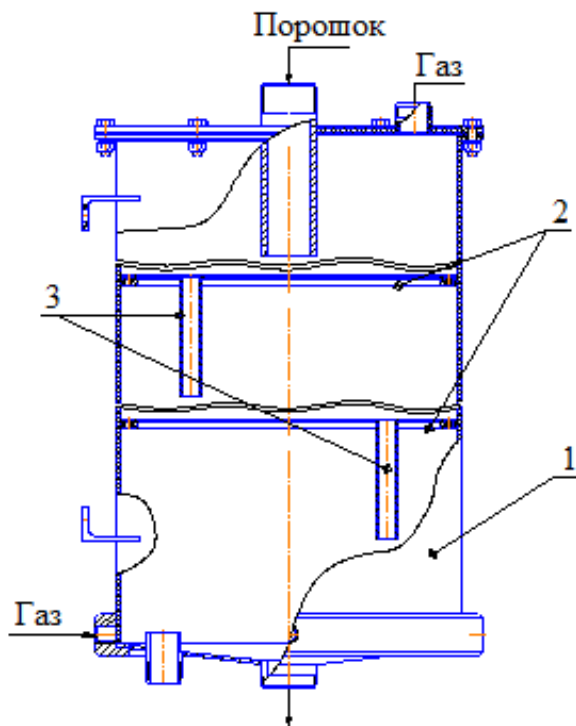


Рис. 3.16 Міксер

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 – Корпус міксеру; 2 – Газо-розподільна сітка; 3 - Переливний пристрій.

### **Підготовка до роботи.**

Система підключається згідно зі схемою з'єднань (див. рис. 3.15). Кисневий та ацетиленовий редуктори підключаються до джерел живлення. Потім редуктори, пальник та живильник підключаються за допомогою з'єднувальних шлангів. Тиск кисню встановлюється на рівні 210–510 кПа (2,1–5,1 кгс/см<sup>2</sup>) через кисневий редуктор. Після цього необхідно перевірити скидання в ацетиленовому каналі. В робочих умовах тиск зазвичай перевіряють, доторкнувшись пальцем до ацетиленового сопла пальника. Адгезія пальця має чітко відчуватися. З ацетиленовим редуктором тиск ацетилену необхідно встановити на рівні 200–500 кПа (2–5 кгс/см<sup>2</sup>). Після цього порошок необхідно засипати в бункер змішувача, а потім у живильник, і щільно закрити кришку.

### **Початок роботи.**

Порошкові компоненти необхідно зважити на вагах і засипати в бункер змішувача. Потім необхідно відкрити завантажувальний клапан і ввімкнути подачу повітря до змішувача. Після змішування порошок необхідно направити в живильник, відкривши випускний клапан.

Далі необхідно частково відкрити кисневий клапан у ручці пальника, а потім ацетиленовий клапан у корпусі пальника. Після запалювання горючої суміші необхідно відрегулювати полум'я, увімкнути вимикач пальника та плавно регулювати необхідну подачу порошку за допомогою порошкового клапана.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45



Рис. 3.17 Процес нанесення цинково-поліамідного покриття на корпус розкидача мінеральних добрив



Рисунок 3.18 Процес розпилення порошку на вал

Під час коротких перерв необхідно загасити полум'я, спочатку закривши ацетиленовий клапан, потім кисневий клапан і порошковий клапан. Під час триваліших перерв необхідно зменшити тиск на шестерні.

### **3.5 Технологічний процес нанесення порошкових покриттів**

Підготовлену поверхню слід металізувати не пізніше ніж через дві години після завершення підготовки. Під час нанесення покриття потужність полум'я необхідно відрегулювати таким чином, щоб температура була достатньою для розплавлення частинок порошкової суміші та їх зчеплення з напилюваною поверхнею.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час ручного нанесення покриття пальник слід розташовувати під кутом  $70-90^\circ$  від поверхні, що розпилюється, на відстані 100 - 150 мм. Швидкість руху повинна бути такою, щоб товщина напиленого шару за один прохід не перевищувала 0,3 мм.

Під час відновлення деталей типу «вал» пальник встановлюють у різцетримач токарного верстата під кутом  $70-90^\circ$  до поверхні, що розпилюється, на відстані 100–150 мм, а деталь закріплюють у обертовому патроні. Коли верстат увімкнено, деталь обертається, а пальник рухається паралельно осі деталі.

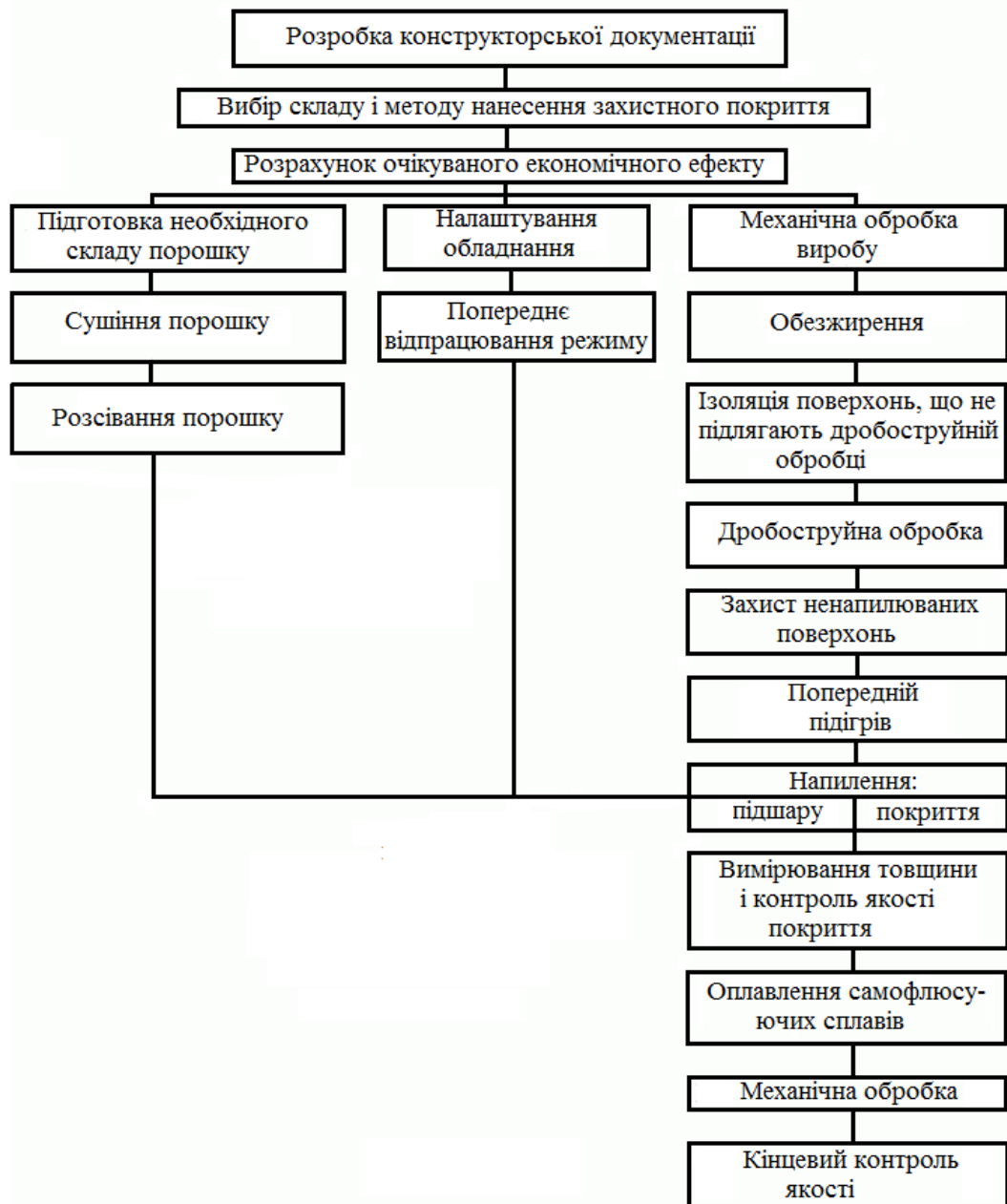


Рис. 3.19. Схема технології нанесення покриття

Композиційні порошки типу «металевий сплав – тугоплавка сполука» отримують шляхом синтезу в режимі технологічного горіння з подальшим подрібненням та класифікацією на фракції.

Використовуються такі матеріали:

- Металеві сплави:
- на основі заліза - Fe, Fe Cr;
- на основі нікелю - Ni<sub>2</sub>O Cr, Ni<sub>4</sub>O Cr, Ni Cr Al;

- на основі алюмінію - Al, Al Si<sub>12</sub>;
- інтерметалічні сполуки – Ni<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>, Fe<sub>x</sub>Al<sub>y</sub>, Ti<sub>x</sub>Ni<sub>y</sub>;
- тугоплавкі сполуки: карбіди – TiC, Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>, Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub>, SiC та їх комбінації.

Порошки призначені для нанесення зносостійких та корозійностійких захисних покриттів за допомогою плазмового та високошвидкісного газополум'яного напилення.

Порівняно з механічними сумішами та конгломератними порошками, що використовуються в газотермічному напиленні, синтезовані композитні порошки мають такі переваги:

- дрібний об'ємний розподіл твердої фази (розмір зерен вогнетривких компонентів 0,5–10 мікрметрів);
- висока когезійна міцність композиту (через те, що в процесі синтезу утворюються когезійні зв'язки при взаємодії тугоплавкої фази з металом (сплавом));
- сталість фазового складу порошку (незалежно від розміру частинок), що забезпечує:
- збільшення коефіцієнта використання матеріалів на 10-30%;
- збереження композиції під час процесу напилення;
- рівномірний розподіл твердої фази в об'ємі покриття.

Таблиця 3.5

Властивості та застосування композитних синтезованих порошків

Назва	Склад, %	Температура плавлення, °C	Міцність покриттів, HV	Властивості покриттів	Сфера застосування
FCT-50	Fe - основа 50%TiC	1500	680-1300	Висока стійкість до абразивного зношування під час ковзання, здатність витримувати підвищений контактний тиск.	Сталеві вали, посадкові місця для підшипників, пресувальні інструменти для обробки пластмас, ущільнювальні кільця та поршні насосів тощо.

Продовження таблиці 3.5.

АССТ-50	AlSi - основа 50%TiC	800	340-430	Висока стійкість до абразивного та ерозійного зношування, а також до низькотемпературної корозії в повітрі, морській воді та слабокислотних середовищах	Деталі та конструкції з алюмінієвих та титанових сплавів: замки кріплення лопатей ротора, лопаті авіаційних гвинтів, шасі літаків, суднові гвинти, поверхні тертя побутової техніки, кільця синхронізаторів, фрикційні диски, деталі різьбових напрямних фітингів тощо.
НАА-40	основа 40 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1600	350-575	Висока стійкість до ерозійного зношування за підвищених температур, а також до низькотемпературної та високотемпературної корозії у присутності хлоридів. Коефіцієнт теплового розширення близький до сталі.	Деталі енергетичних об'єктів, виробництва та переробки хімічних волокон; відновлення та захист від корозії та зносу обладнання для видобутку солі.

### 3.6 Розрахунок міцності конструктивних елементів

#### Розрахунок розмірів робочих каналів пальника.

Для спрощення розрахунків наведемо загальний вигляд камерного вихрового пальника з позначеннями робочих каналів, їх довжин та кутів, що звужують канали.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

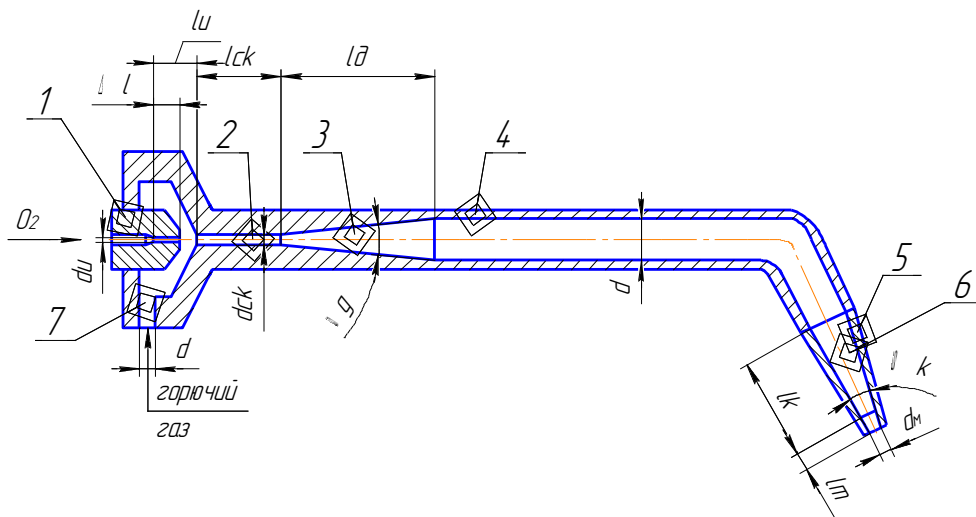


Рисунок 3.20. Основні деталі та позначення розмірів газових каналів інжекційного пальника

1 - Інжектор; 2 - Змішувальна камера; 3 - Дифузор; 4 - Наконечник; 5 - Мундштук; 6 - Конфузор; 7 - Канал для горючого газу.

Діаметр вихідного каналу мундштука розраховується за формулою [3]:

$$d_M = 18,8 \sqrt{\frac{V_{A \min} + V_{K \min}}{W_{CVM}}}, \quad (3.1)$$

де  $V_{A \min}$  - найменша витрата ацетилену ( $V_{A \min} = 677$  л/год);

$V_{K \min}$  - найнижче споживання кисню ( $V_{K \min} = 744$  л/год);

$W_{CVM}$  - допустима швидкість витоку ацетилено-кисневої суміші,

( $W_{CVM} = 90$  м/с).

$$d_M = 18,8 \sqrt{\frac{0,744 + 0,677}{90}} = 2,35 \text{ мм.}$$

Діаметр каналу дозування кисню  $d_K$  визначається за формулою:

$$d_K = \sqrt{\frac{V_{K \max}}{B_K \cdot (P_K + 1)}}, \quad (3.2)$$

де  $V_{K \max}$  - найбільше споживання кисню ( $V_{K \max} = 1237$  л/год);

$B_K$  - змінний коефіцієнт для кисню ( $B_K = 0,43$ );

$P_K$  - Надлишковий тиск кисню на вході пальника ( $P_K = 4$  кг/см<sup>2</sup>).

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$d_K = \sqrt{\frac{1,237}{0,43 \cdot (4 + 1)}} = 0,75 \text{ мм.}$$

Діаметр каналу дозування ацетилену  $d_A$  визначається за формулою:

$$d_A = \sqrt{\frac{V_{A\max}}{B_A \cdot (P_A + 1)}}, \quad (3.3)$$

де  $V_{A\max}$  - найбільша витрата ацетилену ( $V_{A\max} = 1125$  л/год);

$B_A$  - змінний коефіцієнт для ацетилену ( $B_A = 0,46$ );

$P_A$  - Надлишковий тиск ацетилену на вході пальника ( $P_A = 4$  кг/см<sup>2</sup>).

$$d_A = \sqrt{\frac{1,125}{0,46 \cdot (4 + 1)}} = 0,7 \text{ мм.}$$

Довжина каналу дозування кисню визначається з виразу:

$$l_K = 4 \cdot d_K, \quad (3.4)$$

$$l_K = 4 \cdot 0,75 = 3 \text{ мм.}$$

Діаметр змішувальної камери перед дифузором визначається з виразу:

$$d_{3K} = d_M, \quad (3.5)$$

$$d_{3K} = 2,35 \text{ мм.}$$

Довжина змішувальної камери визначається з виразу:

$$l_{3K} = 7 \cdot d_{3K}, \quad (3.6)$$

$$l_{3K} = 7 \cdot 2,35 = 16,75 \text{ мм.}$$

Довжина дифузора визначається з виразу:

$$l_D = 10 \cdot d_{3K}, \quad (3.7)$$

$$l_D = 10 \cdot 2,35 = 23,5 \text{ мм.}$$

Довжина мундштука визначається з виразу:

$$l_K = 10 \cdot d_M, \quad (3.8)$$

$$l_K = 10 \cdot 2,35 = 23,5 \text{ мм.}$$

Довжина вихідного каналу мундштука визначається з виразу:

$$l_M = 5 \cdot d_M, \quad (3.9)$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_M = 5 \cdot 2,35 = 11,75 \text{ мм.}$$

Кут розширення дифузора становить  $10^\circ$ , кут звуження мундштука –  $7^\circ$ .

### Розрахунок регулювання потужності пальника.

Найнижчий робочий тиск газів визначається з виразів:

Для кисню:

$$p_{K \min} = \frac{V_{K \min}}{B_K + d_K^2} \quad (3.10)$$

Для ацетилену :

$$p_{A \min} = \frac{V_{A \min}}{B_A + d_A^2} \quad (3.11)$$

Найнижчий робочий тиск газів становить:

Для кисню:

$$p_{K \min} = \frac{0,744}{0,43 + 0,75^2} = 2,1 \text{ кг / см}^2.$$

Для ацетилену:

$$p_{A \min} = \frac{0,677}{0,46 + 0,7^2} = 2 \text{ кг / см}^2.$$

Межа регулювання потужності полум'я визначається за наступним виразом:

$$\Delta V_A = V_{A \max} - V_{A \min} \quad (3.12)$$

$$\Delta V_A = 1125 - 677 = 448 \text{ л / год.}$$

Показник межі продуктивності пальника визначається:

$$K = \frac{V_{A \max}}{V_{A \min}}, \quad (3.13)$$

$$K = \frac{1125}{667} = 1,68.$$

Граничне збільшення потужності визначається:

$$K = \frac{V_{An \max}}{V_{An-1 \max}} \quad (3.14)$$

де  $V_{An \max}$  — найбільше споживання ацетилену для розрахункового піку;

$V_{An-1 \max}$  - найбільша витрата ацетилену у наконечника меншого діаметра.

$$K = \frac{1125}{720} = 1,56.$$

Максимальна витрата горючої суміші визначається з виразу:

$$W_{3M} = 353,8 \frac{V_{K \max} + V_{A \max}}{d_M^2}, \quad (3.15)$$

$$W_{3M} = 353,8 \frac{1,237 - 1,125}{2,35^2} = 151,4 \text{ м/с}.$$

### **Розрахунок параметрів змішувача.**

Розрахунок починаємо з визначення середніх діаметрів сит фракцій та еквівалентного діаметра частинок порошку.

Еквівалентний діаметр визначається з виразу [33]:

$$d_E = \frac{1}{\sum \frac{x_i}{d_i}}; \quad (3.16)$$

де  $x_i$  – відсоток частинок  $i$ -го розміру в порошковій суміші, %;

$d_i$  - Розмір  $i$ -ї фракції частинок у порошковій суміші, мм.

У використаній порошковій суміші 85% частинок мають діаметр 0,2 мм, 7% мають діаметр 0,17 мм та 8% мають діаметр 0,23 мм [23].

$$d_E = \frac{1}{\frac{0,07}{0,17} + \frac{0,85}{0,20} + \frac{0,08}{0,23}} = 0,19 \text{ мм}.$$

Швидкість початку змішування визначається за формулою:

$$v_0 = \frac{Re_o \cdot \mu}{d_{\text{э}} \cdot \rho_{\Gamma}}, \quad (3.17)$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $Re_o$  — критерій Рейнольдса для початку змішування;

$\mu$  - динамічна в'язкість повітря, ( $\mu = 2,16 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$ ) [33];

$\rho_r$  - щільність повітря ( $\rho_r = 1,2 \text{ кг} / \text{м}^3$ ).

Критерій Рейнольдса визначається:

$$Re_o = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{Ar}}, \quad (3.18)$$

де  $Ar$  — критерій Архімеда.

Критерій Архімеда визначається:

$$Ar = \frac{d_{\text{ш}}^3 \cdot \rho_r \cdot \rho_T \cdot g}{\mu^2}, \quad (3.19)$$

де  $\rho_T$  — щільність частинок ( $\rho_T = 4150 \text{ кг} / \text{м}^3$ );

$g$  - Прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м} / \text{с}^2$ .

$$Ar = \frac{0,2^2 \cdot 10^{-9} \cdot 4,15 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 9,81}{2,16^2 \cdot 19^{-10}} = 838,5;$$

$$Re_o = \frac{838,5}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{838,5}} = 0,54;$$

$$v_0 = \frac{0,54 \cdot 2,16 \cdot 10^{-5}}{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2} = 0,05 \text{ м} / \text{с}.$$

Робоча швидкість повітря визначається з виразу:

$$v = 2 \cdot v_0, \quad (3.20)$$

$$v = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ м} / \text{с}.$$

Падіння тиску в шарі визначається з виразу:

$$\Delta p = g \cdot \rho_T \cdot (1 - \varepsilon) \cdot H, \quad (3.21)$$

де  $\varepsilon$  — пористість змішаного шару;

$H$  – висота шару ( $H = 0,15 \text{ м}$ ).

Пористість змішаного шару визначається з виразу:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{\text{ш}}}{\rho_T}, \quad (3.22)$$

де  $\rho_{\text{ш}}$  щільність шару ( $\rho_{\text{ш}} = 3735 \text{ кг} / \text{м}^3$ ).

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$\varepsilon = 1 - \frac{3735}{4150} = 0,1;$$

$$\Delta p = 9,81 \cdot 4150 \cdot (1 - 0,1) \cdot 0,15 = 5,496 \text{ кПа} .$$

Розрахунок другої критичної швидкості (швидкості видалення) здійснюється за формулою [33]:

$$v_c = \frac{Re_B \cdot \lambda}{d_{\min}}, \quad (3.23)$$

де  $Re_B$  — критерій Рейнольдса для обчислення другої критичної швидкості;

$\lambda$  - коефіцієнт кінематичної в'язкості,  $\lambda = 0,18 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$ ;

$d_{\min}$  - найменший діаметр частинок змішаних речовин, мм.

Критерій Рейнольдса для другої критичної швидкості визначається з виразу:

$$Re_B = \frac{Ar}{18 + 0,575\sqrt{Ar}}, \quad (3.24)$$

$$Re_B = \frac{838,5}{18 + 0,575\sqrt{838,5}} = 24,2 ,$$

$$v_c = \frac{24,2 \cdot 0,18 \cdot 10^{-4}}{0,17 \cdot 10^{-3}} = 2,56 \text{ м/с} .$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ПРАЦІ

### 4.1. Стан охорони праці в сільськогосподарських господарствах

Охорона праці на промисловому комплексі «Промінь» знаходиться на низькому рівні. Не всі недоліки, виявлені інженером з охорони праці, своєчасно усуваються. За останні 10 років смертельних випадків не було.

Персонал підрозділу недостатньо забезпечений методичною літературою, інструкціями, навчальними та наочними матеріалами, спеціалізованою літературою. Варто відзначити оснащення куточка з охорони праці та систематичне проведення всіх видів навчання.

На фермах інженер з охорони праці відповідає за охорону праці. Він несе значну відповідальність за порушення трудового законодавства, правил техніки безпеки, пожежної безпеки та промислової гігієни.

Господарство повинно наполегливо працювати над покращенням умов праці. Приміщення команди з технічного обслуговування та ремонту погано обладнані та не відповідають гігієнічним нормам.

Щодо заходів щодо забезпечення пожежної безпеки, слід зазначити, що підприємство має неналежним чином обладнані протипожежні щити на території тракторної бригади та автопарку.

Фахівець з охорони праці забезпечує та контролює наявність і функціональність протипожежного обладнання та призначає відповідальних за протипожежний стан систем та стан протипожежних щитів.

Найнебезпечнішими зонами на фермі є елеватор та зона зберігання паливно-мастильних матеріалів.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Савченко О.О.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Попик П.С.				56	4
Реценз.					НУБіП України		
Н. Контр.		Банний О.О.					
Затверд.							

Типові порушення правил безпеки праці та техніки безпеки на фермах:

- Порушення правил, що регулюють експлуатацію машин та обладнання;
- Недотримання правил безпеки під час роботи в нічний час;
- Порушення правил перевезення осіб до місця призначення та з місця призначення;
- Порушення правил пожежної безпеки.

Окрім цих порушень, існують також порушення побутового характеру:

- погане штучне освітлення в робочих зонах;
- у майстерні та поблизу немає необхідної кількості води;
- Трактористи та члени бригади іноді бувають п'яними на роботі.

#### **4.2 Оцінка безпеки та розробка заходів для безпечної експлуатації обладнання**

Згідно з ГОСТ 12.2.003-91 «Виробниче обладнання», газополуменеві роботи повинні виконуватися відповідно до вимог санітарних правил зварювання, наплавлення та різання металів, а також чинних санітарних правил.

Газополум'яне напилення покриттів та нанесення порошкових матеріалів у приміщеннях дозволяється у встановленому порядку.

Кожне стаціонарне робоче місце для газополуменевої обробки металу повинно мати площу не менше 5 м<sup>2</sup> (без урахування площі, зайнятої обладнанням та проходами), та не менше 4 м<sup>2</sup> для роботи в кабіні. Проходи повинні бути завширшки не менше 1 м. Площа робочого місця оператора газополуменевої обробки повинна бути не менше 10 м<sup>2</sup>.

Коли газополуменеве напилення покриттів та нанесення їх порошкових матеріалів на великоформатні вироби здійснюється вручну в приміщенні, слід використовувати переносні ручні витяжки, щоб забезпечити, щоб концентрація забруднюючих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустимі значення.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Заповнення та видалення порошку в бункери систем для газополум'яного напилення покриттів та порошкового осадження слід здійснювати за допомогою місцевих витяжних вентиляторів або у спеціальних камерах та кабінах з відсмоктуванням.

Для механізованих процесів зварювання та різання, пов'язаних зі збільшенням викидів пилу та газу, слід передбачати встановлення локальних систем пило- та газовідведення, включаючи мобільні системи, вбудовані в машини, системи або обладнання.

Під час поверхневого гартування, очищення та нагрівання газовим полум'ям слід передбачати спеціальні пристрої (захисні кожухи, огорожі тощо) для захисту працівників.

Обробку газополум'ям у замкнутих просторах та важкодоступних місцях слід проводити за таких умов:

- наявність безперервно працюючої припливно-витяжної вентиляційної системи, що забезпечує подачу свіжого повітря та відведення забрудненого повітря з нижньої та верхньої частин замкнутого простору та важкодоступних місць;

- забезпечення спеціальної вентиляції шляхом організації місцевих витяжних вентиляторів від стаціонарних або пересувних установок, коли загальна вентиляція не забезпечує прийнятних умов експлуатації;

- Звукоізоляція приміщення для детонаційного напилення покриттів.

Під час газополуменевої обробки металу виключається можливість впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на персонал у суміжних робочих зонах. Робочі місця для зварювання, різання, наплавлення, очищення та нагрівання обладнуються колективним захистом від шуму, інфрачервоного випромінювання та бризок розплавленого металу (щитки та екрани з негорючих матеріалів).

Через зростання кількості МТП особливе занепокоєння викликає забруднення повітря вихлопними газами.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В табл. 4.1 наведено кількість токсичних компонентів, що виділяються під час згоряння 1 кг палива.

Таблиця 4.1.

Кількість токсичних компонентів, що виділяються під час згоряння 1 кг палива

Компоненти	Тип палива	
	бензин	дизельне паливо
1	2	3
Чадний газ	465.6	2 08
вуглеводень	26.3	4.2
закис азоту	15.8	16.6
оксид сірки	1.9	7.6
Альдегіди	0,9	6.5
Сажа	1	5
Свинець	0,5	-

Для захисту навколишнього середовища встановлено гранично допустиму концентрацію токсичних речовин у повітрі згідно з державними стандартами.

Таблиця 4.2.

Гранично допустима концентрація токсичних речовин у повітрі

Токсичні речовини	ГДК, М/ м <sup>3</sup>	
	одноразова	щоденно
бензин	1	-
Чадний газ	6	1
закис азоту	0,3	0,1
оксид сірки	0,5	0,15
Свинець і важкі метали	-	0,0007
сажа	0,15	0,65
пилюка	0,5	-
сірководень	0,0 06	-

Кількість забруднюючих речовин, що викидаються під час використання МТП, наведена в таблиці 4.3.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 4.3.

## Кількість викидів забруднюючих речовин від МТА

Марка машини	Об'єм двигуна, л.	Години роботи двигуна на рік	Кількість забруднюючих речовин, кг.		
			СО	NO	СН 2С NO
1	2	3	4	5	6
К-701	7.8	1000	8.8	1.2	6.4
ДТ-75	5.3	1100	30.03	5.59	2.1
ФІАТ 160-90DT	5.5	1200	18.6	4.8	10.7
МТЗ-892	4.1	1100	18.05	2.54	12.5
Т-40	3.5	800	6.2	0,8	4.7
Загалом:			81,68	14,93	36,4

З таблиці 4.3 ми бачимо, що трактори щороку викидають багато забруднюючих речовин. Це дуже негативно впливає на навколишнє середовище, тому господарство повинно впроваджувати низку заходів щодо захисту навколишнього середовища, а саме:

- посилити контроль за зберіганням та використанням паливно-мастильних матеріалів;
- посилити технічний контроль за станом автомобілів і тракторів;
- Удосконалення операційної системи МТР та системи зберігання сільськогосподарської техніки;
- організувати службу контролю за дотриманням норм охорони навколишнього середовища;
- підвищувати обізнаність та пропаганду щодо охорони навколишнього середовища серед працівників та місцевого населення.

Дотримуючись вищезазначених заходів, ви можете покращити екологічну ситуацію в майстерні СТОВ «Промінь».

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

## РОЗДІЛ 5. ТЕХНІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

### 5.1 Техніко-економічне обґрунтування переобладнання майстерні Визначення капітальних вкладень для переобладнання РМ.

Вартість основних засобів нового ремонтного підприємства розраховується за формулою [11]:

$$C_o = \Delta F_n (C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{пі}}), \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де  $\Delta F_n$  – додаткова виробнича площа,  $\Delta F_n = 144 \text{ м}^2$ ;

$C_{\text{будівлі}}$  – середня вартість будівельно-монтажних робіт на  $1 \text{ м}^2$  виробничої площі,  $\text{грн/м}^2 \cdot C_{\text{будівлі}} = 5\,200 \text{ грн/м}^2$ ;

$C_{\text{об}}$  та  $C_{\text{пі}}$  – вартість обладнання, приладів та інструментів на  $1 \text{ м}^2$  виробничої площі,  $\text{грн/м}^2 \cdot C_{\text{об}} = 2200 \text{ грн/м}^2$ ,  $C_{\text{пі}} = 800 \text{ грн/м}^2$ .

$$C_o = 144 \cdot (5200 + 2200 + 800) = 1180\,800 \text{ грн.}$$

Для проектів реконструкції існуючого підприємства, де програма розширюється під час реконструкції, розмір додаткових інвестицій  $\Delta K$  розраховується за такою формулою:

$$\Delta K = (U_{\text{вм}} + U_{\text{об}} + 0,1 \cdot U_{\text{об}}) \cdot \Delta N, \text{ грн} \quad (5,2)$$

де  $U_{\text{вм}}$  та  $U_{\text{об}}$  – зведені нормативи на будівельно-монтажні роботи та обладнання,  $U_{\text{вм}} = 36\,000 \text{ грн./од. ремонту}$ ,  $U_{\text{об}} = 16\,000 \text{ грн./од. ремонту}$ ;

$\Delta N$  – сума збільшення річної програми умовного ремонту.  $\Delta N = 5$  умовних ремонтів

$$\Delta K = (36000 + 16000 + 0,1 \cdot 16000) \cdot 5 = 268\,000 \text{ грн.}$$

Тоді сума капітальних вкладень на будівництво цеху:

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Савченко О.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Попик П.С.				61	12
Реценз.					ТЕХНІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ  НУБіП України		
Н. Контр.		Банний О.О.					
Затверд.							

$$C_K = C_O + \Delta K, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

$$C_K = 1180800 + 268000 = 1\,448\,800 \text{ грн.}$$

**Визначаємо загальну вартість виконання всіх ремонтних робіт.**

Загальні витрати  $C_{\text{вх}}$  визначаються за формулою:

$$C_{\text{вх}} = C_{\text{прп}} + C_{\text{зч}} + C_{\text{рм}} + C_{\text{кооп}} + C_{\text{оп}}, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де  $C_{\text{прп}}$  – повна зарплата виробничих робітників у гривнях;

$C_{\text{зч}}$ ,  $C_{\text{рм}}$ ,  $C_{\text{кооп}}$  – нормативні витрати на запасні частини, ремонтні матеріали, оплата поставок до комерційних закладів, грн.;

$C_{\text{оп}}$  – собівартість загально-виробничих накладних витрат, грн.

**Загальна зарплата для виробничих робітників.**

Визначається за формулою:

$$C_{\text{прп}} = 1,3 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{дод}}) \cdot K_{\text{соц}}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де  $C_{\text{пр}}$  – основна заробітна плата виробничих робітників (включаючи всі види виплат), грн;

1,3 - коефіцієнт району.

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{год}} \cdot T_{\text{заг}}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де  $C_{\text{год}}$  – середня погодинна заробітна плата,  $C_{\text{год}} = 44$  грн;

$T_{\text{заг}}$  - загальна трудомісткість ремонтних робіт у цеху,  $T_{\text{заг}} = 15\,765$  робочих годин.

$$C_{\text{пр}} = 15765 \cdot 44 = 693655 \text{ грн.}$$

$C_{\text{дод}}$  – додатково нарахована заробітна плата виробничих працівників, включаючи відпускні та оплату понаднормової роботи. Для цілей навчання значення  $K_{\text{дод}}$  приймається рівним 25% від базової та додаткової посадових окладів.

$$C_{\text{дод}} = C_{\text{пр}} \cdot 0,25, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{дод.}} = 693655 \cdot 0,25 = 173413,8 \text{ грн.}$$

$K_{\text{соц.}}$  – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний податок та включає відрахування на медичне страхування, пенсійні фонди, фонди зайнятості тощо. Приймаємо 34,2% від суми основної зарплати та додаткової зарплати.

$$C_{\text{прп}} = 1,3 \cdot (693655 + 173413,8) \cdot 1,342 = 1\,510\,434 \text{ грн.}$$

### Витрати на запасні частини, ремонтні матеріали та доставку.

Вартість запасних частин  $S_{\text{зч}}$ , ремонтних матеріалів  $S_{\text{рм}}$  та витратних матеріалів кооперативу  $S_{\text{кооп}}$  під час поточного ремонту становить 93% від частини повної заробітної плати виробничих робітників, що виділяється на поточний ремонт. Отже, згідно з таблицею 2.2, частка трудомісткості поточного ремонту тракторів, комбайнів та автомобілів у загальній трудомісткості цеху  $\alpha$  визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{T_{\text{пр}}}{T_{\text{заг}}}; \quad (5.8)$$

де  $T_{\text{пр}}$  – загальна трудомісткість поточного ремонту тракторів, автомобілів, зернозбиральних комбайнів, робочий час;

$T_{\text{заг.}}$  - загальна трудомісткість цеху, людино-години.

$$\alpha = \frac{1738 + 4190 + 689}{15765} = 0,42.$$

Потім визначаємо значення ( $C_{\text{сч}} + C_{\text{рм}} + C_{\text{кооператив}}$ ) [11]:

$$S_{\text{зч}} + C_{\text{рм}} + C_{\text{кооп}} = 0,93 \cdot \alpha \cdot C_{\text{прп}}, \quad (5.9)$$

$$C_{\text{зч}} + C_{\text{рм}} + C_{\text{кооп}} = 0,93 \cdot 0,42 \cdot 1510434 = 589\,975,4. \text{ грн}$$

### Загальновиробничі накладні затрати.

Ці затрати включають витрати на такі статті:

1. Повна зарплата допоміжного персоналу, інженерно-технічного персоналу, працівників та молодшого ремонтного персоналу ремонтної майстерні.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Амортизація будівель, обладнання та інструментів.
3. Поточний ремонт будівлі та обладнання.
4. Затрати енергії: пара, електроенергія, вода.
5. Витрати на допоміжні матеріали.
6. Затрати на заходи з охорони праці.
7. Винахідницька та інноваційна робота.
8. Відрядження, література, канцелярське приладдя та інші витрати.

Ми припускаємо, що загальновиробничі накладні витрати становлять 34% від повної заробітної плати виробничих працівників.

$$C_{оп} = C_{прп} \cdot 0,34, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

$$C_{оп} = 1\,510\,434 \cdot 0,34 = 513\,547,6 \text{ грн.}$$

Загальна вартість усіх ремонтних робіт:

$$C_{в} = 1510434 + 589975 + 513548 = 2\,613\,957 \text{ грн.}$$

### **Розрахунок показників ефективності РМ.**

Продуктивність праці визначається відношенням кількості умовних ремонтів на кількість робітників:

$$П_{р.пр} = N_p / Ч, \text{ ум.рем/осіб.} \quad (5.11)$$

де  $N_p$  – кількість умовних ремонтів,  $N_p = 53$  умовних ремонтів;

$Ч$  – кількість робітників,  $Ч = 12$  осіб.

$$П_{р.пр} = 53 / 12 = 4,42$$

Визначим вартість ум. рем.  $C_{умр}$  для цеху після реконструкції [11]:

$$C_{умр} = C_{в} / N_p, \text{ грн /ум. рем.} \quad (5.12)$$

$$C_{ум.рем. (2)} = 2\,613\,957 / 53 = 49319,9 \text{ грн/ум.рем.}$$

Прибуток  $E_p$ , що виникає в результаті зменшення витрат на умовний ремонт, становить [11]:

$$E_p = (C_1 - C_2) N_p, \text{ грн} \quad (5.13)$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $C_1$  – вартість ум. рем. в існуючій майстерні, грн., згідно з даними господарства  $C_1 = 58\,400$  грн.

$$E_p = (58\,400 - 49\,319,9) \cdot 53 = 481\,245,3 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень [11]:

$$O_p = \frac{C_k}{E_p}, \text{ р.} \quad (5.14)$$

$$O_p = 1448800 / 481245 = 3 \text{ роки.}$$

### **Річний економічний ефект від впровадження проєкту.**

Очікуваний річний економічний ефект від реалізації проєкту переобладнання цеху у виробництво можна визначити за допомогою наступного співвідношення:

$$E_{PE} = E_p - C_0 \cdot E_H, \quad (5.15)$$

де  $E_H$  – коеф. економічної ефективності капітальних вкладень на будівництво об'єктів та споруд ( $E_H = 0,12$ ).

$$E_{PE} = 481\,245 - 1\,180\,800 \cdot 0,12 = 339\,549,3 \text{ грн.}$$

Очікувана економічна ефективність капвкладень у реконструкцію РМ розраховується за такою формулою:

$$E_{PM} = \frac{E_p}{C_0}, \quad (5.16)$$

$$E_{PM} = 481\,245 / 1\,180\,800 = 0,41.$$

Отримані техніко-економічні ключові показники семінару узагальнено

в

Табл. 5.1

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 5.1.

## Визначені техніко-економічні показники РМ

Назва індикаторів	Значення індикаторів	
	До реконструкції	Після реконструкції
Виробнича площа, м <sup>2</sup>	504	648
Кількість працівників, осіб	11	12
Обсяг додаткових капвкладень у будівництво, грн.	—	1 448 800
Загальна вартість ремонтних робіт, грн.	2 803 200	2 613 957
Річний обсяг робіт, людино-година	14 400	15 765
умовний ремонт	48	53
Продуктивність праці, умов. ремонт/чол	4.36	4.42
Вартість ум. рем., грн.	58 400	49 320
Річний економічний ефект, грн.	—	339 549
Строк окупності, роки.	—	3

**5.2 Техніко-економічне обґрунтування розробки проекту****Витрати на виробництво обладнання.**

Визначимо загальні витрати за формулою [11]:

$$C_{\text{уст}} = C_{\text{кд}} + C_{\text{пв}} + C_{\text{зв}} + C_{\text{дм}} + C_{\text{ск}} + C_{\text{ов}} + C_{\text{ог}}, \quad (5.17)$$

де  $C_{\text{кд}}$  – собівартість виготовлення деталей кузова в гривнях;

$C_{\text{пв}}$  – собівартість придбаної продукції, грн.

$C_{\text{зв}}$  – вартість зварювальних робіт, грн.

$C_{\text{дм}}$  – собівартість деталей, виготовлених на металорізальних верстатах, грн.

$C_{\text{ск}}$  – вартість монтажних робіт, грн.

$C_{\text{ов}}$  – загальновиробничі накладні витрати, грн.

$C_{\text{ог}}$  – загальні накладні витрати, грн.

Вартість на виготовлення деталей кузова розраховується за такою формулою:

$$C_{\text{кд}} = Q_{\text{м}} \cdot C_{\text{сд}}, \quad (5.18)$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

де  $Q_M$  – вага сировини, що використовується для виготовлення деталей корпусу, кг;

$C_{CD}$  – середня вартість одного кілограма прокату, грн,  $C_{CD} = 32$  грн.

$$C_{KD} = 60 \cdot 32 = 1\,920 \text{ грн.}$$

Вартість зварювальних робіт визначається за формулою:

$$C_{ЗВ} = C_{ЗВ.Р.} + 3_{ЗВ.Р.Д} + C_{ЗВ.Р.СОЦ.}, \quad (5.19)$$

де  $C_{ЗВ.Р.}$  - погодинна оплата праці зварювальника, грн.;

$C_{ЗВ.Р.Д}$  – додаткова заробітна плата, грн. Вона розраховується у розмірі 25% від погодинної оплати праці;

$C_{ЗВ.Р.СОЦ.}$  – внески на соціальне страхування, грн. Вони розраховуються за ставкою 34,2% від погодинної заробітної плати та додаткової заробітної плати.

$$C_{ЗВ.Р.} = t_{ЗВ.Р.} \cdot C_{ГЗВ.} \cdot K, \quad (5.20)$$

де  $t_{ЗВ.Р.}$  - загальний час зварювання, год.;

$C_{ГЗВ.}$  - Погодинна оплата праці зварювальника, розрахована на середньому рівні, грн., приймаємо  $C_{ГЗВ.} = 44$  грн.;

$K$  – коефіцієнт, що враховує додаткові виплати до основної зарплати.

$$t_{ЗВ.Р.} = \frac{Q}{I_{ЗВ} \cdot K_H \cdot K}; \quad (5.21)$$

де  $Q$  – кількість металу, що осадився, у кг;

$I_{ЗВ}$  - струм зварювання, А;

$K_H$  - коефіцієнт осадження;

$K$  – коефіцієнт робочого навантаження зварювальника. Враховуючи характер роботи, приймаємо  $K = 1,03$ .

$$t_{ЗВ.Р.} = \frac{1680}{300 \cdot 1,2 \cdot 1,03} = 4,53 \text{ год.}$$

Підставляючи у формулу (5.17), отримуємо:

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{ЗВ.Р.} = 4,53 \cdot 44 \cdot 1,3 = 259,1 \text{ грн.};$$

$$C_{ЗВ.Р.Д} = 0,25 \cdot 259,1 = 64,8 \text{ грн.};$$

$$C_{ЗВ.Р.СОЦ} = 0,342 \cdot (259,1 + 64,8) = 110,1 \text{ грн.}$$

Підставляючи у формулу (5.17), отримуємо:

$$C_{ЗВ} = 259,1 + 64,8 + 110,1 = 434 \text{ грн.}$$

Вартість куплених деталей та обладнання для  $S_{PV}$  становить 15 200 гривень.

Вартість виготовлення деталей на металорізальних верстатах розраховується за такою формулою:

$$C_{ДМ} = C_{ПР.П.} + C_{М}, \quad (5.22)$$

де  $C_{ПР.П.}$  – заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$C_{М}$  – матеріальні витрати на заготовки для виготовлення деталей на металорізальних верстатах, грн.

Заробітна плата виробничих робітників  $З_{ПР.Р.}$  розраховується за формулою:

$$C_{ПР.П.} = C_{ПР.} + СД + З_{СОЦ}, \quad (5.23)$$

де  $C_{ПР.}$  – погодинна ставка, грн.;

$СД$  – додаткова заробітна плата, грн. Вона розраховується у розмірі 25% від погодинної оплати праці;

$С_{СОЦ}$  – внески на соціальне страхування, грн. Розраховується у розмірі 34,2% від суми погодинної заробітної плати та додаткової заробітної плати.

Погодинна оплата праці працівника розраховується за такою формулою:

$$C_{ПР.} = t \cdot C_{ГОД} \cdot K, \quad (5.24)$$

де  $t$  – загальна трудомісткість виготовлення деталей на металорізальних верстатах у годинах, приймаємо  $t = 22$  години;

$C_{ГОД}$  – погодинна оплата праці працівників, розрахована за середньою заробітною платою, грн. Вважаємо  $C_{ГОД} = 44$  грн.

$K$  – коефіцієнт до основної зарплати, приймаємо  $K = 1,3$ .

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{пр}} = 22 \cdot 44 \cdot 1,3 = 1258,4 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{Д}} = 0,25 \cdot 1258,4 = 314,6 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{соц.}} = 0,342 \cdot (1258,4 + 314,6) = 534,8 \text{ грн.}$$

Підставляючи у формулу (5.21), отримуємо:

$$C_{\text{пр.п.}} = 1258,4 + 314,6 + 534,8 = 2\,107,8 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{М}} = C \cdot Q_{\text{С}}, \quad (5.25)$$

де  $C$  – собівартість 1 кг сировини для виробництва деталей на металорізальних верстатах у гривнях, приймаємо  $C = 80$  гривень;

$Q_{\text{С}}$  - матеріальна маса заготовок для виготовлення деталей на металорізальних верстатах, кг, приймаємо  $Q_{\text{С}} = 25$  кг.

$$C_{\text{М}} = 80 \cdot 25 = 2\,000 \text{ грн.}$$

Підставляючи у формулу (5.21), отримуємо:

$$C_{\text{ДМ}} = 2107,8 + 2000 = 4\,107,8 \text{ грн.}$$

Вартість монтажних робіт розраховується за такою формулою:

$$C_{\text{ск}} = C_{\text{ск.год}} + C_{\text{Д}} + C_{\text{соц.}}, \quad (5.26)$$

де  $C_{\text{ск.год}}$  – тарифна ставка монтажника, грн.;

$C_{\text{Д}}$  – додаткова заробітна плата, грн. Вона розраховується у розмірі 25% від погодинної оплати праці;

$C_{\text{соц.}}$  – внески на соціальне страхування, грн. Вони розраховуються за ставкою 34,2% від погодинної заробітної плати та додаткової заробітної плати.

$$C_{\text{ск.год}} = t C_{\text{год}} K, \quad (5.27)$$

де  $t$  – загальна трудомісткість складальних робіт у годинах, приймаємо  $t = 42$  години;

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_{\text{ГОД}}$  – погодинна оплата праці працівників, розрахована за середньою заробітною платою, грн. Вважаємо  $C_{\text{ГОД}} = 44$  грн.

$K$  – коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати, приймаємо  $K = 1,3$ .

$$C_{\text{СК.ГОД}} = 42\,44 \cdot 1,3 = 2\,402,4 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{Д}} = 0,25 \cdot 2\,402,4 = 600,6 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{СОЦ.}} = 0,342 \cdot (2\,402,4 + 600,6) = 1\,021 \text{ грн.}$$

Підставляючи у формулу (5.26), отримуємо:

$$C_{\text{СК}} = 2\,402,4 + 600,6 + 1\,021 = 4\,024 \text{ гривні.}$$

Загальні виробничі накладні витрати (цехові накладні витрати) на виробництво продукції установки розраховуються за виразом:

$$C_{\text{ОВ}} = 0,01 \cdot C_{\text{ПР}} \cdot R, \quad (5,28)$$

де  $C_{\text{ПР}}$  – базова зарплата виробничих робітників у гривнях;

$R$  – Накладні витрати компанії, %. Розраховуються за ставкою 34% від базової посадового окладу виробничих працівників.

$$Ц_{\text{ПР}} = C_{\text{ЗВ}} + C_{\text{ПР.П}} + C_{\text{СК}}, \quad (5,29)$$

де  $C_{\text{ЗВ}}$  – вартість зварювальних робіт, грн, див. формулу (5.19);

$C_{\text{ПР.П}}$  – заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$C_{\text{СК}}$  – вартість монтажних робіт, грн.

$$Ц_{\text{ПР}} = 434 + 2\,107,8 + 4024 = 6\,565,8 \text{ грн.}$$

Підставляючи у формулу (5.28), отримуємо:

$$C_{\text{ОВ}} = 0,01 \cdot 6\,565,8 \cdot 34 = 2\,232,4 \text{ грн.}$$

загальні накладні витрати  $C_{\text{ОГ}}$  за формулою:

$$C_{\text{ОГ}} = 0,01 \cdot Ц_{\text{ПР}} \cdot R_{\text{ОГ}}, \quad (5,30)$$

де  $R_{\text{ОГ}}$  – загальний відсоток загальних накладних витрат, % розраховується за ставкою 12% від базової посадового окладу виробничих працівників.

$$C_{\text{ОГ}} = 0,01 \cdot 6\,565,8 \cdot 12 = 787,9 \text{ грн.}$$

Якщо підставити отримані значення у формулу (5.17), то отримаємо:

$$C_{\text{УСТ}} = 1920 + 15200 + 434 + 4107,8 + 4024 + 2232,4 + 787,9 = 28\,706,1$$

грн.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Капітальні інвестиції, враховуючи витрати на встановлення, становлять:

$K = 30\,000$  грн.

**Розрахунок показників ефективності розробки.**

Очікувана прибутковість капітальних вкладень

$$E_c = E_p / K, \quad (5,31)$$

де  $E_p$  – річна очікувана економія;

$K$  – Капітальні інвестиції.

$$E_p = 400 \cdot C_r \cdot t, \text{ грн.} \quad (5,32)$$

де 400 – кількість ремонтних майстерень як на власному заводі компанії, так і на заводах інших компаній;

$t$  - час, зекономлений працівником,  $t = 0,3$  години;

$C_r$  - погодинна заробітна плата робітника,  $C_r = 44$  грн.

$$E_p = 400 \cdot (C_{пр} + C_{Д} + C_{соц});$$

$$C_{пр} = 44 \cdot 0,3 \cdot 1,3 = 17,2 \text{ грн.};$$

$$C_{Д} = 0,25 \cdot 17,2 = 4,3 \text{ грн.};$$

$$C_{соц} = 0,342 \cdot (17,2 + 4,3) = 7,3 \text{ грн.};$$

$$E_p = 400 (17,2 + 4,3 + 7,3) = 11\,520 \text{ грн.}$$

**Строк окупності капвкладень.**

$$O_p = K / E_p; \text{ роки;} \quad (5,33)$$

$$O_p = 30\,000 / 11\,520 = 2,6 \text{ роки,}$$

$$E_c = 11\,520 / 30\,000 = 0,38.$$

**Річний економічний ефект**

$$E = [E_p - E_n \cdot (K_2 - K_1)], \text{ грн.} \quad (5,34)$$

де  $E_n$  – коефіцієнт регулювання,  $E_n = 0,15$ ;

$K_2$  – сума капітальних вкладень; грн .

$K_1$  – вартість придбання конструкції,  $K_1 = 0$  грн.

$$E = [11\,520 - 0,15 \cdot 30\,000] = 7\,020 \text{ гривень.}$$

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк. 71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, якщо  $E = [E_p - E_n \cdot (K_2 - K_1)] > 0$ , то капітальні інвестиції є ефективними.

## ВИСНОВКИ

Проаналізувавши господарську діяльність акціонерного товариства «Промінь» Вінницької області, ми прийняли рішення про реконструкцію ремонтної майстерні підприємства.

Далі, після завершення розрахунків, ми беремося за ремонтну майстерню за типовим проектом з встановленням сучасного обладнання. Річна програма збільшена до 53 умовних ремонтів. Площа майстерні становить 648 м<sup>2</sup>, кількість працівників – 12 осіб, річна вартість виконання ремонтних робіт – 2 613 957 грн, продуктивність праці – 4,42 умовних рем./чол, вартість умовного ремонту – 49 320 грн, а річний економічний ефект – 339 549 грн. Це включає додаткові капітальні вкладення в будівництво у розмірі 1 448 800 грн. Термін окупності – 3 роки.

Ремонт збільшить потужність ремонтної майстерні, розширить асортимент виконуваних ремонтних робіт та покращить умови праці працівників.

У проектній частині кваліфікаційної роботи було запропоновано систему газотермічного напилення та проведено необхідні розрахунки для підвищення продуктивності праці, покращення якості ремонтних робіт та зниження трудомісткості. Вартість становить 30 000 гривень. Річний економічний ефект – 7 020 гривень, термін окупності – 2,6 року.

Питання охорони праці та охорони навколишнього середовища, що розглядаються в роботі, дозволять компанії підвищити рівень безпеки праці та покращити екологічну ситуацію навколо та на території цеху.

Цей проект має економічний сенс і може бути використаний					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ		
безпосередньо у виробництві.							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.			
Розроб.		Савченко О.О.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Попик П.С.				72	1
Реценз.					<b>ВИСНОВКИ</b>		
Н. Контр.		Банний О.О.			<i>НУБіП України</i>		
Затверд.							

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сідашенко О.І., Науменко О.А., Поліський А.Ю. Ремонт автомобіля. – К.: Урожай, 2014.- 400 с.
2. Проволоцький А.Є. Струмоструминна обробка та шліфування деталей машин. - К.: Техніка, 1989. - 177 с.
3. Бабусенко С.М. Проектування ремонтних майстерень. - М.: Агропромиздат. 1998. - 314 с.
4. Семенов Ю.Г., Черкунов Н.К., Сергій І.С. Курсове та дипломне проектування з ремонту машин. - М.: Колос, 1991. - 264 с.
5. Ульман І.Є. Технічне обслуговування та ремонт техніки. - М.: Агропромиздат. 1999. - 362 с.
- 6-й поверх Калашников, Ремонт верстатів. – Київ: Вища школа, 1983. – 402 с.
7. Булей І.А., Іващенко І.І. Проектування ремонтних майстерень сільськогосподарських підприємств - К.: Вища школа, 1981. - 287 с.
8. Цурпал І. А. Короткий курс з довговічності матеріалів. – К.: Вища школа, 1989. – 405 с.
9. Леман С.Д. Довідник з охорони праці та гігієни праці на сільськогосподарських підприємствах. - К.: Урожай, 1990. - 280 с.
10. Нікітін Л.І. Охорона праці в лісовому та деревообробному господарстві. - К.: Лісівництво, 2007 - 400 с.
11. Іваницький, О. О. Охорона праці. - К.: Урожай, 2018. - 238 с.
12. Гуревич Д. Ф., Цирін А. А. Ремонтні майстерні радгоспів і колгоспів. - К.: Агропромиздат, 1988. - 336 с.

01.12-КР.2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ					
13. Ремонт сільськогосподарської техніки. Довідник / За ред.					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	
Розроб.	Сідашенко О.І.	Науменко О.А.			
Перевір.	Попик П.С.				
Реценз.					
Н. Контр.	Банний О.О.				
Затверд.					
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ					
			Літ.	Арк.	Акрушів
				73	2
<i>НУБіП України</i>					



14. Беляков Г. І. Охорона праці. – М., Укрінформ., 1990. – 431 с.
15. Крижановський В.І. Посібник з нормування робіт у ремонтних майстернях. - К.: Урожай, 1988. - 242 с.
16. Левицький Н. С. Організація ремонту та планування сільськогосподарських підприємств. - М.: Колос, 1977. - 387 с.
17. Технологічне обладнання, устаткування, прилади та інструменти для ремонту: Каталог. - К.: Інформатротех, 1996. - 465 с.
18. Технологія ремонту машин та обладнання: За ред. ІСТ. Левицького. 2-ге видання. Перероблене. - К.: Колос, 2005. - 469 с.
19. Охорона праці під час ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки / За ред. доктора технічних наук Черепанової Ц.Ц. - М.: Колос, 1991. - 256 с.
20. Охорона праці та охорона навколишнього середовища / За ред. Белова С.В. – К.: Вища школа, 1991. – 317 с.
21. Бутко Д.А., Луценков В.П. та ін. Організація охорони праці в сільському господарстві та суміжних галузях. - Сімферополь, 2008. - 368 с.

					01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

01.12-КР. 2265«С» 2024.12.16.047 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Савченко О.О.			ДОДАТКИ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Попик П.С.					75	2
Реценз.						НУБіП України		
Н. Контр.		Банний О.О.						
Затверд.								