

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А з дослідженням процесу механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика*

Виконав: студент VI курсу, групи МАм-61  
спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Жук В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри д.т.н., доц., О.Л.Ляшук

«07» жовтня 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

*Жуку Віктору Олеговичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А з дослідженням процесу механічної обробки різьей при використанні комбінованого свердла-мітчика

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Гевко Іван Богданович д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «07» жовтня 2019 року № 4/7 – 886

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Креслення деталі. Перелік несправностей.

Дані для дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Спеціальний розділ. Науково-дослідний розділ. Проектний розділ. Обґрунтування економічної ефективності. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Екологія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Вал вентилятора – А1; Схема розбирання веннтілятора – А1; Пристосування для розбирання валів – А1; Способи відновлення валів – А1; Пристосування для фрезерування шпонкових пазів – А1; Установка високошвидкісної наплавки – А1; Пристосіблення контрольне – А1; Результати експериментальних досліджень – А1; Дільниця для відновлення вала вентилятора ПУН-5.09.601А. – А1;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>доцент Гудь В.З.</i>		
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>доцент Ляшук О.Л.</i>		
<i>Охорони праці</i>	<i>доцент Ткаченко І.Г.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викладача Клепчик В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>доцент Лясота О.М.</i>		

7. Дата видачі завдання 07.10.2019 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Загально-технічний розділ</i>	<i>07.10.19р.</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>14.10.19 р.</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>23.10.19 р.</i>	
4	<i>Спеціальний розділ</i>	<i>30.10.19 р.</i>	
5	<i>Науково-дослідний розділ</i>	<i>06.11.19 р.</i>	
6	<i>Проектний розділ</i>	<i>13.11.19 р.</i>	
7	<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>27.11.19 р.</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація</i>	<i>04.12.19 р.</i>	
9	<i>Екологія.</i>	<i>11.12.19 р.</i>	
10	<i>Графічна частина</i>	<i>18.12.19 р.</i>	

Студент

(підпис)

*Жук В.О.*

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

*Гевко І.Б.*

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А з дослідженням процесу механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник магістерської роботи д.т.н., професор Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з дев'яти розділів і 99 сторінок формату А4 та 10 аркушів формату А1 графічної частини 5 сторінок додатків.

Ключові слова: відновлення, механічно обробка, технологічний процес, інструмент, обладнання.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Коротка характеристика та умови роботи агрегату.....	8
1.2 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, яка відновлюється.....	9
1.3 Аналіз умов роботи і причин зношення деталі, що відновлюється.....	11
1.4 Вплив основних зносів деталі на технічний стан сполучень та якість роботи агрегату в цілому.....	12
1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	13
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	16
2.1 Технологічний процес дефектування деталі, складання маршрутів відновлення.....	16
2.2 Огляд існуючих методів відновлення валів.....	17
2.3 Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення та його характеристика.....	18
2.4 Технологічний процес відновлення деталі.....	25
2.5 Обґрунтування і вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірального, контрольного інструменту і ремонтних матеріалів.....	25
2.6 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій.....	25
2.7 Нормування часу виконання технологічних операцій відновлення.....	27
2.8 Раціональні параметри процесу електродугового наплавлення під шаром флюсу.....	30
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	41
3.1 Приспосіблення для розбирання валів.....	41
3.2 Приспосіблення для фрезерування шпонкових пазів.....	44
<b>4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	47
4.1 САПР автоматизації технологічної підготовки виробництва та моделювання.....	47
4.2 Система геометричного моделювання GeMMa-3D.....	50

<b>5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>53</b>
5.1 Аналіз процесу механічної обробки різей.....	53
5.2. Обгунтування процесу механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика в дільниці ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А.....	55
5.3. Дослідження процесу механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика.....	57
<b>6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>61</b>
6.1 Розрахунок трудомісткості та обсягу робіт на дільниці.....	61
6.2 Розрахунок фондів часу.....	62
6.3 Розрахунок кількості робітників, обладнання, площі.....	63
6.4 Розробка плану дільниці.....	67
6.5 Вибір підйомно-транспортних засобів.....	68
6.6 Енергетичні розрахунки на дільниці.....	68
<b>7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>74</b>
7.1 Розрахунок собівартості відновлення валу ПУН 5.09.601 А.....	74
7.2 Техніко-економічні розрахунки капіталовкладень.....	78
<b>8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>84</b>
8.1 Естетичне оформлення виробничого приміщення.....	84
8.2 Розрахунок вентиляції.....	87
8.3 Визначення зони зараження при витoku отруйного газу.....	90
<b>9 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>91</b>
9.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів.....	91
9.2 Охорона та раціональне використання водних ресурсів.....	92
9.3 Шляхи покращення екологічного стану господарства.....	95
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....</b>	<b>98</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>99</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Відомо широке коло різноманітних методів та способів, що забезпечують підвищення надійності, довговічності та продуктивності використання людиною технічних засобів різноманітного призначення. Як свідчить інженерна практика, у більшості випадків (80...90 %) причиною виходу з ладу технічних пристроїв є поступова втрата їх функціональної придатності, зумовлена зношуванням рухомих спряжень (вузлів тертя). В зв'язку з цим науковцями, конструкторами, технологами і експлуатаційниками приділяється значна увага підвищенню зносостійкості, довговічності трибосистем ковзання. З цією метою опрацьована і застосовується на практиці велика група різноманітних методів та способів підвищення зносостійкості.

Ефективне використання машин і обладнання забезпечується високим рівнем їх технічного обслуговування і ремонту, наявністю необхідного числа запасних частин. Збалансоване забезпечення запасними частинами ремонтних підприємств і сфери експлуатації машин і обладнання, як показують техніко - економічні розрахунки, доцільно здійснювати з урахуванням періодичного поновлення працездатності деталей, відновлених сучасними методами.

Відновлення деталей машин забезпечує економію високоякісного матеріалу, палива, енергетичних і трудових ресурсів, а також раціональне використання природних ресурсів і охорону навколишнього середовища. Для відновлення працездатності зношених деталей необхідно в 5 - 8 разів менше технологічних операцій в порівнянні з виготовленням нових деталей.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Коротка характеристика та умови роботи агрегату

Універсальні пристосіблення ПУН-5 та ПУН-6 призначені для спільного та роздільного збирання подрібненої соломи та полови чи розкидування її по полю. Їх під'єднують на молотильний апарат зернозбиральних комбайнів.

Вентилятор є однією зі складових частин даних пристосувань. Креслення вентилятора зображено на рис.1.1.

На іншому кінці валу, також за допомогою шпонкового з'єднання встановлено пропелер, при обертанні якого створюється повітряний потік, яке потрібний для видуву соломи та полови в процесі збирання зернових культур.

Вентилятор працює в дуже важких умовах. Постійна запиленість та знакозмінні навантаження, пов'язані з різною подачею соломенної маси, зміна швидкості обертання вала вентилятора створюють несприятливі умови для деталей вентилятора.

Вал вентилятора є одною з ресурсовизначальних деталей, оскільки спроможність його робочих поверхонь міцно утримувати деталі без перекосів та зазорів визначає якість роботи вузла в цілому.

Вал вентилятора можна назвати типовим представником класу валів, яке застосовуються на сільськогосподарських машинах. Підтвердженням тому є умови його роботи, режими навантаження, і також наявність поверхонь, які є посадковими для підшипників кочення та шпонкових з'єднань.

Вентилятор складається з корпусу в якому на підшипниках кочення обертається вал. Крутний момент на вал передається крізь пасову передачу. Для цього на одному з кінців валу за допомогою шпонкового з'єднання встановлено шків.



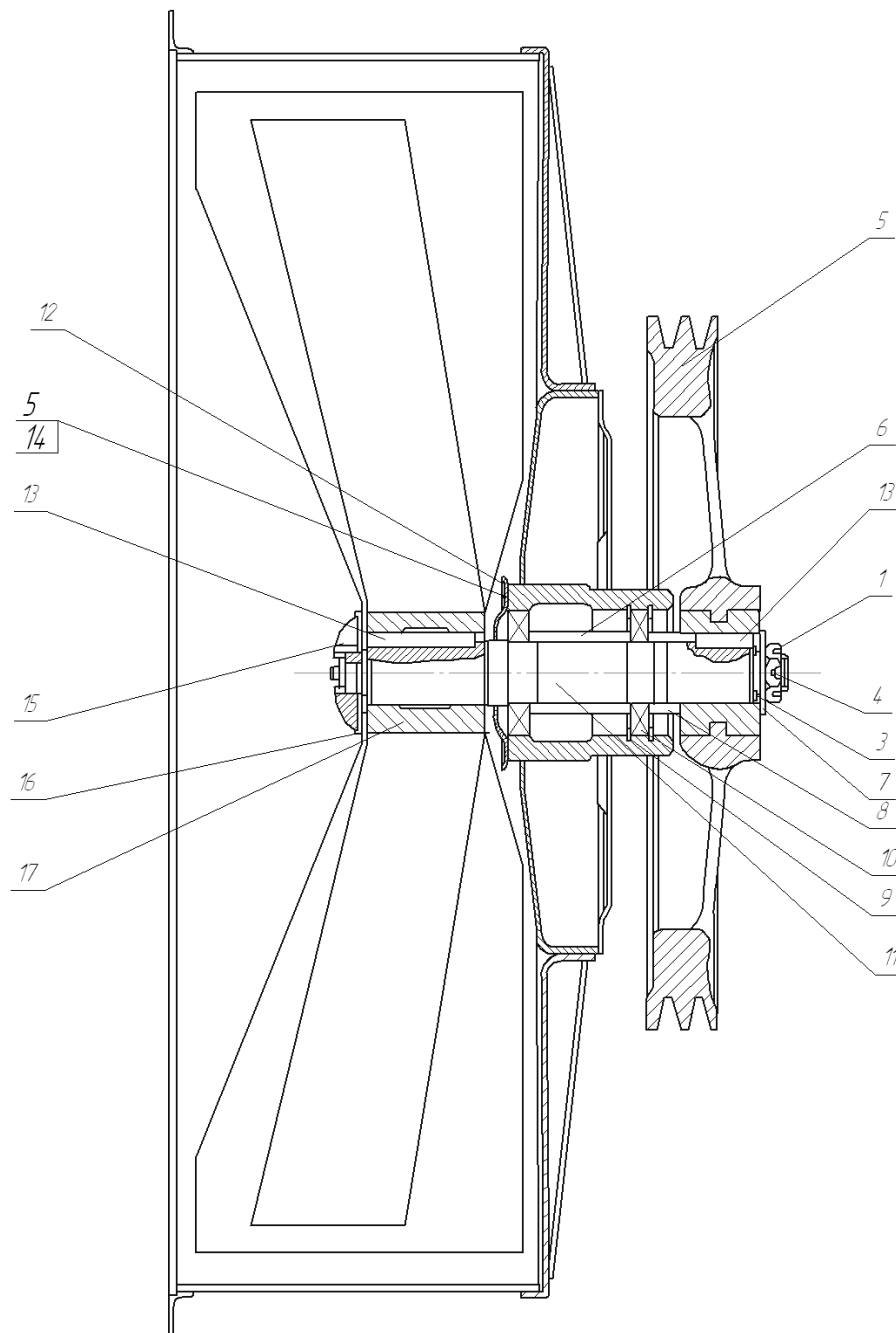


Рис.1.1. Вентилятор ПУН-5.

1 – гайка, 2 – шпонка, 3 – стопорне кільце; 4 – шплінт, 5 – шків, 6 – втулка; 7 – шайба, 8 – втулка; 9 – кільце; 10 – підшипник; 11 – вал; 12 – пильовик; 13 – шпонка; 14 – болт; 15 – гайка спеціальна; 16 – шайба стопорна; 17 – пропелер

## 1.2 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей деталі, що відновлюється

Вал вентилятора являє собою суцільну металеву конструкцію та відноситься до класу.

Вал призначений для передачі крутного моменту від шківа до пропелера та підлягає впливу великих зовнішніх навантажень, змінних за величиною та напрямком. Матеріалом для виготовлення валу служить переважно сталь 45, що має наступний хімічний склад, який наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 45

Матеріал	Вміст елементів, %					
	C	Mn	Si	Cr	P	S
Сталь 45	0,44	0,58	0,22	-	0,025	0,03

Хімічні елементи, яке входять до складу даної сталі свідчать про забезпечення необхідних фізико-механічних характеристик робочих поверхонь. Заготовкою для виготовлення деталі є круг діаметром 50 мм.

Креслення деталі представлено на рис.1.2.

Зовнішня поверхня вала підлягає гартуванню, після чого здійснюється низьке відпускання. Твердість робочих поверхні складає відповідно з вимогами ГОСТ 616-79 HRC<sub>3</sub> від 41 до 45, і серцевини від 30 до 32 HRC<sub>3</sub>.

Мікроструктура поверхневого шару повинна складатися з мартенситу, в якому допускаються рівномірно розподілені включення залишкового аустеніту та троститу, також можливі окремі включення фериту.

Граничні відхилення розмірів по параметрам некруглості робочої поверхні не повинні перевищувати 0,04мм, при шорсткості поверхні в межах Ra≤1,6 мкм. Навантаження на злом до появи тріщин складає від 2,5 до 7,5 тон.

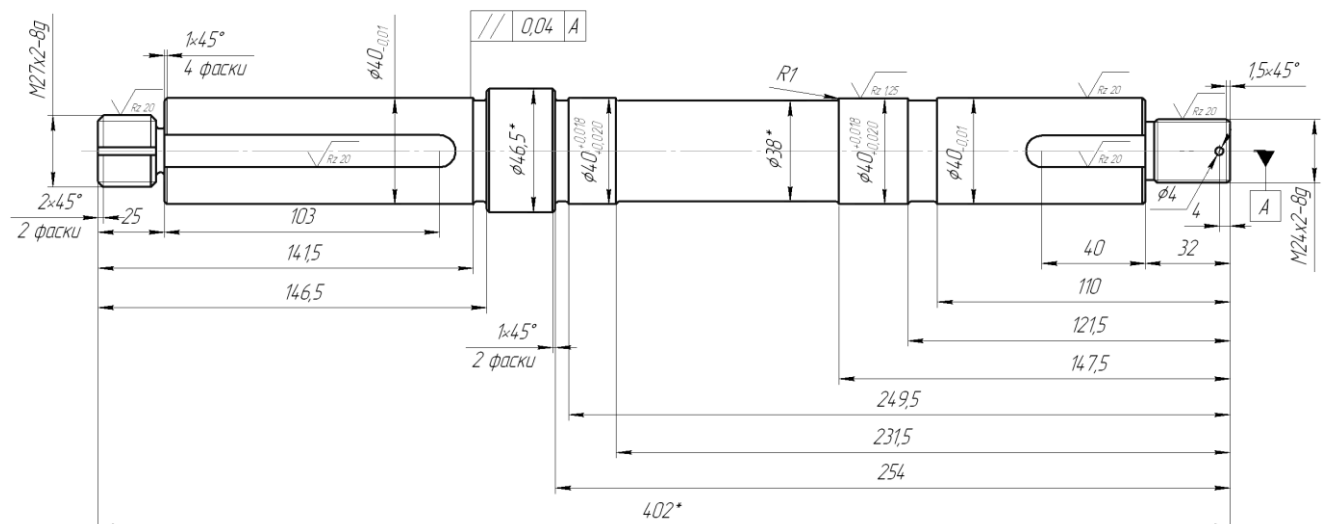


Рис. 1.2. Вал ПУН 09.601А, вентилятора ПУН-5

Наведені конструктивно-технологічні характеристики та технічні вимоги на кожну поверхню деталі зводимо в таблицю 1.2

Таблиця 1.2 – Конструктивно-технологічні характеристики та технічні вимоги деталі – вал ПУН 09.601А.

Найменування поверхні деталі	Відхилення розмірів поверхні деталі, мм	Клас точності виготовлення поверхні	Термічна обробка (попередня)	Термічна обробка (заключна)	Твердість поверхні, HRC	Назва методу заключної механічної обробки	Шорсткість поверхні, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Поверхня валу під шків	-0,01	IV	Гартування	Низьке відпускання	41...45	Шліфування	R <sub>z</sub> 20
2. Поверхня валу під підшипник	+0,020 +0,018	IV	Гартування	Низьке відпускання	41...45	Шліфування	R <sub>z</sub> 12.5
3. Поверхня валу під пропелер	-0,01	IV	Гартування	Низьке відпускання	41...45	Шліфування	R <sub>z</sub> 20

### 1.3 Аналіз умов роботи та причин зношення деталі, яке відновлюється

Зношування характеризується поступовою зміною геометричних розмірів тіла при терті, яке виявляється в від'єднанні з поверхні тертя матеріалу, чи його пластична деформація. При деформації поверхонь під дією зовнішніх сил, і також термічної активації, тобто при отриманні додаткової енергії, можливий рух дислокацій, коли викривлення ґратки від дислокації передаються в інші області кристала метала. При цьому атоми переміщуються незначно із незрівноваженого положення в зрівноважене, виводячи із стійкості сусідні

атоми до певного моменту, наприклад виходу дислокації на поверхню кристалу, перетину з іншою дислокацією чи взаємодії з іншими дефектами кристалічної ґратки та здатні перерости в мікро- та макроскопічні дефекти поверхонь.

Головним видом зношування в сполученнях вал-підшипник, вал-шків та вал-пропелер є механічний вид – зношування в результаті контактної взаємодії. Руйнування поверхневого шару матеріалу вала відбувається в результаті силового впливу зовнішнього середовища (шків, підшипник, пропелер), які спряжені з ним. Взаємодія сполучених поверхонь при зовнішній контактній взаємодії локалізована в дуже тонких поверхневих шарах контактуючої пари. Фізико-механічні та хімічні властивості цих шарів відрізняються від аналогічних властивостей основного матеріалу тіл. Ця різниця пояснюється, в основному, змінами в поверхневих шарах, які відбулися в процесі контактної взаємодії. При контактуванні поверхонь плями дотику переміщуються, зникають, знову з'являються. Взаємодію виступів, яке утворюють плями дотику поверхонь сполучення, називають фрикційними зв'язками. Виникнення та порушення цих зв'язків з двоїстою молекулярно-механічною природою та визначає процес зношування. Складність визначення та опису процесу зношування полягає в тому, яке утворення і руйнування фрикційних зв'язків супроводжуються так званими похідними процесами, виникненням локальних температур, адсорбційним насиченням елементами з навколишнього середовища та від контртіла, хімічною взаємодією (окисленням) тощо. Незважаючи на складність та різноманітність процесів, яке впливають на зношування поверхонь, є основні, які переважають в даних умовах взаємодії, і саме механічне зношування, в результаті контакту поверхонь при високих знакозмінних навантаженнях.

#### **1.4 Вплив основних зносів деталі на технічний стан сполучень та якість роботи агрегату в цілому**

В процесі експлуатації сільськогосподарської техніки її деталі піддаються

активній механічній та хімічній дії, та до них прикладені значні зовнішні зусилля. Інтенсивному зношуванню піддаються вали, які передають крутні моменти.

Особливо зношуються робочі поверхні валів на яких розташовані, шків, підшипники кочення та підшипники ковзання. Потрапляння між контактуючими поверхнями зовнішнього агресивного середовища прискорює процеси зношування. В наслідок цього утворюються зазори, величина яких значно перевищує граничні. Збільшення зазорів в спряженнях робочих поверхонь викликає підвищення ударних динамічних навантажень та вібрації при роботі вузлів та агрегатів сільськогосподарської техніки. Підвищена вібрація може викликати передчасне руйнування корпусних деталей, утворення на їх поверхнях утомних тріщин.

Для валу вентилятора ПУН-5 поява зазорів в спряженнях пропелера та шківа спричиняє інтенсивне руйнування шпонкових пазів та внутрішніх циліндричних поверхонь. Внаслідок цього шків та пропелер будуть мати перекіс осей відносно осі вала. В утворені зазори будуть потрапляти абразивні частинки, яке присутні в робочому середовищі в вигляді пилу. Наявність між контактуючими поверхнями абразивних частинок в кілька разів збільшує інтенсивність зношування.

При абразивному зношуванні відбувається пластичне деформування робочих поверхонь, яке приводить до втомного їх руйнування. Крім того, в залежності від фізико-механічних характеристик абразиву, можуть спостерігатися процеси мікрорізання робочих поверхонь з видаленням частинок металу.

Наявність вказаних процесів зношування та граничних зносів робочих поверхонь вала вентилятора унеможлиблює подальшу його експлуатацію без відновлення зношених поверхонь до номінальних розмірів.

## **1.5 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу**

Відомо, яке сільськогосподарська техніка працює та дуже важких умовах.

Наявність агресивних технологічних середовищ обумовлює інтенсифікацію процесів зношування. До таких середовищ можна віднести перш за все ґрунт, в якому міститься до 95% абразивних частинок. Збирання продукції рослинництва супроводжується утворенням пилу, який також містить безліч абразиву в зваженому стані.

Умови роботи деталей сільськогосподарської техніки характеризуються наявністю високих знакозмінних навантажень, підвищених рівнів вібрації. Це є наслідком постійної зміни режимів роботи машин.

Наведені негативні фактори безперечно знижують надійність деталей. Як показує практика та безліч проведених експериментальних досліджень, одними з найбільш зношуваних деталей є деталі типу вал.

Вали сільськогосподарських машин передають значні крутні моменти. Опорами, в яких обертаються вали переважно служать підшипники кочення, яке насаджені на вали з певним натягом. Наявність різних видів передач крутних моментів, наприклад пасові, ланцюгові та т.п., обумовлює застосування шківів, зірочок, які з'єднані з валом також з натягом із застосуванням шпонкових з'єднань.

Наявність процесів фретинг-корозії поверхонь валів в місцях сполучення з вищезгаданими елементами приводить передчасної втрати їх працездатності. Заміна зношених деталей вимагає значних фінансових вкладень на придбання нових, додаткових затрат людської праці при ремонті вузлів та агрегатів, непередбачених простоїв техніки. Все це безумовно підвищує собівартість продукції сільськогосподарського виробництва, яке є вельми негативним в сучасних умовах ринкових відносин.

Відновлення зношених валів сільськогосподарської техніки може бути значним додатковим ресурсом в зниженні собівартості продукції та при цьому виникає можливість створення додаткових робочих місць.

Було поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання дипломного проекту:

1. Провести аналіз величини та характеру зношування деталей типу вал сільськогосподарської техніки.

2. Охарактеризувати основні методи відновлення та зміцнення валів.
3. Розробити технологічний процес відновлення валів способом електродугового наплавлення порошкового дроту під шаром флюсу.
4. Запропонувати пристосування для розбирання валів та фрезерування шпонкових пазів.
5. Провести дослідження процесу механічної обробки різьей при використанні комбінованого свердла-мітчика
6. Спроекувати виробничу ділянку для відновлення даної деталі
7. Розробити організаційно-економічну частину роботи.
8. Описати засоби охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.
9. Зробити загальні висновки до магістерської роботи.
10. Розробити комплект технологічної документації за ГОСТ 3.1404-86; виконати графічну частину проекту.
11. Дати техніко-економічну оцінку запропонованого процесу.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технологічний процес дефектування деталі, складання маршрутів відновлення

Оцінка технічного стану деталі та визначення її придатності до експлуатації є завданням технологічного процесу дефектації. В технічних умовах на дефектацію зазначаються два види оцінювальних параметрів, тобто критеріїв технічного стану деталі: критерій допустимого подальшого використання деталей, який забезпечує ресурс до наступного ремонту, та критерій граничного стану, за якого деталь не може встановлюватись на машину, таку деталь ремонтують коли це технологічно можливо, чи бракують коли вона не піддається відновленню.

Стан деталей під час дефектації оцінюється наступними способами: оглядом – для визначення загального стану деталі; лінійним інструментом для визначення розмірних дефектів; спеціальними приборами та приспособленнями для оцінки фізико-механічних властивостей деталі; гідравлічні та пневматичні випробування – для виявлення тріщин, нещільностей; дефектоскопія – для виявлення прихованих дефектів та мікротріщин. Процес дефектації деталі виконують після її попередньої очистки, знежирювання та миття. При дефектації деталі необхідно суворо дотримуватися технічних вимог на їх контроль та сортування. Дефектація деталей виконується робітниками певного розряду та кваліфікації на спеціально обладнаних місцях. Для всіх відібраних по технічним показникам варіантів технологічних процесів усунення дефектів за прийнятим маршрутом, складають плани операцій, в тому числі та плани операцій для варіантів технологічних процесів усунення одного з дефектів.

По прийнятому маршруту встановлення вала ПУН-5 09.601А, повинні бути усунені такі види дефектів: знос поверхні вала під шків та крильчатки; знос поверхні вала під підшипник; знос паза під шпонку; ушкодження різьби; згин вала. Для усунення дефекту “знос поверхні вала під шків та крильчатки”, “знос поверхні вала під підшипник”, прийнято варіант технологічного процесу,



яке передбачає виконання такої операції: наплавка дефектів проволокою 1,6 Нп-30 ХГСА в середовищі вуглекислого газу. Для усунення дефекту “знос паза під шпонку” прийнято варіант технологічного процесу, яке передбачає виконання такої операції: заплата дефекта проволокою 1,6 Нп-30 ХГСА в середовищі вуглекислого газу. Для усунення дефекту “пошкодження різьблення”, прийнято варіант технологічного процесу, яке передбачає виконання такої операції: наплавка дефектів проволокою 1,6 Нп-30 ХГСА в середовищі вуглекислого газу. Для усунення дефекту “деформація вала”, прийнято варіант технологічного процесу, яке передбачає виконання такої операції: правка. Карта сполучення дефектів вала вентилятора ПУН-5 по маршрутам представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Карта сполучення дефектів вала вентилятора по маршрутам

№ дефекту	Найменування дефекту	Номер маршруту та сполучення дефектів		
		I	II	III
1.	Знос поверхні валу під крильчатки та шків до розміру менш $\varnothing 39,8\text{мм}$ .	+	+	+
2.	Знос поверхні валу під підшипники 180508 <sub>к-1</sub> до розміру менш $\varnothing 40,0\text{мм}$ .	-	+	+
3.	Знос паза по ширині під шпонку до розміру більш 11,99мм.	+	+	+
4.	Ушкодження різьби М24х2-8g (зрив більше двох ниток)	-	+	+
5.	Пошкодження різьби М27х2-8g (зрив більше двох ниток)	-	+	+
6.	Згин вала (биття не більш 0,4мм.)	-	-	+

## 2.2 Огляд існуючих методів відновлення валів

Для відновлення працездатності валів сільськогосподарської техніки застосовують різні способи. Найбільшого розповсюдження знайшли способи,

яке представлені на рис.2.1.

Для відновлення циліндричних поверхонь застосовують переважно різні способи наплавлення, напилення та електролітичного отримання покриттів.

Аналіз приведених способів дає змогу зробити висновок про доцільність застосування способу дугового наплавлення.

Наведені способи напилення покриттів та електролітичного їх осадження поряд з існуючими перевагами мають також та недоліки.

Напилення зміцнювальних покриттів не дозволяє отримати високої міцності зчеплення покриття з основою, не зважаючи на вид джерела енергії. Також способи напилення не завжди забезпечують необхідні фізико-механічні характеристики покриттів.

Електролітичне нанесення зносостійких покриттів серед представлених способів відновлення характеризується високою вартістю відновлювальних робіт. Також наявний недолік, яке характерний для вищенаведених способів напилення, такий як міцність зчеплення. та з точки зору екологічної безпеки нанесення електролітичних покриттів досить небезпечний процес.

Високою економічною ефективністю, продуктивністю та якістю характеризуються способи зміцнення, яке базуються на використанні енергії електричної дуги. Однією з переваг даних способів є порівняно низька вартість обладнання та матеріалів для наплавлення.

### **2.3 Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення та його характеристика**

Варіанти процесу зварки без захисту дуги та зваркою під флюсом в народному господарстві країни виконується найбільший об'єм зварювальних та наплавлювальних робіт. в поняття зварювання без зовнішнього захисту дуги включаються ручне дугове зварювання, механізовані способи зварювання легованим електродним дротом відкритої дугою, без зовнішнього газового захисту, і також спосіб зварювання порошковим дротом з внутрішнім захистом. Під зваркою під флюсом розуміється зварювання, при якій дуга

горить під шаром зварювального флюсу.

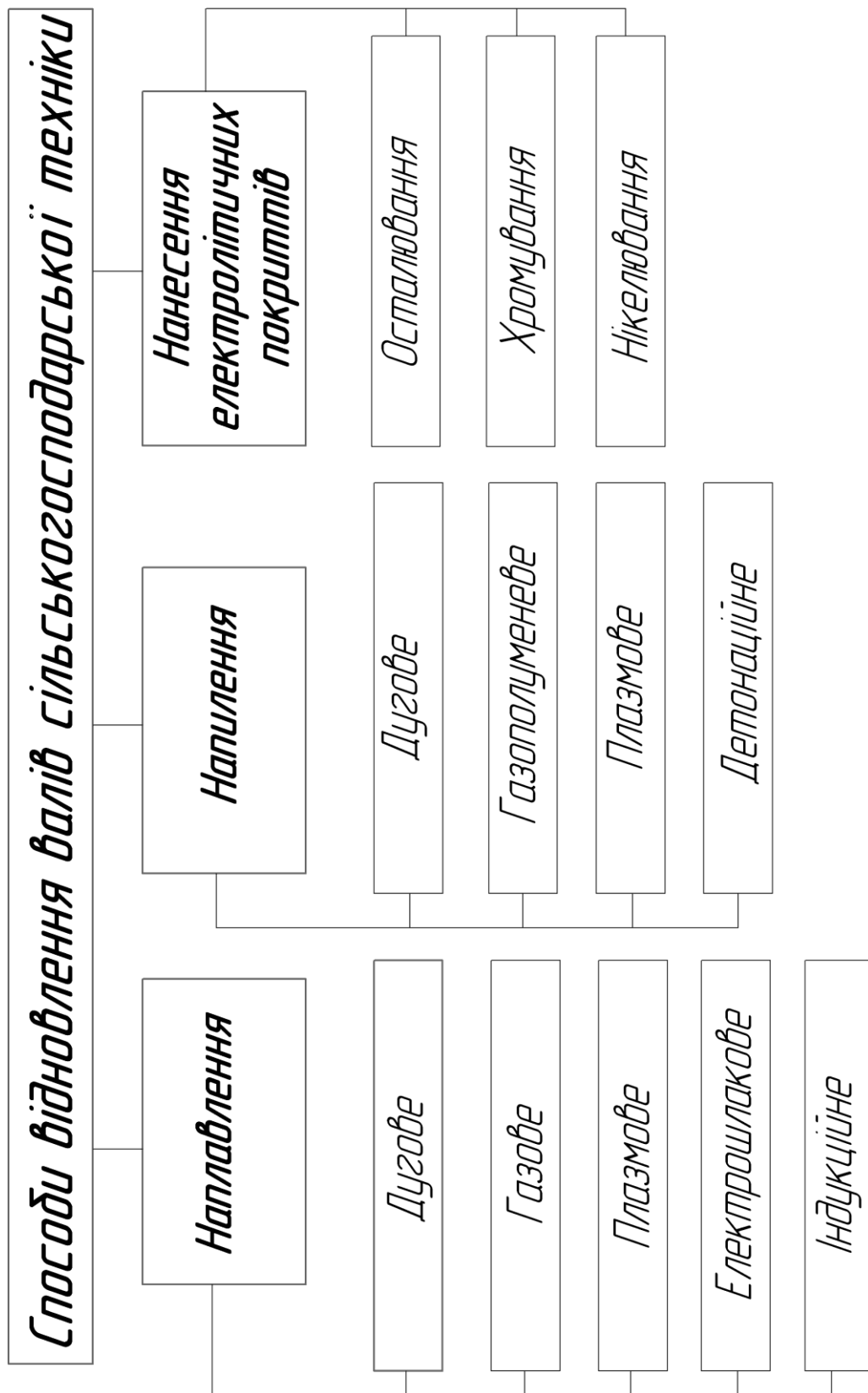


Рис. 2.1. Способи відновлення валів сільськогосподарської техніки

Зварювання без зовнішнього захисту дуги може бути ручною, напівавтоматичною та автоматичною, і зварювання під флюсом

напівавтоматична та автоматична. Розрізняються ці способи лише ступенем механізації окремих операцій.

При ручній зварці подачу електроду в зону дуги та пересування його уздовж зварюваного з'єднання виробляють уручну. При напівавтоматичній зварці механізована тільки подача електроду, і переміщення його уздовж шва та деякі інші операції не механізовані. Найпоширенішим способом напівавтоматичної зварювання є зварювання тонким електродним дротом діаметром 2 мм та менш, що подається в зону зварювання по гнучкому шлангу.

При автоматичній зварці механізовані всі основні робочі рухи та операції: збудження та підтримка горіння дуги, подача електроду, переміщення електроду уздовж зварюваних кромek із швидкістю зварювання, захист дуги та зварювальної ванни від дії повітря, коливальні рухи електроду (з потреби), припинення процесу зварювання та заварювання кратера в кінці шва та ін. в зв'язку з цим розрізняють інструмент та пристосування для ручної зварювання, зварювальний напівавтомат чи автомат, верстат та установку для напівавтоматичної чи автоматичної зварювання.

Терміни напівавтоматична та автоматична зварювання та відповідно напівавтомат та автомат декілька умовні та не вказують, наприклад, на те, яке зварювальний автомат працює без участі людини, як це розуміється в машинобудуванні. В той же час, визначення зварювальні верстати-автомати відповідає прийнятому в машинобудуванні поняттю верстат-автомат як агрегат, яке працює по автоматичному циклу.

Термін зварювальний апарат для дугової зварювання об'єднує поняття зварювальний напівавтомат та зварювальний автомат (самохідна чи підвісна головка).

Зварювальною головкою називають механізм, яке подає електрод, збудливий та підтримуючий горіння дуги, і також припиняючий процес зварювання. Закріплена нерухомо зварювальна головка називається підвісною. коли в конструкції зварювальної головки передбачений механізм для її переміщення уздовж виробу, головка називається самохідною.

Чітке розмежування в визначеннях зварювальної установки та

зварювального верстата відсутнє. Верстатом називають комплекс перерахованого устаткування, основні частини якого об'єднані станиною. Станами називають установки для зварювання крупних виробів в масовому виробництві (трубозварювальні стани, карто-зварювальні стани).

Ручне дугове зварювання без зовнішнього захисту дуги забезпечує хорошу якість зварних з'єднань та тому широко застосовується для виготовлення різних конструкцій із сталі та кольорових металів та їх сплавів, і також при виконанні ремонтних робіт. До недоліків даного способу зварювання відносяться його порівняно низька продуктивність та залежність якості зварного з'єднання від кваліфікації зварювача. Істотним недоліком є також необхідність частої заміни електродів, що окрім втрати робочого часу може спричинити виникнення в зварному шві дефекту. Тому важливою проблемою є максимальна механізація та автоматизація дугової зварювання.

Для автоматичного зварювання без зовнішнього захисту дуги та під флюсом з вільним формуванням шва застосовують одноелектродні та багатоелектродні підвісні та самохідні зварювальні головки, зварювальні трактори та різні спеціалізовані апарати.

Для одноелектродного та багато електродного зварювання без зовнішнього захисту дуги та під флюсом з примусовим формуванням шва застосовують різні спеціалізовані безрейкові та рейкові апарати.

Зварку без зовнішнього захисту дуги вугільним електродом виконують вручну та в окремих випадках за допомогою спеціальних напівавтоматів та автоматів.

Ефективність застосування механізованого зварювання залежить від досконалості зварювального устаткування та апаратури, для розвитку яких рекомендується забезпечити: а) максимальну механізацію та автоматизацію технологічного циклу зварювання; б) комплексну механізацію зварювальних робіт; у) максимальну продуктивність та ефективність зварювання, зокрема застосування зварювання одного чи декількох швів одночасно декількома головками (так звана багатоголовкове зварювання); г) застосування програмного управління для автоматизації зварювальних операцій; д)

уніфікацію та агрегування; е) дотримання ергономічних та естетичних вимог до устаткування.

При достатніх швидкостях плавлення електродного дроту можлива задовільна робота дугового автомата при постійній швидкості подачі електродного дроту без застосування яких-небудь автоматичних механізмів для регулювання процесу зварювання. Оригінальна ідея використання подібного автомата, яке вимагає мінімального відходу та обслуговування, належить Конструкції автоматів відрізняються простотою: трифазний асинхронний електродвигун з постійним числом оборотів крізь коробку передач приводить в обертання ролик, яке подає електродний дріт. Швидкість подачі дроту змінюється зміною передавальних зубчатих коліс. Таким же чином регулюється швидкість переміщення по шву в самохідних автоматів та зварювальних тракторів.

При автоматичному зварюванні під захистом флюсу з'являються операції засипки флюсу в шов перед зваркою та прибирання його після закінчення зварювання, оскільки в шлак переплавляється близько 19.9% флюсу, решта кількості може бути використане повторно. Ручна подача та прибирання флюсу віднімають багато часу та тому неприйнятні в сучасних висококомеханізованих автоматичних установках. Для прибирання нерозплавленого флюсу користуються пневматичними установками - флюсоапаратами, засмоктуючими флюс в шланг, в якому створюється вакуум.

Флюсоапарат може працювати від індивідуального вакууму-насос з приводним електродвигуном чи від заводської мережі стислого повітря, яке приводить в дію інжектор флюсоапарата. В даний час в нашій промисловості майже виключно застосовуються вельми прості по пристрої та надійні в роботі флюсоапарати, діючі від мережі стислого повітря.

Основою флюсоапаратів цього типу є повітряний ежектор. Пристрій флюсоапарата змішаної дії, дозволяючи одночасно відсисати та засипати флюс, та здійснювати безперервну його циркуляцію.

На рис. 2.2 стисле повітря з мережі поступає з великою швидкістю в камеру 1 інжектора крізь сопло 2 та створює розрідження в шлангу 3,

всмоктує флюс із зовнішнім повітрям крізь всмоктувач 4. Швидкість руху повітря в всмоктуючій частині підібрана таким чином ( $\approx 20$  м/с), яке частинки флюсу знаходяться в зваженому стані та рухаються разом із струменем повітря. в камері 1 ежектора засмоктані частинки флюсу підхоплюються струменем повітря, яке виходить з сопла 2 інжектора; таким чином, загальна швидкість переміщення суміші повітря з флюсом значно зростає.

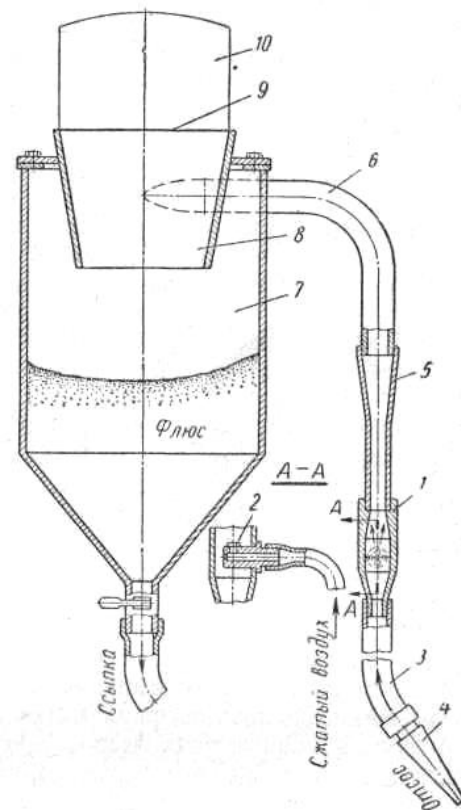


Рис. 2.2. Пневматичний флюсоапарат

При проходженні струменя крізь дифузор, яке поступово розширюється, 5 швидкість її плавно знижується, і після надходження в бункер 7 тангенціально по зігнутій трубі 6 швидкість різко падає. В результаті цього відбувається сепарація суміші, тобто частинки флюсу більш не утримуються повітрям та падають на дно бункера, і повітря, звільнене від флюсу, викидається та навколишню атмосферу. Для поліпшення сепарації флюсу та кришці бункера встановлений циклон 8 в вигляді відкритого знизу усіченого конуса, яке викликає завихрення та різку зміну напрямку потоку повітря, яке покращує відділення частинок флюсу. Вихідний отвір 9 циклону закритий ковпаком 10 з

фільтруючої матерії, затримуючим пил, яке не осів в бункері, та очищаючим повітря, яке викидається з флюсоапарата. в бункері 7 є невеликий надмірний тиск, завдяки тому коли відкривається засувака на трубі зсипання починається подача флюсу в шов одночасно зі всмоктуванням флюсу ежектором по шлангу 3.

Автоматичне дугове зварювання під флюсом (рис. 2.3). Створена технологія зварювання під флюсом, розроблені склади та методи виготовлення флюсів, створені оригінальні конструкції автоматів. в розвитку способу автоматичної зварювання під флюсом діяльну участь брали та приймають колективи багатьох заводів, дослідницьких інститутів та лабораторій нашої країни. Розвиток автоматичної зварювання під флюсом змінив уявлення про масштаби та можливості автоматизації процесу дугової зварювання. в ряді виробництв в даний час автоматична зварювання майже повністю витіснила ручну зварку.

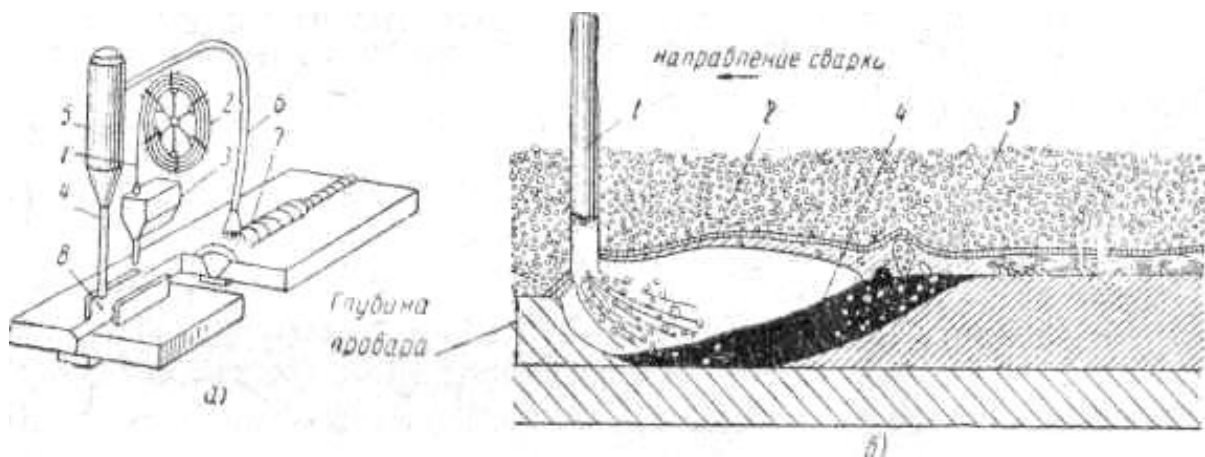


Рис. 2.3. Наплавлення під шаром флюсу

До недоліків зварювання під флюсом можна віднести невидимість місця зварювання, закритого товстим шаром флюсу, та досить значні витрата та вартість флюсу. Невидимість місця зварювання підвищує вимоги до точності підготовки та складки виробу під зварку, утрудняє зварку швів складної конфігурації. Витрата флюсу по вазі в середньому дорівнює вазі витраченого дроту, та вартість його робить істотний вплив на загальну вартість зварювання.



## 2.4 Технологічний процес відновлення деталі

Аналіз дефектів валу вентилятора показав, яке відновлення його працездатності можливе при відновленні поверхонь під пропелер, шків та підшипники. Технологічний процес відновлення наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технологічний процес відновлення валу ПУН 09.601А.

№ операції	№ переходу	Найменування операції	Виконання операції
005		Мийна	Очистити деталь від бруду
010		Дефектувальна	Визначити придатність валу для відновлення
015		Шліфувальна	Підготувати поверхні вала для відновлення
020		Наплавлювальна	Наплавити поверхні вала з $\varnothing 39,9$ до $\varnothing 40,7$ мм на довжині 229 мм
025	1	Токарна	Точити поверхні вала під підшипники до $\varnothing 40,1$ мм на довжині 36 мм
	2		Точити поверхні вала під шків та вентилятор до $\varnothing 40,1$ мм на довжині 193 мм
030		Фрезерувальна	Виконати шпонкові пази шириною 12 мм на довжині 103 та 40 мм
035	1	Шліфувальна	Шліфувати поверхні вала під підшипники до $\varnothing 40_{+0,02}$ мм на довжині 36 мм
	2		Шліфувати поверхні вала під підшипники до $\varnothing 40_{-0,01}$ мм на довжині 193 мм
040		Контрольна	Контролювати розміри відновлених поверхонь

## 2.5 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірювального, контрольного інструменту та ремонтних матеріалів

Обґрунтований вибір обладнання та інструменту – основа раціональності

та економічності процесу відновлення деталей. В умовах ремонтних підприємств вигідним є універсальне обладнання, яке дозволяє виконувати велику кількість операцій. Виходячи з умов технологічного процесу та економічності вибираємо обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент за допомогою яких можливе виконання всіх необхідних операцій. Данні по вибраному обладнанню, інструментам та матеріалам наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Перелік технологічного обладнання та інструменту для відновлення валу вентилятора ПУН-5.

№ операції	Найменування операції	Назва обладнання, тип та технічна характеристика	Назва, марка, різального інструменту, матеріалу	Назва та ГОСТ контрольно-вимірювальних інструментів
005	Мийна	Мийна машина ОМ 60-83	Гас, Лабомід-101	
010	Дефектувальна	Стіл ЗП-1497		Мікрометр 0-50 ГОСТ 6933-72
015	Шліфувальна	Шліфувальний верстат 3А-184	Шліфувальна шкурка	
020	Наплавлювальна	Установка для наплавлення ОКС-11232 1А16	Дріт НП-30ХГСА чи Св-08Г2С	Штангенциркуль ШЦ 1-01-50 ГОСТ 166-75
025	Токарна	Верстат токарний 16К20	Різець прохідний	Штангенциркуль ШЦ 1-01-50 ГОСТ 166-75
030	Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат 16Б-04А	Фреза пальчикова	Штангенциркуль ШЦ 1-01-50 ГОСТ 166-75

035	Шліфувальна	Безцентровий шліфувальний верстат 3А-184	Шліфувальне коло ПП200×250×305 24А6 ПС 17к5 30 м/с 1кЛА ГОСТ 2424-83	Штангенциркуль ШЦ 1-01-50 ГОСТ 166-75
040	Контрольна	Стіл для контролю ЗП-1497		Мікрометр 0-50 ГОСТ 6933-72

## 2.6 Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій

Операція 005 Мийна.

В мийну ванну завантажують 5 валів. Для миття рекомендується використовувати гас та 15% розчин “Лабомід – 101” нагрітий до температури від 75 до 85°С.

Операція 010. Дефектувальна.

Процес дефектації проводять за допомогою спеціальних вимірювальних інструментів до повного визначення дефектів деталі за технологічною картою дефектації.

Операція 015. Шліфувальна.

Вал встановлюють в токарний верстат. Поверхні, які підлягають відновленню шліфують до отримання необхідних характеристик поверхні для наплавлення.

Операція 020. Наплавлювальна

1. Визначаємо площу поперечного перерізу електродної проволочки (мм<sup>2</sup>):

$$F_e = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 2 \text{ мм}^2.$$

де:  $D$  – діаметр електродної проволочки.

2. Визначаємо силу струму (А):

$$I = \alpha \cdot F_e = 50 \cdot 2 = 100 \text{ А},$$

де:  $\alpha$  – щільність току, А/мм<sup>2</sup> (приймаємо  $\alpha=50$  А/мм)<sup>2</sup>

$F_e$  – площа поперечного перерізу електродного дроту, мм<sup>2</sup>

3. Товщина наплавленого шару (мм):

$$h = U + \delta = 0,8 + 1,5 = 2,3 \text{ мм} \dots,$$

де:  $U$  – величина зносу, мм

$\delta$  – припуск на механічну обробку, мм для на плавки  $\delta=0,6\dots0,8$  мм

4. Визначаємо швидкість наплавлення (м/г):

$$V_H = \frac{\alpha_H \cdot I}{h \cdot l \cdot j} = \frac{10 \cdot 100}{2,3 \cdot 116 \cdot 7,85} = 0,69 \text{ м/г},$$

де:  $\alpha_H$  – коефіцієнт наплавлення, г/А·г (при на плавці постійним током зворотної полярності  $\alpha_H=8-14$ );

$I$  – сила току, А

$\gamma$  – щільність електродної проволочки, г/см<sup>3</sup>

$S$  – крок наплавлення, мм/об

5. Визначаємо швидкість подачі дроту (м/г):

$$V_{np} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot j} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 100}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,85} = 50,7 \text{ м/г},$$

де:  $d_{np}$  – діаметр електродної проволочки, мм

6. Визначаємо виліт електроду (мм):

$$l = (10 \div 12) \cdot d_{np} = 11 \cdot 1,6 = 17,6 \text{ мм}.$$

7. Визначаємо зсув електроду (величину)(мм):

$$l = (0,05 \div 0,07) \cdot d = 0,06 \cdot 40 = 2,4 \text{ мм}$$

де:  $d$  – діаметр деталі, мм

8. Крок наплавлення (мм/об):

$$S = (2 \div 2,5) \cdot d_{np} = 2 \cdot 1,6 = 3,2 \text{ мм/об}$$

Операція 025. Токарна.

1. Частота обертання (об/хв.)

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 36,57}{3,14 \cdot 40,6} = 293 \text{ об/хв}$$

де:  $D$  – діаметр оброблюємої деталі, мм

$V$  – Швидкість різання, м/хв.

## 2. Швидкість різання (м/хв.)

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m} = \frac{41,7}{0,4^{0,18} \cdot 0,4^{0,27} \cdot 90^{0,125}} = 36,57 \text{ м/хв.}$$

де:  $t$  – глибина різання, мм

$T$  – стійкість інструменту.

$C$  – коефіцієнт механічних якостей матеріалу деталі

Сталь  $C=41,7$

Значення коефіцієнтів степені  $x$  та  $y$  для сталі  $x=0,18, y=0,27$

Коефіцієнт степені  $m$  для сталі  $m=0,125$

Операція 035. Шліфувальна.

1. Глибина шліфування:

$t=(0.005-0.015)$ мм. – прохід при круглому чистовому шліфуванні, приймаємо  $t=0.01$ мм.;

$t=(0.010-0.025)$ мм. – прохід при круглому черновому шліфуванні, приймаємо  $t=0.02$ мм.;

2. Число проходів:

$$i = \frac{z}{t} = \frac{0.01}{0.01} = 1,$$

де  $z$  – припуск на шліфування (на бік) в мм.

3. Повздовжня подача  $S$ , мм/об

$$S = S_{\partial} B_{\kappa} = (0,2-0,3) B_{\kappa} = 6 \text{ мм/об}$$

$S_{\partial}$  – продольна подача в долях ширини кола на один оберт деталі.

$B_{\kappa}$  – ширина шліфувального круга в мм ( $B_{\kappa}=20 \dots 60$ мм). Приймаємо  $B_{\kappa}=50$  мм.

4. Колова швидкість деталі  $V_{\partial}$ :

$V_{\partial}=2 \dots 5$  м/хв (для чистового шліфування);

5. Кількість обертів деталі :

$$n_{\partial} = \frac{1000 \cdot V_{\partial}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3}{3,14 \cdot 40} = 23 \text{ об/хв.}$$

6. Швидкість повздовжнього переміщення стола  $V_{cm}$ :

$$V_{cm} = \frac{S \cdot n_{\partial}}{1000} = \frac{6 \cdot 23}{1000} = 0,138 \text{ м/хв.}$$

Операція 040 Контрольна.

За допомогою вимірювальних інструментів контролюють розміри відновлених поверхонь вала.

## 2.7 Нормування часу виконання технологічних операцій відновлення

Операція 020 Наплавлювальна

Визначаємо основний час, який затрачено на процес наплавлення (хв.):

$$T_0 = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{1000 \cdot V_H \cdot S} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 229}{1000 \cdot 0,68 \cdot 3,2} = 13,2 \text{ хв.}$$

де:  $l$  – довжина наплавляємої поверхні, мм

Визначаємо допоміжний час (хв.):

$T_{ec} = 3$  хв. (табличне значення).

Визначаємо додатковий час (хв.):

$$T_{don} = \frac{(T_0 + T_{ec}) \cdot K}{100} = \frac{(13,2 + 3) \cdot 4}{100} = 0,64 \text{ хв.}$$

де:  $K$  – коефіцієнт, враховуючий долю додаткового часу від основного та допоміжного, %

Норма часу на виконання наплавочної операції:

$$T_n = T_0 + T_{ec} + T_{don} = 13,2 + 3 + 0,64 = 16,84 \text{ хв.}$$

Аналогічно проведено розрахунок для всіх операцій технологічного процесу відновлення валу вентилятора ПУН-5. Отримані дані розрахунків норм часу виконання технологічних операцій відновлення заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Норми часу на виконання технологічних операцій.

№ операції	Найменування операції	$T_n$
005	Мийна	9,63
010	Дефектувальна	6,01
015	Шліфувальна	10,83
020	Наплавлювальна	16,84
025	Токарна	14,44
030	Фрезерувальна	13,23
035	Шліфувальна	16,84
040	Контрольна	8,42

## 2.8 Раціональні параметри процесу електродугового наплавлення під шаром флюсу

Відомо, яке найбільш поширеним джерелом тепла є електрична дуга, що являє собою електричний розряд в газах, збуджений та підтримуваний між поверхнею наплавлення та електродом. Електропровідність газу обумовлена електронами та іонами, яке виникають при його термічній іонізації та упорядковано рухаються в стовпі дуги. Такий іонізований газ є низькотемпературною плазмою. Кінетична та потенціальна енергії частинок плазми перетворюються в теплову та приводить до плавлення основного, електродного чи іншого присадного матеріалу.

Класифікація електричних дуг при зварюванні та наплавленні наведена на рис.2.3.

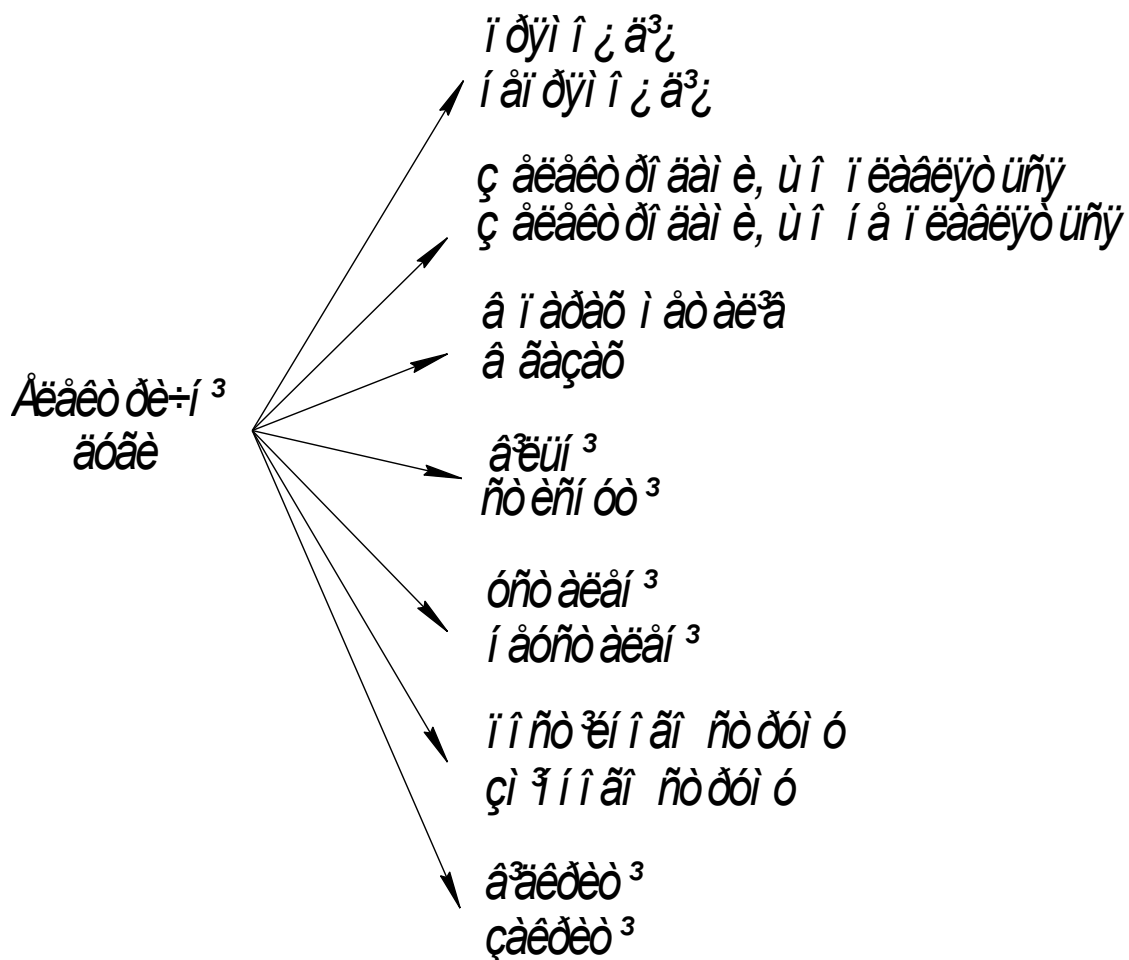


Рис. 2.3. Класифікація електричних дуг

Для характеристики дуги як джерела енергії прийнято ряд параметрів:

потужність:

$$Q = \psi_k UI$$

де  $\psi_k$  – корегуючий коефіцієнт в процесі наплавлення (при постійному струмі  $\psi_k = 1$ );

$U$  – напруга дуки, В;

$I$  – сила струму, А;

При наплавлюванні використовується не вся потужність дуки, і лише її частина, тобто ефективна потужність:

$$q = \eta_q Q,$$

де  $\eta_q$  – ефективний коефіцієнт корисної дії процесу прогрівання деталі, чи ефективний коефіцієнт корисної дії джерела.

Нераціональні втрати потужності в навколишнє середовище та розбризування складової не менше 20...25 %. Найбільший ККД має закрита дуга під флюсом.

Процес плавлення електроду під дією дуки описується рядом макрохарактеристик: коефіцієнт розплавлення  $\alpha_p$  (відношення маси електроду, розплавленої за одиницю часу горіння дуки до одиниці струму); коефіцієнт втрат  $\psi$ , який дорівнює відношенню втрат металу на угар (окислення, випаровування) та розбризування до маси розплавленого присадкового металу.

При наплавленні наплавлювальним електродом без додаткового металу:

$$\psi = 1 - \frac{\alpha_n}{\alpha_p}.$$

Якщо використовується додатковий порошковий матеріал, то  $\alpha_n > \alpha_p$  та

$$\psi = 1 - \frac{\alpha_n}{\alpha_p \left( 1 - \kappa_n P'_1 \frac{100}{100 + i} \right)},$$

де  $k_n$  – відносна маса присадного порошку, флюсу, електродного



покриття та т.д;  $P_1'$  – частка металевих присадок в шихті, %;

$i$  – кількість зв'язного (враховуючи сухий залишок), % від маси шихтових матеріалів (для керамічних флюсів та = 7...10 %, для електродних покриттів - 14...15 %).

Якщо в якості додаткового присадного матеріалу використовується тільки металевий порошок, то

$$\psi = 1 - \frac{\alpha_n}{\alpha_p(1 + \kappa_n)}$$

М.Г. Слов'янов зазначив, які втрати при дуговому зварюванні та наплавлення достатньо великі та можуть досягати 50 % для вуглецю, 25 % - для Mn, 25 % - Cr, та 20 % - для Fe.

Загальні втрати металу складаються на розбризування  $\psi_1'$ , випаровування  $\psi_1''$  та окислення  $\psi_2$ ;

$$\psi = \psi_1' + \psi_1'' + \psi_2$$

Розбризування викликається нестабільністю переносу металу в зварювальну ванну. До цього приводять інтенсивно протікаючі хімічні реакції, специфічні умови розвитку дуги, вибухотворні виділення газів та руйнування містка дугового металу при переносі крапель з короткими замиканнями. Сильне розбризування характерне для наплавлення покритими електродами, порошковими дротами та стрічками, і також в вуглекислому газі.

Під дією дуги, температура якої досягає 6000К незначна частка електродного, присадного та основного матеріалу випаровується. Частина випаровувань конденсується на поверхні зварювальної ванни, інша – уноситься газовим потоком в навколишнє середовище. Витрати на випаровування невеликі (не більше 0,5%).

Окислення легуючих елементів спостерігається при контакті рідкого металу з окислювальним середовищем: на оплавленому торці електрода, на краплі, на поверхні зварювальної ванни.

Інтенсивність окислення залежить від тривалості протікання рідкого металу на етапі краплі та ванни, площі їх поверхні, температури, концентрації

та активності легуючих елементів.

Технологічний процес наплавлення повинен забезпечувати мінімальні витрати електродного та додаткового присадного матеріалу при максимальній продуктивності, що оцінюється за коефіцієнтом наплавлення  $\alpha_n$  чи кількості металу, наплавленого в одиницю часу.

Продуктивність наплавлення плавлячим електродом:

$$G = \alpha_n \frac{I}{1000}, \text{ кг/год.}$$

При дуговому напавленні під флюсом зварювальна дуга між електродом та виробом горить під шаром сухого гранульованого флюсу товщиною 20...40 мм з розміром зерен 0,5...3,0 мм (рис.2.4)

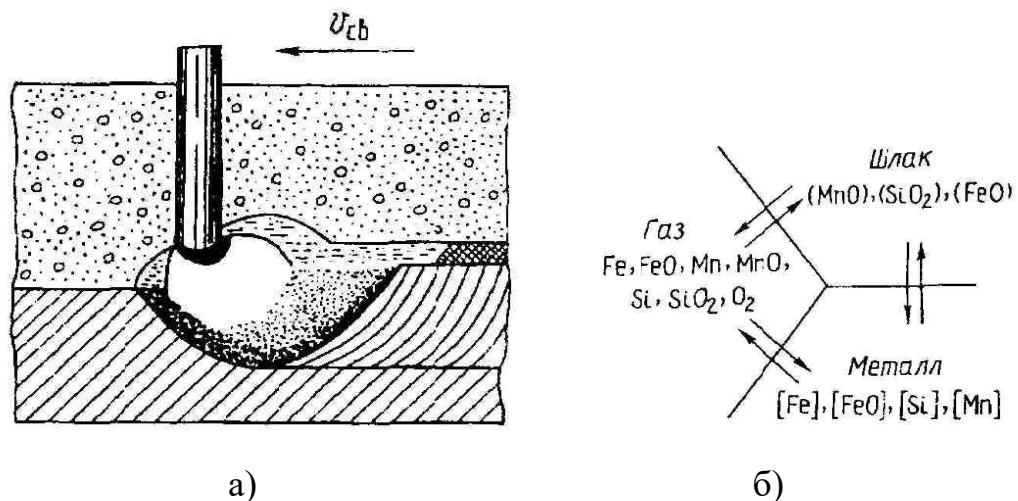


Рис. 2.4. Схема взаємодії металу з газами та шлаком при механізованому напавленні під флюсом:

*a* – поздовжній переріз зварювальної ванни; *б* – схема взаємодії метал – шлак – газ.

За способом виробництва флюси підрозділяються на плавлені, керамічні та суміші. в країнах СНД використовують, наприклад, плавлені флюси АН-348А, АН-20, АН-28, АН-60, ОСЦ-45. Їх одержують шляхом сплаву компонентів шихти в електричних чи полум'яних печах з подальшим подрібненням маси до певної грануляції. Вони забезпечують стабільність (однорідність) хімічного складу наплавленого металу. Основний недолік цих флюсів — слабка розкислююча дія. Плавлені флюси можуть трохи легувати

наплавлений метал марганцем, кремнієм, підвищуючи їх вміст до 0,15...0,20% за рахунок відновних процесів. Властивості металу, наплавленого під плавленими флюсами, наведені табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Твердість та відносна зносостійкість наплавленого металу

Марка електродного дроту	Марка флюсу	Твердість HRC	Відносна зносостійкість в порівнянні зі сталлю 45 (49...53 HRC)
НП-3ОХГСА	АН-348А	36...38	1,17
НП-3ОХГСА	АН-20	31...33	1,28
НП-3ОХГСА	АН-60	41,5...43	1,33
НП-3ОХГСА	АН-28	42,5...53	-
Нп-80	АН-348А	35,5...36,5	1,24
Нп-80	АН-60	43,5..44,5	1,34
Нп-2Х14	АН-60	42,5...44,5	1,31
Нп-2Х14	АН-28	49.-51,5	1,66
Нп-3Х13	АН-60	45,5...47,5	1,51
Нп-3Х13	АН-28	51,5...53	1,58
Нп-4Х13	АН-28	55...56	1,67
Нп-4Х13	АН-60	52...53	1,58
Нп-50	АН-348А	30. .31	1,18
Св-18ХГСА	АН-348А	33...35	1,18
Св-08Г2С	АН-348 А	22...24	1,02

Керамічними флюсами є АНК-18, К-2, КС-1, ЖСН-1, Е-29. Їх одержують з порошкоподібних матеріалів, яке скріпляють в основному рідким склом. Вони дозволяють легувати метал будь-якими елементами. Проте його хімічна неоднорідність при цьому підвищується до 10...15% за рахунок великої відмінності концентрації вуглецю та карбідоутворюючих елементів між металами, яке наплавляються та основним. До складу таких флюсів вводять ферохром, феромарганець, феросиліцій, феротитан, і для утворення шлаків —

мармур, вапняк, плавиковий шпат, двоокис титану. При цьому окремі легуючі елементи виконують роль легуючих та розкислюючих.

Застосування керамічних флюсів є перспективним для наплавлення деталей машин (вали, опорні катки, направляючі колеса, їх осі, цапфи рами), яке інтенсивно зношуються, оскільки наявність шлакотворних компонентів, легуючих, розкислюючих та модифікуючих речовин дозволяє при використанні недефіцитного маловуглецевого дроту одержати високоякісний метал з необхідними службовими властивостями.

Флюси-суміші одержують додаючи до плавленого стандартного флюсу АН-348А легуючі елементи феромарганець, яке містить 70...80% марганцю та 1,5...2,0% вуглецю; феросиліцій із змістом 70...80% кремнію; ферохром, яке містить 70...80% хрому та 7...8% вуглецю; алюмінієвий порошок.

Перевагою керамічних флюсів-сумішей є те, яке їх використання при наплавленні забезпечує отримання загартованої структури, і отже, високої твердості (без подальшої термообробки) за рахунок введення в покриття підвищеного вмісту хрому та вуглецю. При цьому хром значно знижує критичну швидкість гартування, і вуглець забезпечує самогартування наплавленого металу при його природному охолодженні. До недоліків флюсів відноситься те, яке при їх використанні в наплавленому металі легуючі елементи розподіляються нерівномірно, відмічена структурна неоднорідність, що приводить до "плямистої" твердості покриття.

З підвищенням напруги дуги (при постійних струмі та швидкості наплавлення) збільшується ширина наплавленого валика, підвищується кількість розплавленого флюсу, тобто його витрата. При низькій напрузі дуги виходить високий вузький валик.

Зварювальний струм визначає глибину проплавлення основного металу та продуктивність процесу. Із збільшенням струму (при постійних швидкості наплавлення та напруги) зростають об'єм рідкої ванни, глибина та площа проплавлення металу, яке приводить до збільшення висоти валика, яке наплавляється. Проте при подальшому підвищенні струму формування валика, яке наплавляється, погіршується, відсутній плавний перехід від поверхні

наплавленого металу до основного. З'являється небезпека деформації деталі, зменшується концентрація легуючих елементів в наплавленому шарі, оскільки частка основного металу в ньому підвищується. Чим менший діаметр деталі, тим менше повинні бути струм та діаметр електродного дроту.

Струм вибирають залежно від діаметру електродного дроту та регулюють швидкістю її подачі. Для зменшення проплавлення основного металу застосовують струм зворотної полярності. Оптимальні електричні режими при різних схемах легування наплавленого металу наведені на рис. 2.5.

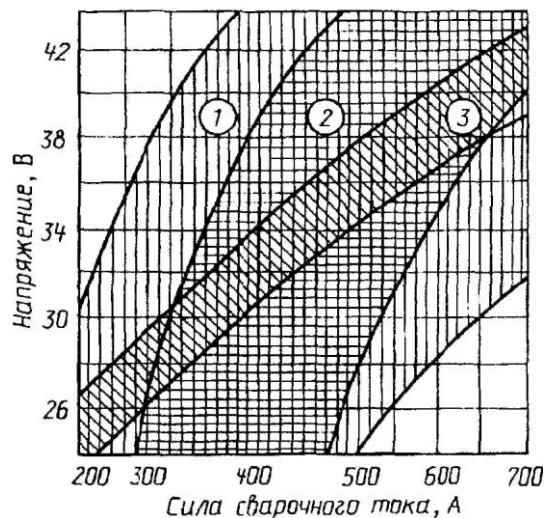


Рис. 2.5. Вибір режиму наплавлення під флюсом:

1 – крізь електродний дріт; 2 – крізь порошковий електродний дріт; 3 – крізь флюс.

Із збільшенням швидкості наплавлення зменшується ширина валика, яке наплавляється, при цьому глибина проплавлення змінюється незначно..

Швидкість подачі електродного дроту  $v_n$ , м/год, можна визначити по формулі:

$$v_n = 1000 \cdot \frac{4\alpha_n I}{\pi d_e \gamma},$$

де  $d_e$  – діаметр електроду, мм;

$\gamma$  – щільність наплавленого металу, кг/м<sup>3</sup>;

$I$  – сила струму, А;

$\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/(А·г).

Під час наплавлення круговому його встановлюють з таким розрахунком,

щоб кожен валик перекривав попередній приблизно на  $1/2 \dots 1/3$  ширини. Швидкість, крок та інші параметри наплавлення задаються відповідно до розміру деталі.

Електрод зміщують при наплавленні циліндрових поверхонь в протилежну обертанню сторону на величину, рівну 10% діаметру деталі, яке наплавляється. Величину зсуву встановлюють експериментальним шляхом, враховуючи, яке розплавлений метал та флюс, знаходячись в горизонтальному положенні, повинні затвердіти та не стікати по циліндровій поверхні. Нахил електроду, в свою чергу, впливає на форму перетину наплавленого валика. Процес протікає нормально та утворюється правильно сформований валик, коли електрод нахилений під кутом  $6 \dots 8^\circ$  до осі валика в бік напрямку зварки. При подальшому збільшенні кута нахилу з'являються непроварювання по краях.

Виліт електроду повинен забезпечувати його найбільше розплавлення та найменше розплавлення основного металу, і також достатнє плавлення флюсу для захисту ванни розплавленого металу. При використанні наплавлювального дроту діаметром 1,2... 1,5 та 1,6...2,0 мм рекомендується виліт електроду відповідно 10...20 та 20...25 мм, та стрічки сталеві – 30...35 мм.

Велика кількість змінних параметрів утрудняє управління процесом механізованого наплавлення під флюсом. Тому їх оптимізація, та в першу чергу параметрів струму та швидкості наплавлення, яке визначає тепловий режим, особливо важлива при відновленні та зміцненні деталей. Від теплового режиму в значній мірі залежать хімічний склад та структурна однорідність наплавленого металу, розміри та форма наплавлених валиків, глибина проплавлення та якість сплаву металів, яке сполучаються, глибина прогрівання основного металу (зона термічного впливу). Глибина проплавлення повинна бути мінімальною, щоб між покриттям та основним металом було одержане надійне з'єднання.

Збільшення зони термічного впливу та температури прогрівання приводить до зміни структури основного металу, яке особливо важливо при наплавленні деталей з високовуглецевих та хромистих сталей, схильних до

гартування.

При нагріві деталей з подальшим швидким охолодженням в зоні термічного впливу різко підвищуються твердість та крихкість, яке іноді супроводжується появою тріщин. Разом із залишковими напруженнями, структурною неоднорідністю, пористістю це є однією з причин зниження втомної міцності деталей, відновлених наплавленням під флюсом.

Оптимізація теплового режиму полегшується при використанні поняття "величина погонної енергії зварювальної дуги" – кількість тепла, введеного в метал на одиницю довжини шва. Величину погонної енергії  $W$  визначають по формулі:

$$W = 0.24 \cdot IU \cdot \eta_u / v_n,$$

де  $\eta_u / v_n$  – ефективний коефіцієнт корисної дії процесу нагріву деталі дугою (при наплавленні під флюсом  $\eta_u / v_n = 0,80 \dots 0,95$ ); коефіцієнт переводу електричних одиниць в теплові рівний 0,24 кДж/м.

Таким чином, одні та ті ж значення погонної енергії дуги, і отже, однакові фізико-механічні характеристики покриттів та наплавлених деталей можна одержати не при одному значенні технологічного параметра, і в широкому діапазоні зміни одного з параметрів при відповідній зміні інших.

Для отримання якісних покриттів величина погонної енергії дуги повинна дорівнювати 630... 1590 кДж/м. Чим більший діаметр електродного дроту та габарити деталі, тим більшим повинне бути значення  $W$ .

Заміна одноелектродного наплавлення багатоелектродним дозволяє підвищити продуктивність процесу в 1,5 – 2 рази, більш раціонально використовувати ті, яке легують елементи дроту та флюсу за рахунок тривалої взаємодії розплавленого металу та флюсу. Метал, нанесений багатоелектродним наплавленням, після термічної обробки по зносостійкості на 12... 13% перевершує метал, наплавлений одним електродом, яке пояснюється високим вмістом легуючих елементів в металопокритті. Схема багатоелектродного наплавлення показана на рис.2.6.

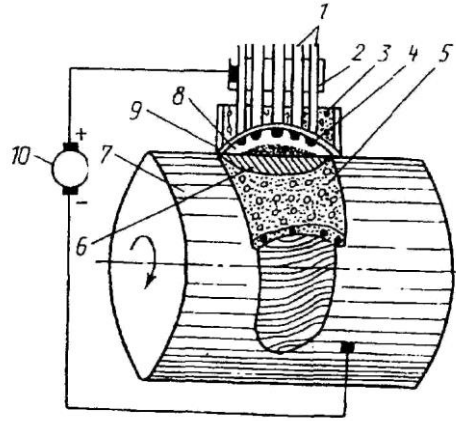


Рис. 2.6. – Схема багатоелектродного наплавлення:

1 – електроди; 2 — струмопровідний контакт; 3 – флюс; 4 – дуга; 5 – шлакова кірка; 6 – наплавлений метал; 7 – деталь; 8 – газовий ванна; 9 - еластична оболонка з розплавленого флюсу; 10 – джерело струму

Таким чином, перевагами наплавлення під флюсом є продуктивність процесу, збільшена в 6 – 8 разів в порівнянні з наплавленням покритими електродами за рахунок механізації, зменшення втрати тепла, збільшення сили струму; гарантія наплавлення із заданим хімічним складом та фізико-механічними властивостями наплавленого шару (якість наплавлення не залежить від кваліфікації зварювальника); можливість отримання наплавленого шару значної товщини (1,5...8 мм); зменшення витрати електродного матеріалу завдяки усуненню втрат на розбризкування, чад, огарки (не більше 3%); полегшення умов праці, оскільки процес механізований та відсутня випромінююча дія дуги.

До недоліків цієї технології відносяться великий прогрів деталі та значна зона термічного впливу з порушенням термообробки примикаючих до наплавлення ділянок деталі (можливо викривлення виробу); проблема утримання ванни розплавленого металу та флюсу при наплавленні деталей циліндрової форми; необхідність видалення шлакової кірки, що може сприяти припиненню горіння дуги при наплавленні суміжних валиків.

Завдяки перевагам механізоване наплавлення під флюсом є найпоширенішим.



## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Приспосіблення для розбирання валів

В даній магістерській роботі запропоновано використання спеціального приспособлення для фрезерування шпонкових пазів при виконанні операцій відновлення та приспособлення для розбирання валів, яке використовується для полегшення зняття підшипників, шківів та т.п. з валів сільськогосподарської техніки в процесі розбирання вузлів та агрегатів.

Призначення приспособлення, будова, принцип його дії. Приспособлення, спроектоване в дипломному проекті, є по цільовому призначенню розбиральним. В якості опор при обертанні валів сільськогосподарських машин використовують підшипники кочення, і обертальний момент передається крізь шків. Дані деталі, як правило, встановлюють на шийки валів з натягом, яке вимагає прикладання певних зусиль для їх зняття. Різноманіття застосовуваних підшипників та шківів обумовлює застосування універсального пристосування. При цьому в процесі зняття деталей необхідно зберігати їх робочі поверхні від механічних ушкоджень з метою подальшого їх використання при наявності допустимих зносів.

Запропоноване приспособлення для розбирання призначене для зняття з валів підшипників та шківів. Конструкція приспособлення дозволяє розбирати вали довжиною до 500 мм

Використання даного приспособлення в технологічних процесах розбирання валів сільськогосподарської техніки дозволяє знизити час виконання технологічних операцій, полегшити працю розбиральників, уберегти деталі від ушкоджень. Загальний вид приспособлення зображено на рис.3.1.

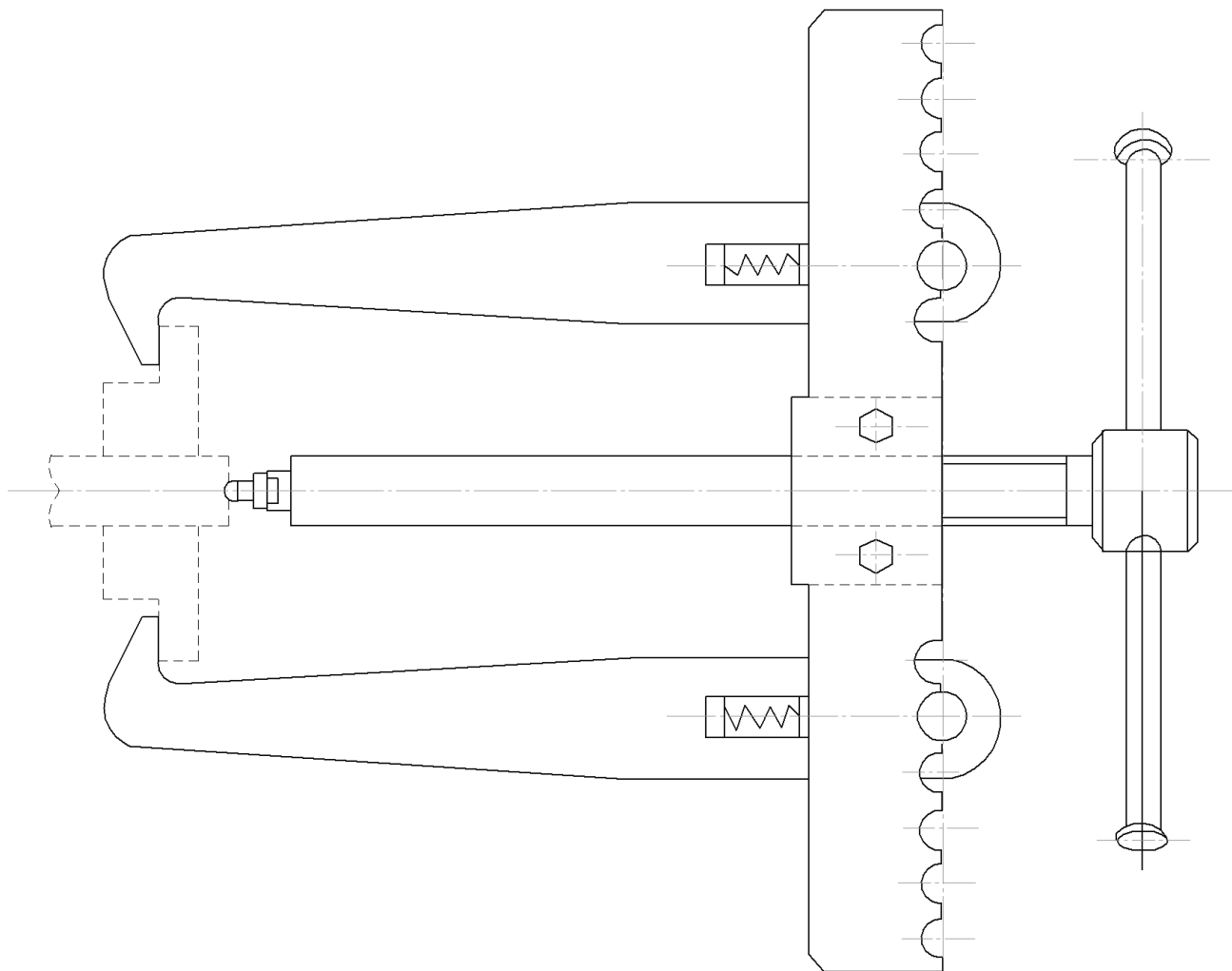


Рис. 3.1. Приспособлення для розбирання валів.

Приспособлення складається з таких основних частин: гвинта 1, гайки 5, двох захватів 4, траверси 3, набору змінних наконечників. Захвати на пристосуванні кріпляться за допомогою пальців 11. За допомогою притискного механізму, яке складається зі спіральних пружин 6, які встановлені в прорізи захватів 4 та верхніх та нижніх пазів, захвати можливо переміщувати по довжині траверси в залежності від розмірів випресувальної деталі. Траверса складається із двох планок, між якими встановлено гайку та стиснена двома болтами. Притискний механізм сприяє утриманню захватів в прорізах траверси

Принцип дії приспособлення. В залежності від діаметра деталі, яке знімається захвати переміщуються на траверсі по виконаних прорізам. Шляхом обертання гвинта підводять захвати до посадки торцевої поверхні деталі, яке знімається. Обертають гвинт до упору наконечника в центровий отвір вала. Прикладаючи зусилля при обертанні гвинта відбувається зняття деталі.

Розрахунок приспособлення для розбирання валів. Розрахунок різьблення гвинта. Розрахунок проводиться за напруженнями, які порівнюються з допустимими напруженнями, встановленими на основі.

Різьблення прийнято розраховувати:

1. По напруженнях змяття на гвинтовій поверхні.
2. По напруженнях зрізу в знятті гвинта чи її гайки.

Основним критерієм різьблення є зносостійкість. Величина тиску на поверхні ходового різьблення виражається формулою, як та напруги змяття в різьбленні згідно формули:

$$p = \frac{P}{\pi \cdot D_2 \cdot h - z} \leq [p], \quad (3.1)$$

$d$  – зовнішній діаметр різьблення.

$D_2$  – середній діаметр різьблення.

$h$  – робоча висота різьблення.

У нашому випадку вибираємо:

Довжина різьбової частини гвинта 360 мм.

Матеріал гвинта – сталь 40Х.

Довжина гайки – 70 мм.

Діаметр різьблення гвинта – М33-6g.

Гвинт навантажений осьовою стискаючою силою.

Стрижень гвинта має велику вільну довжину 360 мм, його необхідно перевірити на міцність з урахуванням стійкості по формулі:

$$\sigma = \frac{13 \cdot F}{\frac{\pi \cdot d^3}{4}}; \varphi < [\sigma]. \quad (3.3)$$

$\varphi$  – коефіцієнт застосування напружень, яке допускаються, для сталевих стрижнів залежно від гнучкості (по табл. 13.1.1181)  $\varphi = 0.51$

$[\sigma]$  – допустима напруга Н/мм<sup>2</sup>

Допустиме напруження для сталі 40Х згідно таблицям рівне 12.0МПа. чи 120 Н/мм<sup>2</sup>

тоді

$$\sigma = \frac{1.3 \cdot 9500}{\frac{3.14 \cdot 332}{4}} : 0.51; [\sigma].$$

$$\sigma = 29 \text{ Н/мм}^2.$$

Отже умова міцності для гвинта із сталі 40Х виконується.

### 3.2 Приспосіблення для фрезерування шпонкових пазів

Призначення та принцип дії приспособлення. При фрезеруванні шпонкових пазів на валах сільськогосподарських машин вимагається висока точність становлення деталей. Адже навіть незначні відхилення від розташування пазів на поверхнях валів можуть привести до неправильного відносного розташування деталей, яке може привести до виникнення додаткових небажаних силових факторів та вібраційних процесів.

В даний час при фрезеруванні вали встановлюються в лещата, де неможлива їх точна обробка. Внаслідок недосконалості технології фрезерування шпонкових пазів відбуваються великі витрати робочого часу в фрезерувальників. Для полегшення їх праці, зниження трудомісткості та підвищення якості виконання операції фрезерування розроблено приспособлення для фрезерування шпонкових пазів. Загальний вид приспособлення показано на рис. 3.2.

Приспосіблення для фрезерування шпонкових пазів на валах сільськогосподарських машин механічне. Кріпиться приспособлення до верстата притискними пластинами за допомогою болтів.

Приспосіблення складається з наступних деталей. В корпусі 1 на осі 2 встановлено важіль 6. Притискання вала до призм 4 та 5 здійснюється за допомогою планки 3. Гвинт 9, встановлений в призмі 5 з'єднано з важелем 6 за допомогою вилки 13 для передачі зусилля при затисканні валів. Шток 8 призначений для передачі зусилля затискання від важеля 6 до планки 3. Інші деталі, яке входять до складу приспособлення є стандартні кріпильні деталі.

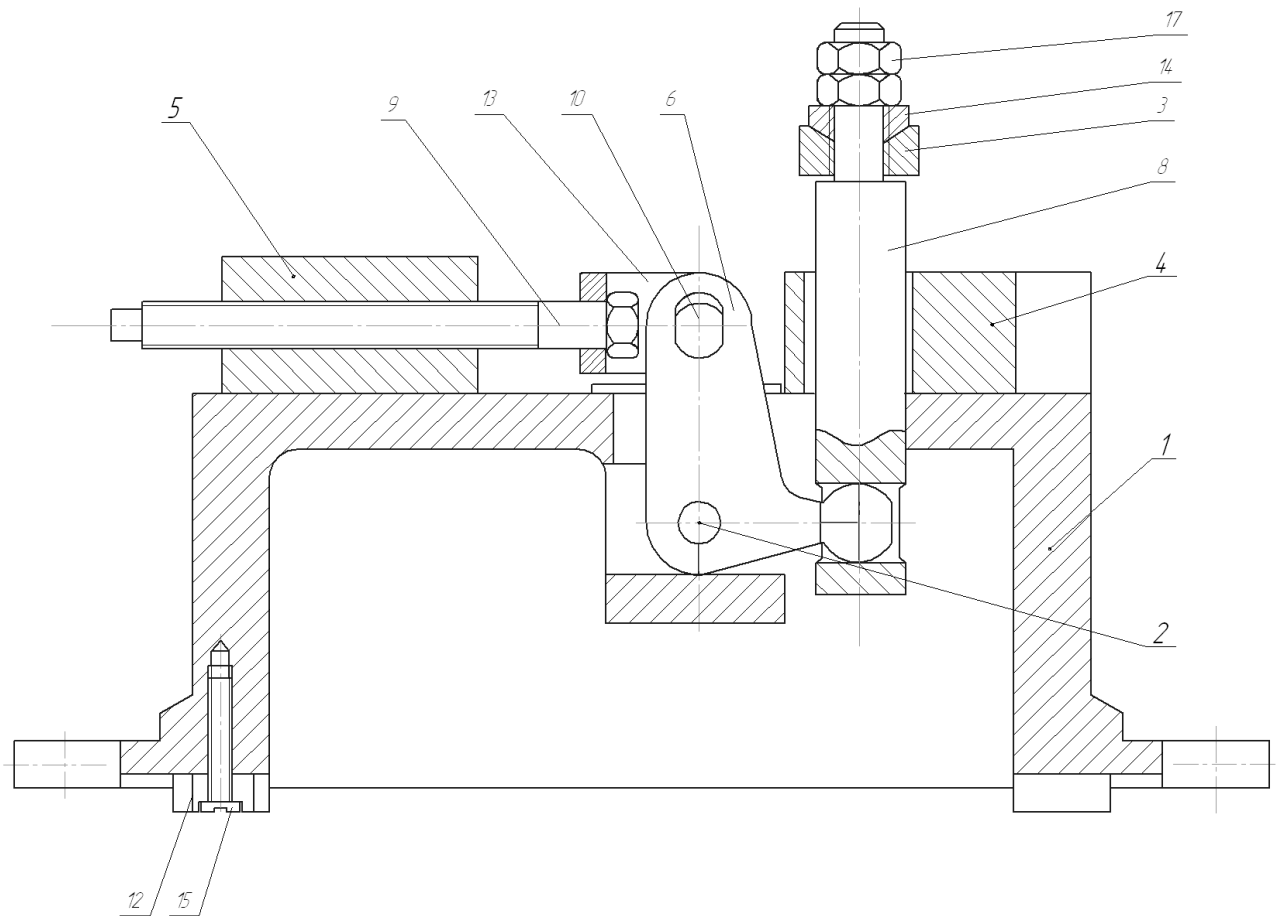


Рис. 3.2. Приспособлення для фрезерування шпонкових пазів.

Робота приспособлення відбувається таким чином: вал встановлюється на призми. Далі необхідно закрутити шток, який крізь штифт з'єднується з важелем. При переміщенні штоку верхня половина важеля подається вперед та повертається навколо своєї осі, що сполучена з шпонкою. Права половина важеля тисне на тягу, на якій закріплена притискна пластина, яке переміщується вниз та затикає встановлений в призму вал.

На пристосуванні можна закріпити два вали, яке прискорить виконання операцій фрезерування шпонкових пазів. Для вивільнення валів після фрезерування шток необхідно відкрутити та крізь скобу та тягу планка піднімається вгору.

Розрахунок елементів приспособлення. Розрахунок зусилля затискання валу.

Для проведення розрахунку запропоновано схему, яке представлена на рис. 3.3.



## 4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 САПР автоматизації технологічної підготовки виробництва та моделювання

Компас-автопроект. Цей програмний комплекс автоматизації технологічної підготовки виробництва призначений для вирішення широкого спектру завдань: автоматизованого проектування технологічних процесів, розрахунку оптимальної кількості матеріалів для виробництва виробу, розрахунку режимів обробки для різних видів виробництв, розрахунку оптимальних витрат праці, формування необхідного комплексу технологічних документів (рис. 4.1). Технологічна інформація з програмного комплексу передається в різні системи класів PDM/MRP/ERP для виробничого планування і управління.

При створенні на підприємстві єдиного комплексу автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки, зберігання технологічної інформації створеної в КОМПАС-Автопроект виконує система управління даними про виріб ЛОЦМАН:PLM (або інша PDM/PLM система).

При автономному використанні програмний комплекс складається з двох підсистем: АВТОПРОЕКТ-технологія і АВТОПРОЕКТ-специфікація.

Підсистема АВТОПРОЕКТ-технологія забезпечує:

– автоматизоване проектування технологічних процесів для різних видів виробництв (механічної обробки, збірки, зварки, термообробки, штампувального виробництва, литва, гальванічних покриттів і т.д.) або “крізних” техпроцесів, що включають операції різних виробництв:

- розрахунок режимів різання для механічної обробки;
- розрахунок режимів зварювання;
- розрахунок норм часу на виконання операцій (трудова нормування);
- формування необхідного комплексу технологічної документації: - переклад технологічного процесу іноземною мовою.



Рис. 4.1. Интерфейс программы КОМПАС-АВТОПРОЕКТ

Автоматизоване проектування технологічних процесів здійснюється у таких режимах:

- використання техпроцесу-аналогу з автоматичним вибором відповідної технології з архіву за різними критеріями, у тому числі і за конструкторсько-технологічним кодом деталі, що забезпечує найбільш точний підбір:

- використання типового техпроцесу:

- використання бібліотеки типових технологічних операцій і переходів:

- автоматичного доопрацювання типової технології на основі даних, переданих з параметричного креслення або ескіза КОМПАС-График:

- автоматичного доопрацювання типової технології на основі розрахункових даних або таблиці типорозмірів виготовлюваних деталей.

Формування комплекту технологічної документації здійснюється в середовищі MS Excel. Забезпечується автоматична вставка операційних ескізів, різна нумерація технологічних карт у складі комплекту. У базове постачання



входять бланки карт за ЕСКД (маршрутні і маршрутно-операційні карти, карти ескізів, контролю, карти технологічного процесу, відомості оснащення, карти комплектувань).

При необхідності користувач за допомогою відповідного майстра має можливість самостійного створення нових форм технологічних документів, у тому числі і на вимогу стандарту підприємства.

У автоматизованому режимі розраховуються норми допоміжного часу на установку заготовки, на виконання переходу, на контрольні вимірювання після обробки деталей, підготовчо-завершальний і штучний час.

При необхідності всі розрахункові залежності і методики можуть бути відкоректовані користувачем або додані алгоритми розрахунків, що вже застосовуються на підприємстві.

Підсистема АВТОПРОЕКТ-технологія дозволяє істотно розширювати без участі розробників можливості підсистеми, налаштувати автоматизовану розробку техпроцесів для нового вигляду виробництв.

Підсистема АВТОПРОЕКТ-специфікація забезпечує:

- введення і управління інформацією про склад виробу;
- централізоване ведення архіву конструкторсько-технологічної документації;
- пошук об'єктів складу виробу і документації, що відноситься до них, по різних критеріях;
- розмежування прав доступу до технологічних документів;
- створення багатоваріантних міжцехових маршрутів виготовлення виробу;
- контроль вхідної і використовуваної номенклатури виробів, що випускаються;
- матеріальне нормування по налаштовувальних алгоритмах;
- автоматичну заміну даних в архіві технологічних процесів при зміні нормативній документації з автоматичним формуванням сповіщення про зміну;
- формування зведених відомостей (подетально-специфікованих і зведених норм витрати матеріалів, відомостей трудомісткості виготовлення

виробу, завантаження устаткування, відомості технологічних маршрутів).

Для роботи з складом виробу передбачена можливість імпорту конструкторської специфікації з КОМПАС-3D і з інших джерел.

Унікальною особливістю системи КОМПАС-АВТОПРОЕКТ є можливість роботи з базами даних, що вже є на підприємстві без їх конвертації. Забезпечується підключення баз різних СУБД, зокрема Access, Paradox, Foxpro і т.д.

Для інтеграції з іншими додатками використовується АРІ КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, що розроблений на основі СОМ-технології і включає близько 300 функцій.

## **4.2 Система геометричного моделювання ГеММа-3D**

ГеММа-3D являється самостійною САД/САМ-системою, яка дає змогу побудувати математичну модель і отримати керуючі програми обробки деталей будь-якої ступені складності на всіх типах металоріжучого обладнання з числовим програмним управлінням (ЧПУ).

Велика гнучкість системи та функціональний інтерфейс (рис. 4.2) сприяють швидкому її переоснащенню під нове обладнання та виробу, що є дуже актуально в умовах інструментального виробництва. Крім того, система ГеММа-3 D може ефективно функціонувати у цехових умовах де іноді необхідно вносити зміни у текст управляючої програми безпосередньо оператором не вимагаючи при цьому втручання технолога-програміста. Для цього у системі ГеММа-3D передбачено редактор управляючій, програм, за допомогою якого можливо здійснювати асоціативний зв'язок кадру у тексті програми з графічним зображенням елемента траєкторії. У системі передбачена можливість експорту та імпорту даних у вигляді як 3D -моделей, так і креслень із усіх відомих САД -систем, тому її інтеграція у будь-яку САПР підприємства не складає особливих труднощів.

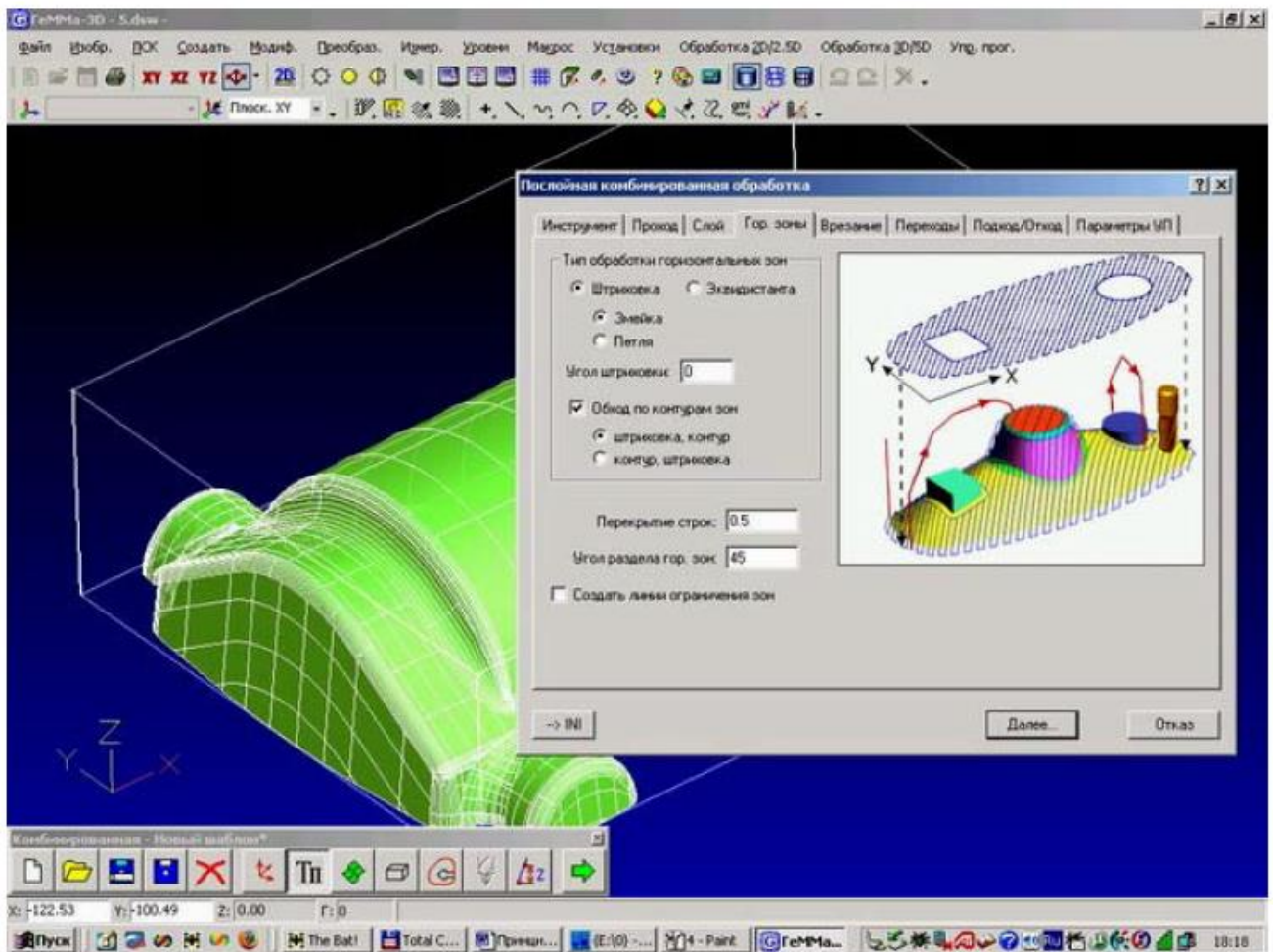


Рис. 4.3. Интерфейс программы ГеММа-3D

Основні функції системи ГеММа-3D такі: -побудова математичних моделей деталей і агрегатів; -доопрацювання математичних моделей відповідно до вимог технологічного процесу обробки конкретним інструментом на певному устаткуванні з ЧПУ;

- підготовка управляючих програм для верстатів з ЧПУ: фрезерних (2-х, 3-х, 4-х, 5-и координатних), електроерозійних (2-х, 3-х, 4-х координатних), свердлильних, токарних та гравіювальних;

- підготовка технологічних ескізів і технологічних карт;

- обробка результатів вимірювань виробів для оцінки точності виготовлення.

При виконанні моделювання за допомогою ГеММа-3D можливо здійснювати:

- побудову кривих: відрізки, дуги кіл, слайди, криві 2-го порядку, еволюти і евольвенти, табличні криві, криві по довільній формулі;

– створення поверхонь деталей і агрегатів будь-якого ступеня складності: лінійні, витискування, обертання, Безье, NURBS, по одній і двох сімействах каркасних кривих, сполучення для поверхонь і оболонок (з постійним і змінним радіусом), сполучення поверхні з кривою (підсічка), кінематичні, еквідистантні, ливарні ухили;

– обрізання поверхонь: створення складних композицій поверхонь, з вирізами і обмеженнями і виконання всіх геометричних і технологічних операцій;

– робота з довільними конструкційними площинами.

– геометричні операції: проектування кривих на поверхню, наvertання кривих на поверхню, розгортка кривих лежачих на поверхні на площину, побудова еквідистантних кривих на площині і поверхні, перетин поверхонь довільними площинами, обрізання поверхонь за заданими межами, побудова оболонок, побудова ліній на поверхнях, межі поверхонь та ін.

Обмінні формати IGES, DXF, STEP забезпечують введення математичних моделей, підготовлених в будь-яких відомих САПР, включаючи твердотільні, а імпорт формату EPS дозволяє сприймати графічну інформацію з художніх програм для програмування гравіювання.

## 5 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 5.1 Аналіз процесу механічної обробки різей

Поряд зі зварними різьбові з'єднання є найпоширенішими при виготовленні автомобілів та інших видів машин, обладнання і металоконструкцій. Для виготовлення різних типів різей в деталях використовуються найрізноманітні методи та формувальні інструменти. Проаналізуємо методи формування різей різ них типів та формувальних інструментів, які для цього використовуються [1]. Так для нарізання зовнішніх різей на деталях малого діаметра використовують плашки (рис. 5.1.а), які знайшли саме широке застосування завдяки своїй універсальності, дешевизні та простоті в експлуатації. Ними можна нарізати різьбу як в ручному режимі, так і в механічному з використанням металорізальних верстатів. Плашки за формою зовнішньої поверхні вони поділяють на круглі, квадратні, шестигранні та трубчасті.

Для нарізання як зовнішніх так і внутрішніх різей використовують різьбонарізні головки (рис. 5.2.б). Вони володіють значними перевагами у порівнянні з плашками, але через значну конструктивну складність не мають широкого застосування в автотранспортних підприємствах.



Рис. 5.1 – Різьбонарізний інструмент для нарізання зовнішньої різьбу:

а) круглі плашки; б) різьбонарізні головки

Як і різьбонарізні головки, різьбонарізні фрези (рис. 5.2) використовують для нарізання як зовнішніх так і внутрішніх різей. З допомогою різьбонарізних

фрез можна досягати високої продуктивності процесу нарізання різей проте при невисокій її якості.

До методів отримання різьбу відносять її накатування накатними головками і плашками. З допомогою цих методів забезпечується отримання різей при використанні пластичної деформації (рис. 5.3).



Рис. 5.1 – Різьбонарізний інструмент для нарізання внутрішньої різьбу:

а) різьбонарізна фреза; б) різьбонакатна головка

В автотранспортних підприємствах, в розпорядженні яких, як правило, знаходяться токарно-гвинторізні верстати, нарізання зовнішніх та внутрішніх різей різного профілю часто проводиться різцями і різьбонарізними гребінками (рис. 5.4). Різьбонарізні гребінки забезпеченні декількома витками, які поділяються на різучі та калібруючі і в порівнянні з різцями забезпечують рівномірніше нарізання різей при значно вищій продуктивності продуктивності.

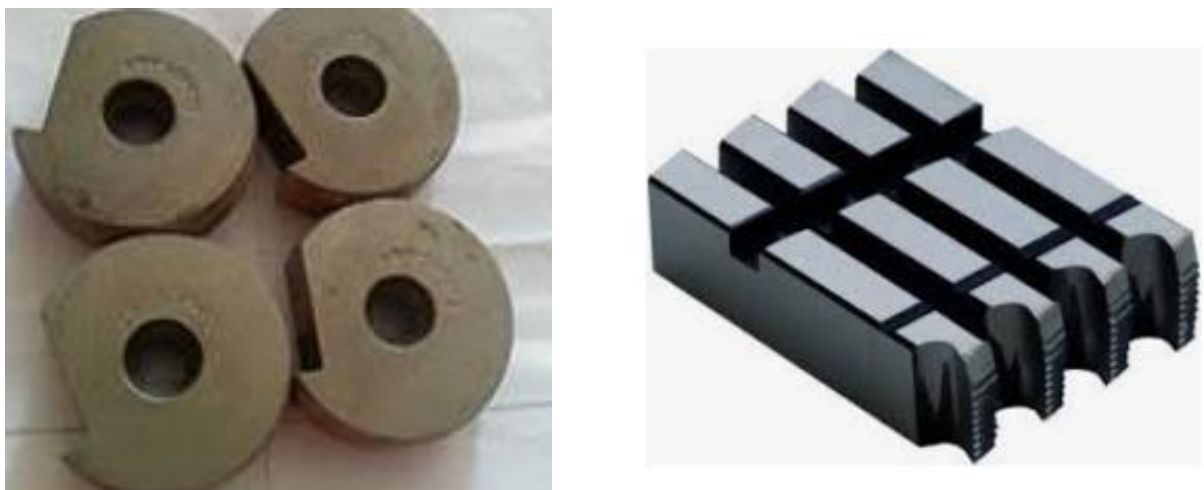


Рис. 5.4 – Різьбонарізні гребінки: різних типів

Серед найбільш розповсюджених різьбоформувальних інструментів поряд з плашками виступають мітчики, які призначені для нарізання різей в отворах, і мають ріжучу та калібруючі частини (рис. 5.5).

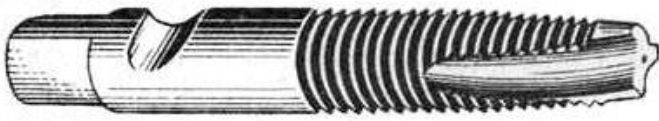


Рис. 5.5 - Безканавочний мітчик

На сьогоднішній день в автотранспортних підприємствах починають отримувати поширення комбіновані мітчики, які складаються з двох ріжучих частин, одна - для свердління отвору, а інша – для нарізання різьбу, і їх називають свердлами-мітчиками (рис. 5.6). Такі мітчики використовуються для формоутворення різьбу у стінках деталей невеликої товщини і дозволяють значно підвищувати продуктивність праці при виготовленні отворів.



Рис. 5.6 - Свердла-мітчики

## **5.2. Обгунтування процесу механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика в дільниці ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А**

Для покращення процесу механічної обробки різей на дільниці ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А нами



досліджено конструкцію комбінованого інструменту – свердла-мітчика (рис. 5.7), який дозволяє удосконалити процес нарізання наскрізної різьби в елементах деталей автомобілів. Даний інструмент призначений для обробки отворів в деталях товщиною не більше 10 мм і діаметром до 200 мм. Матеріал комбінованого свердла-мітчика має такий хімічний склад: С – 0,93%; Cr – 4,2%; Мо – 6,4%; W – 6,4%; V – 1,8%; Со – 5%.



Рис. 5.7 – Досліджувані свердла-мітчики

Механічний процес нарізання різ з використанням комбінованого свердла-мітчика передбачає наступні переходи. Оброблювана деталь закріплюється у затискному пристосуванні стола металорізального верстата, а інструмент вставляється у патрон шпинделя верстата. Наступним кроком є включення головного рух інструменту та руху його подачі. На першому переході відбувається процес свердління отвору в деталі, а на другому переході - нарізання різьби у щойно зробленому отворі. Після завершення переходу з нарізання різьби комбінованим свердлом-мітчиком потрібно зупинити головний рух і рух подачі, щоб декілька калібруючих зубів залишились у нарізаній різьбі деталі. Наступним кроком механічної обробки є включення реверсу, що забезпечує вигвинчування свердла-мітчика з щойно нарізаної



різьбу та його відвід у вихідне положення.

### 5.3. Дослідження процесу механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика

Момент нарізання різьбу  $M_{різ}$  при використанні комбінованого свердла-мітчика можна записати за формулою [1]:

$$M_{різ} = 10C_m D^q P^y k_p, \quad (5.1)$$

де  $C_m$ ,  $q$ ,  $y$ ,  $k_p$  – коефіцієнти і показники, які структуру оброблювального матеріалу і його відповідність;

$D$  – номінальний діаметр різьбу, мм;

$P$  – крок різьбу, мм.

Досліджуване комбіноване свердло-мітчик складається із трьох зубів та забірної частини. Тому розглянемо процес нарізання різьбу, який складається з наступних етапів: поступове врізання першого зуба свердла-мітчика; врізання другого зуба та різання першим зубом свердлом-мітчиком; врізання третього зуба та різання першим і другим зубом свердлом-мітчиком; одночасне нарізання різьбу трьома зубами і її калібрування; поступовий вихід різальних зубів з нарізаної різьбу та продовження її калібрування калібруючою частиною свердла-мітчика. Графік моменту різання  $M(t)$  у часі представлено у вигляді графіків на рис. 5.8.

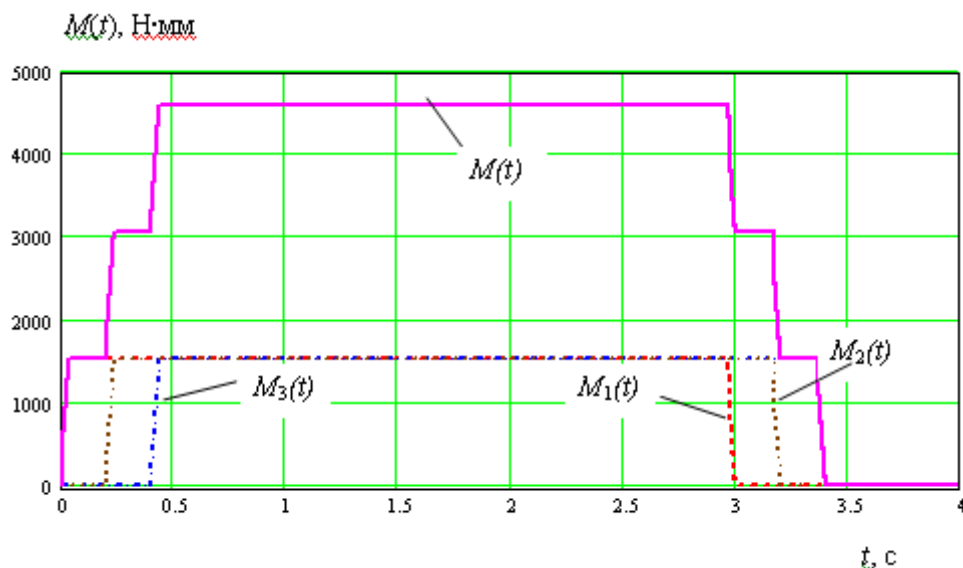


Рис. 5.8 – Графік зміни моменту нарізання різьбу свердлом-мітчиком в часі

Дослідження стійкості свердла-мітчика проведено на вертикально-свердлильному верстаті [2] при нарізання різьбу у деталях з листового прокату різних марок (рис. 5.9).



Рис. 5.9 - Дослідження стійкості свердла-мітчика свердлильному верстаті

За результатами експериментальних досліджень свердла-мітчика виведено рівняння регресії [2]:

$$P(n, d, v) = 224,35 - 1,26n - 7,9v + 0,0024n^2 - 0,0298nd + 0,0299dv + 1,0071d^2 \quad (5.2)$$

Встановлено [2], що при збільшенні діаметра свердла-мітчика в межах 0,0042 ... 0,007 м зусилля різання збільшується на 53...100 Н. Збільшення частоти обертання інструмента в межах 108 ... 216 об/хв. Призводить до зменшення зусилля різання.

На основі проведених експериментів і їх оброблення побудовані діаграми зміни зусилля в часі для частот обертання: 108 об/хв.; 162 об/хв.; 216 об/хв. Встановлено [2] (рис. 5.10), що характер зміни зусилля відбувається при виході свердла із зони різання після свердління отвору і подальшого входження мітчика в заготовку і нарізання різьбу. На рисунку видно, що величини зусилля в часі при свердлінні (від 1 до 6 секунди) та нарізанні різьбу (від 7 до 10 секунди) різко відрізняється від частоти обертання інструменту. Відповідно

частоту обертання свердла-мітчика слід обирати в межах 200 об/хв. Проте аналізуючи дані результати слід зазначити, що така частота обертання для нарізання різьбу є надто високою і її слід встановлювати нижчою, від 60 об/хв. до 120 об/хв.

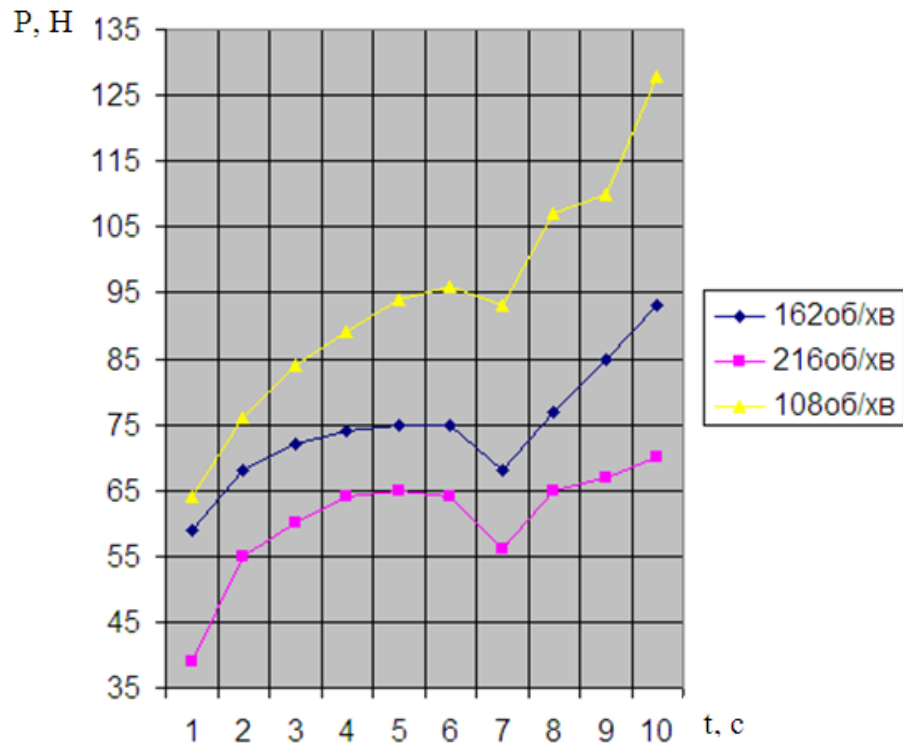


Рис. 5.10 – Графічні залежності змінювання величини зусилля у часі у процесі свердління та нарізання різьби

Виходячи з доцільної частоти обертання свердла-мітчика в межах 200 об/хв. можна зробити висновок, що вона ефективна для проведення першого переходу, пов'язаного із свердлінням отвору. Для виконання другого переходу - нарізання різьбу, слід обирати нижчу частоту обертання. Тому при нарізання різьбу за одну операцію разом із свердлінням отвору з допомогою свердла-мітчика доцільно частоту його обертання робити змінною для двох переходів. Так для свердління отвору частоту обертання свердла-мітчика слід вибирати в межах 200 об/хв., а для нарізання різьбу її необхідно зменшувати до 60 ... 120 об/хв. Ці режими різання можна легко реалізувати на верстатах з ЧПК, але на автотранспортних підприємствах вони практично відсутні через високу дороговизну і недоцільність використання. Відтак для реалізації даного процесу на простих свердлильних чи токарних верстатах конструктивні особливості

існуючих свердл-мітчиків необхідно змінити. Необхідно збільшити ділянку інструменту між частиною свердла (на рис. 5.11 позначена « $a$ ») і ділянку інструменту між частиною мітчика (на рис. 5.11 позначена « $c$ »). На рисунку 5.11 представлено свердло-мітчик, де ця ділянка меншого за ділянку свердла діаметру позначена як « $b$ ».

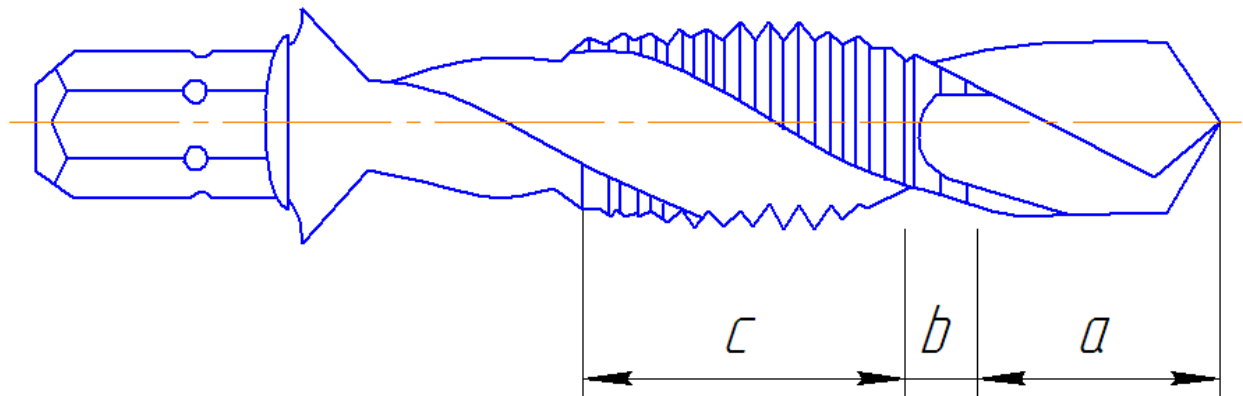


Рис. 5.7 – Пропоноване свердло-мітчик

Виходячи з вищесказаного ділянку « $b$ » (на рис. 5.11) свердла-мітчика слід виконувати більшою, за товщину оброблюваної деталі, і саме на ній, після виконання переходу пов'язаного із свердлінням отвору, проводити зниження частоти обертання патрону верстату для подальшого нарізання різьбу.

## 6 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1 Розрахунок трудомісткості та обсягу робіт на дільниці

Річну програму відновлення валів приймаємо.  $Nз = 40\ 000$  шт.

Забезпечення даної програми можливе при відновленні широкої номенклатури валів сільськогосподарської техніки. При цьому замовлення на відновлення можуть бути з усіх районів області, від юридичних та фізичних осіб.

Виконаємо розрахунок трудомісткості робіт для кожної операції за формулою:

$$T = \frac{Nз \cdot t_{шт}}{60 \cdot Pi \cdot Kв}, \quad (6.1)$$

де  $Nз$  – програма випуску деталей, шт;

$Pi$  – кількість одночасно оброблювальних деталей, шт;

$Kв$  – коефіцієнт виконання норм часу,  $Kв=4,51$ ;

$t_{шт}$  – норма часу (штучний час).

1. Мийна

$$T1 = \frac{40000 \cdot 9,63}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 1423 H / год ,$$

2. Дефектувальна

$$T2 = \frac{40000 \cdot 6,01}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 889 H / год ,$$

3. Шліфувальна

$$T3 = \frac{40000 \cdot 10,83}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 1600,6 H / год ,$$

4. Наплавлювальна

$$T4 = \frac{40000 \cdot 16,84}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 2489,8 H / год ,$$

5. Токарна

$$T5 = \frac{40000 \cdot 14,44}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 2134,08 H / год ,$$

6. Фрезерувальна

$$T_6 = \frac{40000 \cdot 13,23}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 1956,24 \text{ H / год} ,$$

7. Шліфувальна

$$T_7 = \frac{40000 \cdot 16,84}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 2489,76 \text{ H / год} ,$$

8. Котрольна

$$T_8 = \frac{40000 \cdot 8,42}{60 \cdot 1 \cdot 4,51} = 1244,88 \text{ H / год}$$

Річна трудомісткість по всіх операціях:

$$T = \sum T_i;$$

$$T = 1423 + 889 + 1600,6 + 2489,8 + 2134,08 + 1956,24 + 2489,76 + 1244,88 = 14227 \text{ H/год.}$$

## 6.2 Розрахунок фондів часу

Знаходимо номінальний річний фонд часу працівників при п'яти робочих днях у тижні:

$$\Phi_n = D_p \cdot n - D_n \cdot (n - n_1),$$

де,  $D_p$  – кількість робочих днів у році,  $D_p = 253$  днів;

$n$  – тривалість зміни,  $n = 8$  год;

$D_n$  – кількість передсвяткових днів,  $D_n = 8$  днів;

$n_1$  – тривалість зміни у передсвяткові дні,  $n_1 = 7$  год.

$$\Phi_n = 253 \cdot 8 - 8 \cdot (8 - 7) = 2016 \text{ год}$$

Дійсний річний фонд часу працівників розраховуємо за формулою:

$$\Phi_d = [\Phi_n - (d_v + d_y + d_d + d_n) \cdot t_c],$$

де  $d_v$  – кількість днів відпустки,  $d_v = 31$  дні;

$d_y$  – кількість відпускних днів робітникам, які навчаються в вечірніх і заочних навчальних закладах, (10...15% від робочих днів у році),  $d_y = 6$  днів;

$d_d$  – кількість днів декретної відпустки (1,3...1,6% від робочих днів у році),  $d_d = 4$  дні;

$d_z$  – кількість днів невиходу на роботу, яка складає приблизно 0,15-0,3% від кількості робочих днів року,  $d_z=1$  день;

$d_n$  – кількість інших невиходів на роботу (складає  $\approx 0,5\%$  від кількості робочих днів року),  $d_n=1$  день;

$t_c$  – тривалість зміни,  $t_c=8$  год..

$$\Phi_d = [2016 - (31 + 6 + 4 + 1 + 1) \cdot 8] = 1672 \text{ год.}$$

Розрахуємо річний фонд часу робочого місця.

$$\Phi_{рм} = \Phi_n \cdot n_p \cdot c,$$

де  $n_p$  – кількість робочих одночасно працюючих на одному робочому місці.

Приймаємо  $n_p=1$ .

$c$  – число робочих змін,  $c=1$ .

$$\Phi_{рм} = 2016 \cdot 1 \cdot 1 = 2016 \text{ год.}$$

Річні фонди часу обладнання розподіляють на номінальний та дійсний. Номінальний фонд розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{он} = \Phi_n \cdot c = 2016 \cdot 1 = 2016 \text{ год.}$$

Дійсний фонд роботи обладнання

$$\Phi_{од} = \Phi_n \cdot c \cdot \eta = 2016 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1976 \text{ год.}$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, який характеризує використання обладнання за часом. При однозмінній роботі приймаємо  $\eta=0,97$ .

### 6.3 Розрахунок кількості робітників, обладнання, площі

Кількість одиниць основного обладнання знаходимо за формулою:

$$n_o = \frac{T_o}{\Phi_{од} \cdot \eta_z}, \quad (6.2)$$

де  $T_o$  – трудомісткість, які виконуються одним видом обладнання; люд/год.

$\Phi_{од}$  – дійсний фонд роботи обладнання, год;

$\eta_z$  – коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_z=0,9$ .

005 Мийна –

$$n_{o1} = \frac{1423}{1976 \cdot 0,9} = 0,8$$

010 Дефектувальна –

$$no2 = \frac{889}{1976 \cdot 0,9} = 0,48$$

015 Шліфувальна –

$$no3 = \frac{1600,6}{1976 \cdot 0,9} = 0,87$$

020 Наплавлювальна –

$$no4 = \frac{2489,8}{1976 \cdot 0,9} = 1,4$$

025 Токарна –

$$no5 = \frac{2134,08}{1976 \cdot 0,9} = 1,2$$

030 Фрезерувальна –

$$no6 = \frac{1956,24}{1976 \cdot 0,9} = 1,1$$

035 Шліфувальна –

$$no7 = \frac{2489,76}{1976 \cdot 0,9} = 1,4$$

040 Контрольна –

$$no7 = \frac{1244,88}{1976 \cdot 0,9} = 0,7$$

Кількість робітників приймаємо із розрахунку кількості обладнання і кількості робітників на одиницю обладнання. Довантаження робітників здійснюється за рахунок сумісності робіт

$$Np=0,8+0,48+0,87+1,4+1,2+1,13+1,4+0,7=7,98$$

Приймаємо 8 чоловік.

Розраховану та прийняту кількість робітників з урахуванням сумісності робіт зводимо в штатну відомість, таблиця 6.1.



Таблиця 6.1 – Штатна відомість робітників

№ операції	Найменування спеціальності робочих	Трудомісткість робіт, Н/год.	Номінальний фонд часу, год.	Дійсний фонд часу, год.	Кількість розрахованого обладнання, шт.	Кількість прийнятого обладнання, шт.	Кількість робітників на одне робоче місце, чол.	Прийнята кількість робочих, чол.
005	Мийник	1423	2016	1672	0,8	1	1	1
010	Дефектувальник	889	2016	1672	0,48	1	1	1
015	Шліфувальник	1600,6	2016	1672	0,87	1	1	1
020	Наплавщик	2489,8	2016	1672	1,4	1	1	1
025	Токар	2134	2016	1672	1,2	1	1	1
030	Фрезерувальник	1956,2	2016	1672	1,1	1	1	1
035	Шліфувальник	2489,8	2016	1672	1,4	1	1	1
040	Контролер	1244,9	2016	1672	0,7	1	1	1
Всього		14227			7,98	8	8	8
Кількість робітників за сумісностями робіт								8

Приймаємо кількість робітників – 8 чоловік.

Після розрахунку кількості обладнання проводимо його вибір. Перелік розрахованого та прийнятого обладнання зводимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Перелік розрахованого та прийнятого обладнання

№ позиції	Найменування обладнання	Кількість		Марка обладнання	Габаритні розміри	Потужність електро двигунів, кВт
		По розрахунку	По технічній необхідності			
1	2	3	4	5	6	7
005	Мийна машина	1	1	ОМ 60-83	2250×1100	4,5
010	Стіл для дефектування	1	1	СТІЛ ЗП-1497	1800×750	-
015	Безцентровий шліфувальний верстат	1	1	3А-184	3500×2200	7,8
020	Установка для наплавки	1	1	ОКС-11232 1А16	2300×850	6,7
025	Токарно гвинторізальний верстат	1	1	1А16	1900×850	3,4
030	Фрезерувальний верстат	1	1	16Б-04А	2050×1500	4,6
035	Безцентровий шліфувальний верстат	1	1	3А-184	5300×1400	7,8
040	Мікрометр	1	1	0-50 ГОСТ 6933-72	-	-
Всього					25590000	34,8

Загальна площа, яку займає обладнання – 25590000мм<sup>2</sup> ≈ 26 м<sup>2</sup>.

Загальні енерговитрати силові – 34,8 кВт.

Габаритний розмір кабіна для робіт по наплавці, які встановлені на даній ділянці наводимо в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Габаритні розміри кабін для робіт по наплавці

Найменування	Кількість, шт.	Габаритні розміри, мм
Кабіна для робіт по наплавці	1	2750×3400
Всього		9350000

Приймаємо площу кабіни  $F_k = 9,35 \text{ м}^2$ .

Розрахунок площі ділянці ведемо відносно площі зайнятого обладнанням

$$F = f_0 \cdot K_3, \quad (6.3)$$

де  $f_0$  – сумарна площа зайнята устаткуванням,  $f_0 = 26 \text{ м}^2$

$K_3$  – коефіцієнт робочої зони,  $K_3 = 3,6..4,5$

$$F = 23,64 \cdot 4 = 94,54 \text{ м}^2$$

$F_{заг} = F_k + F = 94,54 + 9,35 = 103,89 \text{ м}^2$  остаточно приймаємо площу  $F_{заг} = 105 \text{ м}^2$

#### 6.4 Розробка плану ділянці

Компонування ділянці виконується з метою забезпечення найкращих технологічних взаємозв'язків між операціями і ділянцями цеху в цілому. Основним правилом при компонуванні ділянці є відповідність між транспортуванням деталей і виробничим процесом.

Компонування ділянці залежить від характеру деталей, які виготовляються, від типу підприємства і рівня спеціалізації.

Обладнання розставлене у відповідності до технологічного процесу відновлення валу.

## 6.5 Вибір підйомно-транспортних засобів

Підйомно-транспортні засоби на машинобудівних підприємствах є невід'ємною частиною більшості технологічних процесів.

Види та кількість підйомно-транспортних засобів, необхідних для ефективного забезпечення виробничого процесу машинобудівних підприємства, залежать від номенклатури деталей які виготовляються, їх маси і розмірів, типу виробництва та форми організації праці, типу та розмірів виробничих приміщень.

У відповідності до рекомендацій по вибору підйомно-транспортних засобів для ділянки відновлення приймаємо:

- кран-балка КБ-4, Q=2 т (1 шт.);

## 6.6 Енергетичні розрахунки на ділянці

Розрахунок пара та палива на опалення та вентиляцію визначаємо із розрахунку відшкодування теплових витрат будівлі. При існуючій вентиляції теплові витрати приймають із розрахунку 25...35 ккал/год., [7] на 1 м<sup>3</sup> будівлі. Річна потреба пара та палива на опалення і вентиляцію:

$$Q_g = \frac{qn \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000}, \quad (6.4)$$

$$Q_n = \frac{qn \cdot H \cdot V}{k \cdot 1000 \cdot \eta_n}, \quad (6.5)$$

де  $qn$  – витрати палива на 1 м<sup>3</sup> будівлі ккал/год;

$H$  – кількість годин в паливному сезоні  $H=4320$  год.

$V$  – об'єм приміщення,

$$V = S \cdot 6,3 = 105 \cdot 6,3 = 661,5 \text{ м}^3.$$

$i$  – теплота випаровування, ккал/год ( $i=540$  ккал/кг),

$k$  – теплотворна спроможність палива ( $k=7000$  ккал/кг);

$\eta_n=0,75$  – коефіцієнт корисної дії котельної установки.

$$Q_g = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 661,5}{540 \cdot 1000} = 158,76 \text{ м}^3,$$

$$Q_m = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 661,5}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 16,33 \text{ м.}$$

Розрахунок необхідної кількості стиснутого повітря для ділянки відновлення проводимо за формулою:

$$Q_{cm} = 60 \cdot q_{cn} \cdot \Phi_{дрм}, \quad (6.6)$$

де  $q_{cm}$  – хвилинні витрати стиснутого повітря, знаходимо за формулою:

$$q_{cn} = 1,5 \cdot K_{cn} \cdot P_{cn} \cdot q_{об},$$

де 1,5 – коефіцієнт який враховує витрати;

$K_{cn}$  – коефіцієнт попиту (для пневматичних пристосувань  $K_{cn}=0,2-9,4$ ;

$P_{cn}$  – кількість повітря, яке потребує одиниця обладнання за 1хв. (для пневматичного пристосування  $P_{cn}=0,8-1,2$ ;

$q_{об}$  – число одиниць обладнання, де використовується стиснуте повітря.

$$q_{cn} = 1,5 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 6 = 0,9 \text{ хв.}$$

Отже необхідна кількість стиснутого повітря по ділянці становить:

$$Q_{cm} = 60 \cdot 0,9 \cdot 1976 = 106704 \text{ м}^3.$$

Вода на ділянці відновлення витрачається на виробничі та побутові потреби.

У відповідності з чинними санітарними нормами, на побутові потреби на одного робітника за одну зміну витрата води становить 25 літрів [7]. Річні витрати складають:

$$Q_{nn} = n_d \cdot q \cdot n \cdot n_p, \quad (6.7)$$

де  $n_d$  – кількість робочих днів у році,  $n_d = 253$  дні;

$q$  – норма витрати води,  $q = 25$  л [47];

$n$  – кількість змін,  $n = 1$ ;

$n_p$  – кількість робочих на ділянці,  $n_p = 8$ чол.

$$Q_{nn} = 253 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 8 = 50600 \text{ л} = 50,6 \text{ м}^3.$$

Вентиляція виробничих приміщень призначена для зменшення зауреності, задимленості та для очищення повітря від шкідливих викидів виробництва, а також підвищення цілісності устаткування. Вона служить одним із головних засобів оздоровлення умов праці, підвищення продуктивності й

запобігання небезпеки професійних захворювань .

Розрахунок вентиляції виконуємо у наступній послідовності. Визначаємо вид вентиляції і відмічаємо кратність обміну повітря. Приймаємо, при проектуванні вентиляції ділянки відновлення, загальнообмінну вентиляцію з годинною кратністю обміну повітря,  $\kappa = 5$  [7].

Розраховуємо продуктивність вентилятора, виходячи із об'єму приміщення та кратності обміну повітря:

$$W_g = V_o \cdot \kappa, \quad (6.8)$$

де  $V_o$  – об'єм ділянки,  $V_o = F \cdot h = 105 \cdot 6,3 = 2110 \text{ м}^3$

$F$  – площа ділянки,  $F = 105 \text{ м}^2$  ;

$h$  – висота приміщення,  $h = 6,3 \text{ м}$ ;

$\kappa$  – годинна кратність обміну повітря,  $\kappa = 5$ .

$$W_g = 2110 \cdot 5 = 10550 \text{ м}^3/\text{г}.$$

За розрахованим сумарним обміном повітря вибираємо вентилятор [47].

У нашому випадку оптимальним варіантом є центробіжний вентилятор №5 серії ЕВР із такою технічною характеристикою.

- продуктивність вентилятора,  $W_g = 11000 \text{ м}^3/\text{г}$ ;
- тиск вентилятора,  $H_g = 78 \text{ кгс}/\text{м}^2$  ;
- коефіцієнт корисної дії,  $\eta_g = 0,51$ ;
- частота обертів вентилятора,  $n = 1000 \text{ об}/\text{хв}$ .

Виконуємо розрахунок потужності електродвигуна привода вентилятора

$$N_e = (1,2 \dots 1,5) \frac{W_g \cdot H_g}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_g \cdot \eta_n}, \quad (6.9)$$

де  $W_g$  – продуктивність вентилятора,  $W_g = 11000 \text{ м}^3/\text{г}$ ;

$H_g$  – тиск вентилятора,  $H_g = 78 \text{ кгс}/\text{м}^2$ ;

1,2-1,5 – коефіцієнт, що враховує невраховані витрати тиску повітряного потоку;

$\eta_g$  – коефіцієнт корисної дії вентилятора,  $\eta_g = 0,51$ ;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії передачі ( $\eta_n = 0,75$ ).

$$N_e = 1,5 \frac{11000 \cdot 78}{3600 \cdot 102 \cdot 0,51 \cdot 0,75} = 9,16 \text{ кВт.}$$

Для приводу вентилятора приймаємо електродвигун 4А13254УЗ потужністю 10 кВт і частота обертання,  $n = 1000$  об/хв.

Кількість, якість та продуктивність праці в значній мірі залежить від освітлення в приміщеннях і на робочих місцях. Недостатнє і викривлене освітлення

часто є причиною нещасних випадків і захворювань органів зору.

При проектуванні виробничих приміщень передбачається природне і штучне освітлення.

При проектуванні і розрахунку освітлення необхідно враховувати наступні основні вимоги:

- освітлення не повинно визивати різких тіней та осліплюючих бликів;
- пристрій освітлення повинен встановлюватися з урахуванням характеру виробництва.

При розрахунку природного освітлення дільниці підбираються відповідні віконні проміжки. Орієнтовна площа освітлення, яка забезпечує нормальне природне освітлення визначається за формулою [7]:

$$F_{оск} = \frac{fn \cdot \alpha}{\tau}, \quad (6.10)$$

де  $fn$  – площа дільниці,

$\alpha = 0,25 \dots 0,35$  – коефіцієнт природного освітлення;

$\tau = 0,6$  – коефіцієнт, який враховує втрати світла від забруднення скла.

$$F_{оск} = \frac{105 \cdot 0,3}{0,6} = 0,53 \text{ м}^2.$$

Освітлювальна апаратура для дільниці відновлення повинна забезпечувати освітленість в межах 50-60 люксів. Згідно [7] для освітлення дільниці вибираємо люмінесцентні лампи з такими характеристиками:

Тип ламп - ЛБ;

Світловий потік в люменах-4320;

Потужність – 80 Вт;

Напруга – 220 В

Розміри - 38×1515

Кількість ламп, необхідних для освітлення визначаємо за формулою з [7]:

$$n = \frac{E_{\phi} \cdot f_n \cdot k}{F_o \cdot \eta}, \quad (6.11)$$

де  $E_{\phi}$  – середня освітленість, лкс/м<sup>2</sup>;

$f_n$  – площа приміщення;

$k=1,7$  – коефіцієнт запасу освітлення;

$F_o=4320$  лкс – світловий потік кожної лампи;

$\eta=0,2\dots0,54$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$n = \frac{55 \cdot 105 \cdot 1,7}{4320 \cdot 0,2} = 11,36 \text{ шт.}$$

Необхідна активна потужність електроенергії на освітлення розраховуємо виходячи із середніх витрат енергії на освітлення – 15 Вт на 1м<sup>2</sup> площі підлоги.

$$P_a = 0,015 \cdot 105 = 1,575 \text{ кВт.}$$

Річну потребу в електроенергії визначаємо за формулою:

$$W = \sum P_a \cdot \Phi_o \cdot \eta, \quad (6.12)$$

$$W = \sum P_a \cdot \Phi_o \cdot \eta = 1,575 \cdot 1976 \cdot 0,75 = 2334,15 \text{ кВт.}$$

Розрахунок річної потреби в електроенергії проводиться методом визначення навантаження по коефіцієнту попиту.

Для кожної групи електроприймачів визначаємо активну потужність за формулою:

$$P_a = k_c \sum P_{вст}, \text{ кВт}, \quad (6.13)$$

де  $k_c$  – коефіцієнт попиту;

$\sum P_{вст}$  – сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт.

Знаходимо потужність для груп електроприймачів і зводимо до таблиці 6.4.

Річні витрати електроенергії для силового споживання знаходимо з урахуванням дійсного річного фонду часу та коефіцієнту завантаження по формулі:



$$W_c = \sum P_a \cdot \Phi_{од} \cdot \eta_3, \quad (6.14)$$

де  $\Sigma P_a$  – сума активних напруг споживачів,  $\Sigma P_a = 42,1$  кВт;

$\Phi_{од}$  – річний дійсний фонд часу обладнання,  $\Phi_{од} = 1976$ ;

$\eta_3$  – коефіцієнт завантаження струмоприймачів по часу,  $\eta_3 = 0,76$ .

$$W_c = 421,1 \cdot 1976 \cdot 0,75 = 62392,2 \text{ кВт}.$$

Сумарна річна потреба ділянки в електроенергії складає:

$$W_{річ.} = W_c + W_{осв} = 62392,2 + 2334,15 = 64726,35 \text{ кВт}.$$

Таблиця 6.4 – Встановлена і активна потужність струмоприймачів по групам обладнання

Найменування обладнання по групам	Кількість	Коефіцієнт попиту	Активна потужність, кВт
1. Мийна машина	1	0,8	4,5
2. Безцентровий шліфувальний верстат	1	0,48	7,8
3. Установка для наплавки на базі	1	0,87	6,7
4. Токарно гвинторізальний верстат	1	1,4	3,4
6. Фрезерувальний верстат	1	1,2	4,6
6. Безцентровий шліфувальний верстат	1	1,1	7,8
7. Кран-балка	1	0,7	7,8
Всього $\Sigma P_a$			42,1

## 7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 7.1 Розрахунок собівартості відновлення валу ПУН 5.09.601 А

Визначаємо витрати за кожною статтею. Основну заробітну плату працівників розраховуємо за формулою:

$$Z_o = \frac{\sum_i^m t_{um} \cdot Z_{zod}}{60} \cdot K_y, \quad (7.1)$$

де  $t_{um}$  – норма часу відповідно по операціях відновлення;  $m$  – кількість відповідних операцій;  $Z_{zod}$  – тарифна ставка робітника, який виконує відповідну операцію,  $K_y$  – коефіцієнт який враховує умови праці на операцію,  $K_y=1,05$ ;

$$\text{Мийник } Z_{o1} = \frac{9,63 \cdot 3,10}{60} \cdot 1,05 = 0,52 \text{ грн.};$$

$$\text{Дефектувальник } Z_{o1} = \frac{6,01 \cdot 3,2}{60} \cdot 1,05 = 0,34 \text{ грн.};$$

$$\text{Шліфувальник } Z_{o1} = \frac{10,83 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 0,65 \text{ грн.};$$

$$\text{Наплавлювальник } Z_{o1} = \frac{16,84 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 1,02 \text{ грн.};$$

$$\text{Токар } Z_{o1} = \frac{14,44 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 0,87 \text{ грн.};$$

$$\text{Фрезерувальник } Z_{o1} = \frac{13,23 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 0,8 \text{ грн.};$$

$$\text{Шліфувальник } Z_{o1} = \frac{16,84 \cdot 3,45}{60} \cdot 1,05 = 1,02 \text{ грн.};$$

$$\text{Контролер } Z_{o1} = \frac{8,42 \cdot 3,2}{60} \cdot 1,05 = 0,47 \text{ грн.}$$

Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітню плату знаходимо за формулою:

$$Z_o = Z_o \cdot K_o. \quad (7.2)$$

де  $K_o$  – коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату

$$\text{Мийник } Z_o = 0,52 \cdot 0,2 = 0,05 \text{ грн.}$$

Дефектувальник  $Z_o = 0,34 \cdot 0,2 = 0,068$  грн..

Шліфувальник  $Z_o = 0,65 \cdot 0,2 = 0,13$  грн..

Наплавлювальник  $Z_o = 1,02 \cdot 0,2 = 0,204$  грн..

Токар  $Z_o = 0,87 \cdot 0,2 = 0,174$  грн..

Фрезерувальник  $Z_o = 0,8 \cdot 0,2 = 0,16$  грн..

Шліфувальник  $Z_o = 1,02 \cdot 0,2 = 0,204$  грн..

Контролер  $Z_o = 0,47 \cdot 0,2 = 0,094$  грн..

Розрахунок відрахування до фондів соціального страхування

Знаходимо відрахування до фондів соціального страхування за формулою:

$$B_{соц} = (Z_o + Z_c) \cdot K_c, \quad (7.3)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт який враховує відрахування до фондів соціального страхування,  $K_c=0,37$ .

Мийник  $B_{соц} = (0,52 + 0,05) \cdot 0,37 = 0,21$  грн.

Дефектувальник  $B_{соц} = (0,34 + 0,068) \cdot 0,37 = 0,15$  грн..

Шліфувальник  $B_{соц} = (0,65 + 0,13) \cdot 0,37 = 0,7$  грн..

Наплавлювальник  $B_{соц} = (1,02 + 0,204) \cdot 0,37 = 1,1$  грн..

Токар  $B_{соц} = (0,87 + 0,174) \cdot 0,37 = 0,39$  грн..

Фрезерувальник  $B_{соц} = (0,8 + 0,16) \cdot 0,37 = 0,36$  грн..

Шліфувальник  $B_{соц} = (1,02 + 0,204) \cdot 0,37 = 0,45$  грн..

Контролер  $B_{соц} = (0,47 + 0,094) \cdot 0,37 = 0,21$  грн..

Розрахунок загальної зарплати за формулою:

$$Z_n = Z_o + Z_c. \quad (7.4)$$

Мийник  $Z_n = 0,52 + 0,05 = 0,57$  грн.

Дефектувальник  $Z_n = 0,34 + 0,068 = 0,41$  грн

Шліфувальник  $Z_n = 0,65 + 0,13 = 0,78$  грн

Наплавлювальник  $Z_n = 1,02 + 0,204 = 1,22$  грн

Токар  $Z_n = 0,87 + 0,174 = 1,04$  грн

Фрезерувальник  $Z_n = 0,8 + 0,16 = 0,96$  грн

Шліфувальник  $Z_n = 1,02 + 0,204 = 1,22$  грн

Контролер  $Z_n = 0,47 + 0,094 = 0,56$  грн

Амортизаційні відрахування на обладнання визначаємо за формулою:

$$C_{ам} = \frac{\Phi_{бал} \cdot H_{ам} \cdot t_{ум}}{100 \cdot F_{дрм} \cdot 60}, \quad (7.5)$$

де  $\Phi_{бал}$  – балансова вартість обладнання;

$H_{ам}$  – щорічна норма амортизаційних відрахувань,  $H_{ам}=15\%$ ;

$F_{дрм}$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,  $F_{дрм}=1976$  годин.

$$\text{Мийна } C_{ам_1} = \frac{3500 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{9,63}{60} = 0,04 \text{ грн.}$$

$$\text{Шліфувальна } C_{ам_1} = \frac{10000 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{10,83}{60} = 0,14 \text{ грн..}$$

$$\text{Наплавлювальна } C_{ам_1} = \frac{13700 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{16,84}{60} = 0,29 \text{ грн..}$$

$$\text{Токарна } C_{ам_1} = \frac{11300 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{14,44}{60} = 0,24 \text{ грн..}$$

$$\text{Фрезерувальна } C_{ам_1} = \frac{9500 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{13,23}{60} = 0,16 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальна } C_{ам_1} = \frac{10000 \cdot 15}{100 \cdot 1976} \cdot \frac{16,84}{60} = 0,21 \text{ грн..}$$

Витрати на ремонт і міжремонтне обслуговування визначаємо за формулою:

$$C_{рем} = \frac{\Phi_{бал}}{F_{дрм}} \cdot H_p \cdot \frac{t_{ум}}{60}, \quad (7.6)$$

де  $H_p$  – середній відсоток на ремонт та обслуговування,  $H_p=20\%$ .

$$\text{Мийна } C_{рем_1} = \frac{3500}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{9,63}{60} = 0,004 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальна } C_{рем_1} = \frac{10000}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{10,83}{60} = 0,18 \text{ грн..}$$

$$\text{Наплавлювальна } C_{рем_1} = \frac{13700}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{16,84}{60} = 0,39 \text{ грн..}$$

$$\text{Токарна } C_{\text{рем1}} = \frac{11300}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{14,44}{60} = 0,28 \text{ грн..}$$

$$\text{Фрезерувальна } C_{\text{рем1}} = \frac{9500}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{13,23}{60} = 0,21 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальна } C_{\text{рем1}} = \frac{10000}{1976} \cdot 0,20 \cdot \frac{16,84}{60} = 0,28 \text{ грн..}$$

Постійні витрати.

Витрати на налагодження знаходимо за формулою:

$$B_{\text{нал}} = A \cdot \frac{t_{\text{нз}}}{60} \cdot Z_{\text{год}} \cdot K_{\delta} \cdot K_c, \quad (7.7)$$

де  $A$ —кількість переналагоджень за рік. Приймаємо  $A=12$  раз;

$t_{\text{нз}}$ —підготовчо—заклучний час відповідно технологічному процесу;

$$K_{\delta}=1,2; K_c=1,37.$$

$$\text{Мийна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,29}{60} \cdot 3,10 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,3 \text{ грн.}$$

$$\text{Шліфувальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,32}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,36 \text{ грн..}$$

$$\text{Наплавлювальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,5}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,57 \text{ грн..}$$

$$\text{Токарна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,43}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,49 \text{ грн..}$$

$$\text{Фрезерувальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,4}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,45 \text{ грн..}$$

$$\text{Шліфувальна } B_{\text{нал}} = 12 \cdot \frac{0,51}{60} \cdot 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,37 = 0,58 \text{ грн..}$$

Таблиця 7.1 – Технологічна собівартість відновлення вала

№ п/п	Витрати	Величина витрат
1	$Z_n$	6,76
2	$B_{\text{соц}}$	3,57
3	$C_{\text{ам}}$	1,08
4	$C_{\text{рем}}$	1,34
Разом		12,75
5	Постійні	4,98

$$C_{\text{mexl}} = 12,75 \cdot 40000 + 4,98 = 510004,98 \text{ грн.}$$

## 7.2 Техніко–економічні розрахунки капіталовкладень

Капітальні вкладення розраховуємо виходячи з оптових цін обладнання та їх потрібної кількості за формулою:

$$K_{\text{об}} = \sum_{i=1}^m (C_{\text{онт}} \cdot q_{gh}) \cdot (1 + K_{\text{тр}} + K_{\text{мон}} + K_{\text{ф}}), \quad (7.8)$$

де  $C_{\text{онт}}$ —оптова ціна обладнання;

$q_{\text{тр}}$ — прийнята кількість одиниць обладнання;

$K_{\text{тр}}$ — коефіцієнт який враховує витрати на транспортування,  $K_{\text{тр}}=0,15$ ;

$K_{\text{мон}}$ — коефіцієнт витрат на монтаж,  $K_{\text{мон}}=0,06$ ;

$K_{\text{ф}}$ — коефіцієнт який враховує витрати на фундамент,  $K_{\text{ф}}=0,06$ ;

$$K_{\text{об}} = (3500 \cdot 1 + 10000 \cdot 1 + 13700 \cdot 1 + 11300 \cdot 1 + 9500 \cdot 1 + 10000 \cdot 1) \times \\ \times (1 + 0,15 + 0,06 + 0,06) = 73660 \text{ грн}$$

Витрати на інструмент і пристосування розраховуємо у відсотках капітальних вкладень в обладнання за формулою:

$$K_{\text{i.n}} = K_{\text{об}} \cdot \frac{H}{100}, \quad (7.9)$$

де  $H$  – відсоток витрат на інструмент та пристосування,  $H=8\%$ .

$$K_{\text{i.n}} = 73660 \cdot \frac{8}{100} = 5892,8 \text{ грн..}$$

Витрати на виробничий інвентар приймаємо в розмірі 2% від  $K_{\text{об}}$

$$K_{\text{в.i}} = 73660 \cdot \frac{2}{100} = 1473,2 \text{ грн..}$$

Витрати на господарчий інвентар розраховуємо виходячи із нормативу витрат на одного робітника:

$$K_{\text{зосн}} = R_{\text{сн}} \cdot H_{\text{в}}, \text{ грн.}, \quad (7.11)$$

де  $R_{\text{сн}}$ — кількість робітників спискових;

$H_{\text{в}}$ — норматив витрат (50 грн. на рік)

$$K_{\text{зосн}} = 8 + 50 = 400 \text{ грн..}$$

Капітальні вкладення на передаточні пристрої складають 6% від  $K_{об}$ :

$$K_{n.n} = 73660 \cdot \frac{6}{100} = 4419,6 \text{ грн.}$$

Витрати на транспортні засоби складають 3% від  $K_{об}$

$$K_{mp} = 73660 \cdot \frac{3}{100} = 2209,8 \text{ грн.}$$

Витрати на вимірювальні пристрої та прилади складають 2% від  $K_{об}$

$$K_{в.н} = 73660 \cdot \frac{2}{100} = 1473,2 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в будівлі розраховуємо за формулою:

$$K_{б\ddot{y}д} = S_{\partial} \cdot h \cdot Ц_{б\ddot{y}д}, \quad (7.12)$$

де  $S_{\partial}$  – площа ділянки,  $S_{\partial}=105 \text{ м}^2$ ;

$h$  – висота будівлі,  $h=6,3 \text{ м}$ ;

$Ц_{б\ddot{y}д}$  – вартість  $1 \text{ м}^3$  приміщення виробничої будівлі ( $65 \text{ грн/м}^3$ ).

$$K_{б\ddot{y}д} = 105 \cdot 6,3 \cdot 65 = 42997,5 \text{ грн.}$$

Річну суму амортизаційних відрахувань визначаємо за формулою:

$$A_p = \frac{H_a \cdot \sum_{i=1}^m K_{об}}{100}, \quad (7.13)$$

де  $H_a$  – річна норма амортизаційних відрахувань по  $i$ -й групі основних фондів;

$m$  – кількість груп основних фондів;

$K_{об}$  – балансова вартість  $i$ -ої групи основних фондів.

$$A_p = \frac{25 \cdot 73660}{100} = 18415 \text{ грн.}$$

Тоді загальна сума вкладень в основні засоби і обігові кошти складає:

$$K_{вкл} = K_{об} + K_{i.n} + K_{в.i} + K_{оф} + K_{зосн} + K_{n.n} + K_{mp} + K_{в.н} + K_{б\ddot{y}д}, \quad (7.14)$$

$$\begin{aligned} K_{вкл} &= 73660 + 5892,8 + 1473,2 + 400 + 4419,6 + 2209,8 + 1473,2 + 42997,5 = \\ &= 132526,1 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Вкладення в обігові кошти приймаємо в розмірі 25% від вкладень в основні засоби:

$$K_{об} = 132526 \cdot 0,25 = 33132 \text{ грн.}$$

Розрахунок заробітної плати.

Плановий фонд заробітної плати основних робітників за рік: заробітню плату з відрахуваннями до фонду соціального страхування беремо з таблиці 7.1

$$\Phi_{on} = \sum_{i=1}^m Z_n \cdot H_z \cdot (1 + K_{np}), \quad (7.15)$$

де  $Z_n$  – заробітня плата з відрахуваннями до фонду соціального страхування за відновлення валу

$H_z$  – програма відновлення валів;

$K_{np}$  – коефіцієнт який враховує премії,  $K_{np}=0,35$ .

Розраховуємо відрядну розцінку:

$$\Phi_{on} = (0,57 + 0,41 + 0,78 + 1,22 + 1,04 + 0,96 + 1,22 + 0,56) \cdot 4000(1 + 0,42) = 68840 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на енергоносії.

Так як необхідні енергетичні розрахунки ми вже виконали в організаційному розділі, то переносимо розраховані дані до даного розділу.

Потрібна кількість пари та палива на дільницю відновлення:

$$Q_z = 158,76 \text{ м}^3,$$

$$Q_n = 16,33 \text{ т.}$$

Згідно з існуючою ціною на підприємстві, на 1 м<sup>3</sup> пари – 5,22 грн. та 1 тону палива – 1900 грн., розраховуємо вартість потрібної кількості пари та палива на дільницю по відновленню:

$$B_z = 158,76 \cdot 5,22 = 828,73 \text{ грн.};$$

$$B_n = 16,33 \cdot 1900 = 31027 \text{ грн.}$$

Кількість потрібного стиснутого повітря на дільницю:

$$Q_{cm} = 106704 \text{ м}^3.$$

Згідно з існуючою ціною на підприємстві відповідно стиснутого повітря – 9,60 грн., за 1000 м<sup>3</sup> розраховуємо вартість потрібного стиснутого повітря на дільницю відновлення валів:

$$B_{cm} = \frac{106704}{1000} \cdot 9,60 = 1024,36 \text{ грн.}$$

Річну потребу у воді для побутових потреб :

$$Q_m = 50600 \text{ м}^3$$



Так як на підприємстві вартість 1 м<sup>3</sup> води становить 1,50 грн., знаходимо вартість потрібної води для побутових потреб по ділянці відновлення:

$$B_{внн} = 50600 \cdot 1,5 = 75900 \text{ грн.}$$

Річні витрати силової енергії та енергії на освітлення:

$$W_{річ} = 64726,35 \text{ кВт.}$$

Згідно з існуючою ціною за 1 кВт електроенергії – 0,32 грн., розраховуємо вартість потрібної силової електроенергії на ділянку відновлення валів:

$$B_w = 64726,32 \cdot 0,32 = 32363,43 \text{ грн.}$$

Витрати на утримування та експлуатацію обладнання розраховуємо виходячи з наступної залежності:

$$B_{обс} = B_e + A_{об},$$

де  $B_e$  – витрати на технологічну енергію,  $B_e = 2,3$  грн:

$A_{об}$  – амортизаційні відрахування на вал.

Знаходимо амортизаційні відрахування на вал:

$$A_{об} = \frac{\sum_{i=1}^m A \cdot \sum_{i=1}^n t_{ум}}{T_{\delta} \cdot 60}, \quad (7.16)$$

де  $\sum_{i=1}^m A$  – загальна сума амортизаційних відрахувань

$\sum_{i=1}^n t_{ум}$  – норма часу на відновлення валу

$T_{\delta}$  – загальна трудомісткість виконання операцій на ділянці.

$$A_{об} = \frac{18415 \cdot 96,24}{60 \cdot 14227} = 2,076 \text{ грн.},$$

$$B_{обс} = 2,3 + 2,076 = 4,38 \text{ грн.}$$

Розрахунок відновлення валів на ділянці

$$C_{ділн} = M_{од} + 3_n + B_{соц} + B_{обсл}, \quad (7.17)$$

$M_{од}$  – вартість основних та допоміжних матеріалів на відновлення одного валу, (взято на підприємстві);  $M_{од} = 5$  грн

$$C_{цех} = 5 + 6,76 + 3,57 + 4,38 = 22,71 \text{ грн.}$$

До заводської собівартості входять:

$$C_{зав} = C_{цех} \left( 1 + \frac{P_{зв}}{100} \right), \quad (7.18)$$

де  $P_{зв}$  – відсоток загальнозаводських витрат,  $P_{зв}=20\%$ .

$$C_{зав} = 22,71 \cdot \left( 1 + \frac{20}{100} \right) = 27,25 \text{ грн.}$$

Знаходимо повну собівартість за формулою:

$$C_{нов} = C_{зав} \cdot K_{ноз} = C_{зав} \left( 1 + \frac{P_{нзв}}{100} \right), \quad (7.19)$$

де  $K_{ноз}$  – коефіцієнт позавиробничих витрат (на зберігання, реалізацію),  $K_{ноз}=1,5\%$ .

$P_{нзв}$  – відсоток позавиробничих витрат.

$$C_{нов} = 27,25 \cdot \left( 1 + \frac{1,5}{100} \right) = 27,66 \text{ грн.}$$

Знаходимо проектну ціну вала за формулою:

$$Ц_{пр} = C_{нов} + П + ПДВ, \quad (7.20)$$

де  $ПДВ$  – 20% від  $C_{нов}$ ,  $ПДВ = 27,66 \cdot 0,2 = 5,53 \text{ грн.}$

$П$  – прибуток, розраховується за формулою:

$$П = \frac{R}{100} \cdot C_{нов}, \quad (7.21)$$

де  $R$  – рівень рентабельності,  $R=25\%$ .

$$П = \frac{25}{100} \cdot 27,66 = 6,92 \text{ грн.},$$

$$Ц_{пр} = 27,66 + 6,92 + 5,53 = 40,11 \text{ грн.}$$

Річний прибуток підприємства при відновленні валів розраховуємо за формулою:

$$\Delta П = (Ц_{пр} - C_{нов}) \cdot N, \quad (7.22)$$

$N$  – програма відновлення валів,  $N=40000$ .

$$\Delta П = (40,11 - 27,66) \cdot 40000 = 498000 \text{ грн.}$$

Економія споживача при відновленні вала:

$$E_c = Ц_n - Ц_{пр} = 105,00 - 40,11 = 64,89 \text{ грн.}$$

$C_n$  – ціна нового вала

Отже впровадження на підприємстві запропонованого технологічного процесу відновлення валів сільськогосподарської техніки дозволяє отримати річний прибуток в розмірі 498 тис. грн., а споживач при відновленні вала економить 64,89грн.

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Естетичне оформлення виробничого приміщення

Естетичні вимоги до робочого середовища. Вимоги до організації робочих місць можна згрупувати таким чином: інформаційні, економічні, енергомічні, гігієнічні, естетичні, технічні, організаційні.

Продуктивність праці людини значною мірою залежить від елементів зовнішнього оформлення середовища, в якому вона працює. Отже, такі елементи естетичного оформлення виробничого середовища, як зовнішній вигляд приміщення і знарядь праці, їх кольорова гама, наявність квітів в інтер'єрі та ін. також потрібно враховувати при організації робочого місця.

Більше число ергономічних вимог до якості техніки, елементам устаткування і просторової організації виробничого середовища може зробити враження закінченості процесу оптимізації робочих місць. Однак існуючий досвід суперечить цьому твердженню. Навіть якщо взяти до уваги всі ергономічні рекомендації і безпосередньо реалізувати їх, то з цього не завжди може вийти зручне робоче місце. Тут як і в кожній іншій складовій робочого місця, варто прийняти багато вирішень, що впливають на естетичну якість робочого середовища. Зокрема необхідно:

визначити і реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого середовища з урахуванням площі робочого місця і розмірів цих елементів;

установити раціональний розподіл світла і тіні;

визначити ступінь взаємного узгодження елементів робочого середовища за формою, кольором і матеріалом;

поліпшити естетичні параметри засобів праці за допомогою кольору й ін.

Облік цих вимог призведе до поліпшення композиційної цілісності робочого місця, збільшить його інформаційну виразність і т.д.

Робоче місце (далі РМ) – це оснащений технічними засобами простір, де здійснюється діяльність виконавця. Організацією РМ називається система

заходів щодо оснащення РМ засобами і предметами праці і розміщенню їх у визначеному порядку. Правильна організація РМ сприяє підвищенню продуктивності праці.

Організація робочого місця включає:

облік психофізіологічної сумісності виконавця і засобів праці;  
аналіз антропометричних характеристик людини для вибору ергономічно-обґрунтованого робочого положення і робочих зон;  
раціональну компановку РМ;  
облік факторів зовнішнього середовища, у тому числі соціально-психологічного її аспекту[8].

Особливу роль в естетичній організації виробничого середовища відіграє колір, оскільки він справляє багатоплановий вплив на людину, а отже, має багатофункціональне призначення. Колір впливає на фізіологічні і психічні процеси, емоційні стани, працездатність і продуктивність праці працівників. Це зумовлюється такими характеристиками кольору, як колірний тон, насиченість (чистота) і яскравість (відображення світла).

Колірний тон залежить від довжини хвилі, яка вимірюється в мілімікронах. Найдовші хвилі мають червоний та оранжевий кольори. Довжина хвилі фіолетового кольору найменша. Встановлено, що довгохвильові і короткохвильові кольори справляють несприятливий вплив на людину і викликають найбільшу зорovu втому. Червоний колір, зокрема, діє як сильний подразник і збуджує нервову систему, а фіолетовий викликає пригнічений настрій. Середньохвильові кольори заспокійливо впливають на нервову систему, сприяють зниженню втоми.

Сила впливу різних кольорів на людину залежить від їх насиченості та яскравості. Насичені кольори покращують настрій і стимулюють роботу аналізаторів, ненасичені та малонасичені кольорові відтінки діють заспокійливо, сприяють зосередженню уваги. Світлі кольори, яскраві і насичені також покращують настрій, а темні – викликають песимістичні настрої. Виходячи з цих властивостей кольори використовують як засіб інформації для орієнтування працівників у виробничому середовищі та устаткуванні з метою

дотримання ними техніки безпеки. Стандартом визначені такі значення кольорів: червоний – заборона, безпосередня небезпека; жовтий – попередження, можлива небезпека; зелений – безпечно; синій – інформація.

Крім цього, окремі кольори, їх відтінки і поєднання використовуються як додатковий фактор поліпшення освітленості приміщень, для створення необхідного контрасту в полі зору працівника між предметом і фоном, зниження монотонності роботи і втоми, забезпечення психологічного комфорту, підвищення працездатності і продуктивності праці.

Таблиця 8.1. Вплив кольору на організм людини

Колір	Артеріальний тиск	Пульс	Частота дихань	Емоційний стан	Час реакції	Працездатність
1	2	3	4	5	6	7
Червоний	Підвищується	Збільшується	Збільшується	Збуджує, стимулює	Зменшується	Спочатку підвищується, а потім зменшується наполовину
Оранжевий	Мало підвищується	Трохи збільшується	Трохи збільшується	Збуджує, бадьорить	Трохи зменшується	Так само, але менш виражено
Жовтий	Не змінюється	Не змінюється	Не змінюється	Урівноважує	Не змінюється	Суттєво не змінюється
Зелений	Не змінюється	Не змінюється	Не змінюється	Урівноважує	Не змінюється	Трохи підвищується
Блакитний	Дещо знижується	Трохи сповільнюється	Трохи сповільнюється	Заспокоює	Суттєво не змінюється	Трохи підвищується
Синій	Знижується	Сповільнюється	Сповільнюється	Заспокоює, трохи гальмує	Трохи сповільнюється	Підвищується на 3—9 %
Фіолетовий	Знижується	Сповільнюється	Сповільнюється	Пригнічує	Виразно сповільнюється	Стабільно знижується

Психологічно кольори сприймають як теплі і холодні. Теплі кольори (червоний, оранжевий, жовтий) викликають психологічне відчуття тепла, стимулюють діяльність нервової системи, зосередження уваги та короткотривале підвищення продуктивності праці. Холодні кольори (синій, блакитний, зелений) викликають психологічне відчуття холоду, заспокоюють, полегшують напруження очей, сприяють зосередженню уваги.

Кольори впливають на фізіологічні функції та динаміку працездатності працівників (табл. 8.1).

Вибір колірної оформлення виробничих приміщень залежить від багатьох факторів – м'язових і нервових навантажень, температурного режиму, розмірів та орієнтації приміщення, монотонності роботи. Так, на роботах, які вимагають великих фізичних і нервових навантажень, а також у цехах з високою температурою повітря доцільно використовувати світлі тони голубого, зеленого та інших спокійних холодних кольорів невеликої насиченості. Якщо робота вимагає лише періодичних значних розумових і фізичних навантажень, то вона легше виконується у приміщеннях, пофарбованих у теплі кольори, які підвищують активність організму. Виконання монотонних робіт більш ефективно, якщо приміщення пофарбувати у яскраві кольори, які привертають увагу працівників і розширюють поле коркової активності.

Для раціонального колірної оформлення виробничих приміщень розроблені відповідні стандарти і документи, в яких містяться рекомендовані поєднання основних та допоміжних кольорів, коефіцієнти відображення світла тощо.

## **8.2 Розрахунок вентиляції**

Вентиляція призначена для повітрообміну між виробничою ділянкою та оточуючим середовищем. Окрім цього вентиляційна установка відводить шкідливі пари із робочої зони. Є декілька видів вентиляцій:

- Природна
- Примусова

- Комбінована

В основному на дільницях виділяється невелика кількість шкідливих парів, окрім фарбувальної, сушильної, газоелектрозварювання, тож повітрообмін забезпечується природною і приточною вентиляцією.

Швидкість руху повітря в повітропроводі  $V$  (м/с) визначається за формулою:

$$V_{\Pi} = 2 Pd/\rho, \text{ м/с}, \quad (8.1)$$

де  $\rho$  – густина повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;

$P$  – повний тиск;

$$P = P_{CT} + P^{\Delta}, \text{ Па}, \quad (8.2)$$

$P_{CT}$  – статичний тиск,

$$P_{CT} \approx (2 \dots 5) P^{\Delta}, \text{ Па}, \quad (8.3)$$

$P^{\Delta}$  – динамічний тиск:

$$P^{\Delta} = \rho \cdot V_{\Pi}^2 / 2, \text{ Па}. \quad (8.4)$$

Швидкість повітря:

$$V_{\Pi} = \alpha \cdot V_{KP}, \quad (8.5)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт опору потоку повітря,  $\alpha = 1, 2 \dots 3, 0$

$V_{KP}$  – критична швидкість для частинок, які повинні витягуватись повітрям  $V_{KP} = 0, 6 \dots 5$  м/с.

Отже знаючи вищеперераховані параметри можна визначити необхідний діаметр повітропроводу:

$$d = V_{\Pi}^2 \cdot \rho / 2P. \quad (8.6)$$

Коефіцієнт опору мережі [10]:

$$K^{\epsilon} = P^{\Delta} / P. \quad (8.7)$$

Радіус робочого колеса вентилятора [10]:

$$A = P / \rho \cdot r^2 \cdot n^2. \quad (8.8)$$

Частота обертання колеса вентилятора [10]:

$$B = q_{\Pi} / V_P \cdot r^2 \cdot n^2. \quad (8.9)$$

де  $q_{\Pi}$  – подача повітря, яку необхідно подавати системами вентиляції,



вибирається з табл.  $q_{II} = 20 \text{ м}^3/\text{год} = 0,33 \text{ м}^3/\text{хв}$ .

Знаючи коефіцієнти  $A$  і  $B$  з графіку визначаємо невідомі величини.

$$r = A \cdot \rho \cdot q_{II}^2 / P \cdot B^2 \cdot V_P^2, \text{ м}, \quad (8.10)$$

$$n = q_{II} / B \cdot V_P \cdot r^2, \text{ с}^{-1}. \quad (8.11)$$

Потужність на привід вентилятора [10]:

$$N_B = C \cdot V_P \cdot \rho \cdot r^4 \cdot n^3, \text{ Вт}, \quad (8.12)$$

де  $C = A \cdot B$  – коефіцієнт безрозмірної характеристики вентилятора.

Отже:

Швидкість повітря:

$$V_{II} = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м/с}.$$

Динамічний тиск:

$$P_{\partial} = 1,2 \cdot 2,4^2 / 2 = 3,45 \text{ Па}.$$

Статичний тиск:

$$P_{CT} = 3 \cdot 3,45 = 10,3 \text{ Па}.$$

Коефіцієнт опору мережі:

$$K^e = 3,45 / 13,75 = 0,5.$$

Повний тиск:

$$P = 3,45 + 10,3 = 13,75 \text{ Па}.$$

Діаметр повітропроводу:

$$d = 2,4^2 \cdot 1,2 / 2 \cdot 13,75 = 0,25 \text{ м}.$$

З графіку безрозмірної характеристики вентиляторів визначаємо коефіцієнти  $A=2,1$   $B=0,42$ .

Радіус вентилятора:

$$r = 2,1 \cdot 1,2 \cdot 20^2 / 13,75 \cdot 0,42^2 \cdot 36^2 = 0,56 = 560 \text{ мм}.$$

Частота обертання:

$$n = 20 / 0,42 \cdot 36 \cdot 0,56^2 = 4,2, \text{ с}^{-1}.$$

Потужність на привід вентилятора:

$$N_B = 2,1 \cdot 0,42 \cdot 36 \cdot 1,2 \cdot 0,56^4 \cdot 4,2^3 = 277,6 \text{ Вт}.$$

### 8.3 Визначення зони зараження при витоку отруйного газу

Визначити зону зараження при витоку газу хлору в кількості 15 тонн місцевість закрита, швидкість вітру в приземному стані 3 м/с, інверсія.

1) Визначимо можливу площу розливу хлору:

$$S_p = \frac{G}{\rho \times 0.05}, \quad (8.13)$$

де  $S_p$  – площа розливу, м<sup>2</sup>;

$G$  – маса СДОР, т;

$\rho$  – густина СДОР, т/м<sup>3</sup>;

0,05 – товщина шару речовини, що розливається, м.

$$S_p = \frac{G}{\rho \times 0.05} = \frac{15}{1.16 \times 0.05} = 192.3 \text{ м}^2.$$

2) З таблиць знаходимо глибину зони хімічного зараження:

$$\Gamma = 9 \times 1,42 \times 0,45 = 5,79 \text{ км}$$

Визначимо ширину зони хімічного зараження:

$$\text{Ш} = 0,03\Gamma \quad (8.14)$$

де  $\text{Ш}$  – ширина зони хімічного зараження, км;

$\Gamma$  – глибина зони хімічного зараження, км.

$$\text{Ш} = 0,03\Gamma = 0,03 \times 5,79 = 0,174 \text{ км}$$

4) Обчислюємо площу зони хімічного зараження:

$$S = \frac{1}{2}\Gamma \times \text{Ш}, \quad (8.15)$$

де  $S$  – площа зони хімічного зараження, км<sup>2</sup>;

$\text{Ш}$  – ширина зони хімічного зараження, км;

$\Gamma$  – глибина зони хімічного зараження, км.

$$S = \frac{1}{2}\Gamma \times \text{Ш} = \frac{1}{2} \times 5,79 \times 0,174 = 0,503 \text{ км}^2.$$

Отже, при витоку хлору в кількості 15 тон в закритій місцевості зона зараженню буде мати площу приблизно рівну  $S_3 = 0,503 \text{ км}^2$ .

## 9 ЕКОЛОГІЯ

### 9.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів

За статистичними даними та узагальненнями відомо, що в ХХ столітті на планеті знищена третина лісів, зникли сотні видів тварин, порушились водні басейни рік та озер. Щорічно в світі видобувається 100 млрд.т. мінеральних добрив і різних ядохімікатів, а також до 50 млн.т. синтетичних матеріалів. Викидається в атмосферу та забруднює повітряний басейн більш ніж 200 млн.т. окису вуглецю і 50млн.т. вуглеводню, близько 150 млн.т. двоокису сірки тощо.

Для інженерно-технічного напрямку характерний комплекс питань пов'язаних із розробленням технологічних процесів і обладнання, які дозволяють зменшити або повністю припинити виробничі та інші викиди у внутрішнє і зовнішнє довкілля. Дуже важливо в екологічному плані дотримуватися комплексного проектування з врахуванням особливостей повітряного та водного басейнів, території, клімату, дії шуму, вібрації, відходів виробництва, основних вантажних і пасажирських транспортних потоків тощо.

Отже, в управлінні охорони довкілля необхідне чітке дотримання основного принципу інженерно – екологічного підходу. Він полягає в тому, що шкідливий вплив на довкілля не тільки може звести на внівець народногосподарську чи економічну ефективність виробництва будь-якої галузі господарської діяльності, а навіть припинити його подальше функціонування. Оскільки розвиток системи очищення, впровадження маловідходних і безвідходних технологій в Україні відстає порівняно з розвинутими країнами світу через недостатнє фінансування на заходи з охорони довкілля, то існує реальна небезпека погіршення екологічного стану. виправлення ситуації можливе лише на підставі обґрунтування, розробки і запровадження комплексної програми екологічних заходів.

Ґрунти мають велике значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів, вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод, ґрунтово - рослинний покрив є регулятором водного

балансу суші. Це універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенного забруднення. Основними засобами відновлення грантів в даному господарстві є насадження лісозахисних смуг, впровадження сівозмін.

У господарстві на даний час особливого значення набуває рекультивація земель – повне або часткове відновлення ландшафту та родючості ґрунту. Раціональне землекористування у сільському господарстві включає правильну організацію територій, формування культурного ландшафту. Для того щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів – структуру, пористість, оптимальний водно-повітряний режим – у господарстві скорочують повторність обробітку ґрунтів, поступово переходячи на прогресивні та ефективні його форми, легкі машини та механізми. Раціональне землекористування в сільському господарстві потребує перегляду основної обробітку гранту, тобто перехід на безплужну систему обробітку ґрунту. До того ж на такий спосіб обробітку витрачається менше пального, в 3-4 рази зменшується інтенсивність площинної ерозії на схилах, поліпшується капілярність ґрунту, збільшується вміст гумусу і не пересихає орний шар.

Ґрунти також забруднюються продуктами спрацювання рушіїв гусеничної та колісної техніки, відпрацьованими газами тракторів, комбайнів, автомобілів, мастилами та пальним, які з них підтікають під час роботи на полях, при технічному обслуговуванні і ремонті.

Найбільшу небезпеку для ґрунтів являє неефективне використання мінеральних добрив, гербіцидів, пестицидів та інших засобів боротьби з шкідниками та хворобами рослин

## **9.2 Охорона та раціональне використання водних ресурсів**

Вода є однією з найнеобхідніших і найпоширеніших речовин. Сільське господарство – один з найбільших споживачів і одночасно забрудників природних вод внаслідок використання міндобрив, пестицидів та інших хімікатів, функціонування тваринницьких комплексів, ремонтних майстерень, зрошування землі.

Найбільшим забрудни ком води на ділянці поточного ремонту автомобілів є миючі синтетичні засоби, які потрапляють у водоймища і навіть у незначній кількості викликають неприємний смак і запах води та утворюють піну і плівку на поверхні, що утруднює доступ кисню та веде до загибелі водних організмів.

Для того щоб синтетичні миючі засоби не потрапляли у річку біля ділянки побудовано очисні споруди.

Особливої шкоди водоймам завдають нафта та нафтопродукти, які утворюють на поверхні плівку, що перешкоджає газообміну між водою та атмосферою.

Внаслідок нагромадження продуктів ерозії, водні джерела поступово міліють. Щоб запобігти цьому у господарстві проводиться низка заходів щодо запобігання замулювання річок і водоймищ, а саме:

протиерозійна організація території;

задерніння схилів;

прибережні смуги вздовж річок повинні залишатися нерозорані, а їх русла розчищені.

З метою охорони вод від забруднення потрібно прискорити введення нового порядку лімітування скидів, плати за скиди забруднюючих речовин.

Одним із найважливіших екологічних чинників, що потребує охорони, є атмосферне повітря. Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, промислові і побутові процеси.

На ділянці поточного ремонту автомобілів основними джерелами забруднення є технологічні та вентиляційні викиди неперервної дії, котрі складають близько 80% від загальної кількості викидів. Надзвичайно важливою особливістю таких викидів є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від місця їхнього виникнення, а не на п'ятнадцятикратній від висоти труб віддалі, що притаманно для великих підприємств.

Основна маса забруднень на ділянці припадає на спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу, деревини).

До 40% забруднень припадає на автотранспорт і трактори. Справа погіршується ще й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря, а саме в зоні нашого дихання.

Однією з найважливіших проблем сучасного машинобудування є нейтралізація викидів вуглекислого газу під час роботи двигунів внутрішнього згорання.

Для зменшення забруднення повітря на ділянці поточного ремонту трансмісій автомобілів потрібно:

- встановити на всіх трубах енергетичних установок пило газовловлювачі, вдосконалювати їх;

- переходити на автономне енергоощадне опалення;

- проводити озеленення території;

- суворо дотримуватися правових норм відповідальності за порушення загальноприйнятих правил роботи підрозділів технічного сервісу

Зберігання і використання паливо-мастильних матеріалів.

Правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один з найважливіших чинників охорони довкілля. На ділянці поточного ремонту трансмісій автомобілів резервуари, трубопроводи, автоцистерни та інше устаткування знаходиться в задовільному стані. Під час обслуговування автомобілів паливо зливається в спеціальні цистерни, а пізніше використовується для інших цілей.

Охорона рослинного і тваринного світу.

Руйнування людиною місць проживання тварин, як і рослин, сьогодні є надто небезпечним. Охорона тварин – це система заходів по підтриманні на певному рівні, відновленні і збільшенні кількості корисних видів тварин та збереження їх для майбутніх поколінь.

На території ділянки поточного ремонту автомобілів розвішані по деревах шпаківні, в зимовий період організовуються штучні водоймища і годівниці. Велику допомогу в цьому питанні надають школярі.

Під охороною рослинного світу розуміють раціональне його використання та збереження в інтересах сучасного та майбутнього господарства. В лісі, що

розташований на території господарства здійснюються планові і непланові вирубки та чистки. На місці вирубаних масивів насаджуються нові. Великої шкоди рослинному світу господарства завдають пожежі.

### **9.3 Шляхи покращення екологічного стану господарства**

Враховуючи властивості тих чи інших забруднювачів на ділянці поточного ремонту автомобілів необхідно розробляти конкретні заходи щодо їх знешкодження. Щоб уникнути поширення забруднювачів по ділянці поточного ремонту автомобілів та за її межами, передбачено чітке розмежування внутрішніх зон ділянки і відокремлення їх зеленими насадженнями або огорожею. Вся територія ділянки по периметру має бути огорожена й обсаджена зеленою смугою.

Для вилучення можливості експлуатації обладнання, яке не відповідає вимогам безпеки і екологічності, потрібно здійснювати його перевірку перед введенням в експлуатацію.

Нове обладнання та машини повинні проходити вхідну експертизу на відповідність вимогам безпеки та екологічності. Вона здійснюється відділом головного механіка з залученням механіка - енергетика цього підрозділу де планується його використання.

Якщо обладнання не відповідає встановленим вимогам, воно не допускається до експлуатації. При цьому складають рекламацию на адресу заводу – виготовлювача.

Щорічно відділ головного механіка здійснює перевірку стану усього парку верстатів, машин і агрегатів (в тому числі і за показниками безпеки та екологічності), за результатами яких складаються плани ремонтів та модернізації.

Оскільки на ділянці поточного ремонту автомобілів проводиться миття агрегатів потрібно побудувати очисні споруди, або проводити миття в спеціальних камерах стиснутим повітрям. Очисні споруди повинні забезпечувати відстоювання мийних розчинів, які надходять із мийної ділянки.

Ремонтно-обслуговуюча база має велику кількість техніки. Окрім

працюючих газів автотранспорту, атмосфера отруюється в результаті витіку парів бензину із двигунів паливних баків, карбюраторів і паливо проводів. Багато бензину і гасу випаровується при зберіганні, а також при заправці автомобілів і тракторів. Для попередження забруднення атмосфери слід проводити систематичний контроль за технічним станом резервуарів, трубопроводів, насосів, автоцистерн, механізованих заправних агрегатів, паливороздаточних і маслороздавальних клапанів раціонально використовувати механізовану закриту заправку машин і тракторів.

При проведенні технічного обслуговування, поточних і капітальних ремонтів техніки, паливно-мастильні матеріали повинні зливатися в спеціально відведені для цього ємкості, які в свою чергу повинні щільно закриватися.

Вода після миття повинна очищуватись в очисних спорудах і вже очищеною знову подаватися на мийку техніки.

В ковальському цеху, для попередження викиду газів в атмосферу на вентиляторах повинні бути встановлені газоуловлювачі.

При фарбуванні, повітря повинно вловлюватись, а також необхідно встановити газувловлювачі.

Особливу увагу слід приділити високоякісному проведенню ремонту техніки, особливо системи живлення.

Плануючи і проводячи технологічні процеси, необхідно передбачити природоохоронні міроприємства, максимально знижуючи негативний вплив на природу, зокрема інженерам-механікам потрібно:

- підтримувати в справному стані машини і обладнання, використовуючи їх по призначенню;

- контролювати правильне використання сільськогосподарської техніки, звертаючи особливу увагу на засоби і допоміжне обладнання для протиерозійної обробки ґрунту;

- постійно працювати над конструктивними удосконаленнями системи знарядь і пристосувань у відповідності природно-географічними умовами господарства щоб підвищити їх надійність, продуктивність і якість робіт і зменшити кількість робочих циклів, домагаючись зниження небажаних



фізичних і біологічних змін у ґрунті;

- контролювати використання нафтопродуктів, не допускати забруднення ними ґрунту, води, рослинності, обмежити збирання, зберігання і утилізацію відпрацьованих нафтопродуктів;

- контролювати роботу ремонтної бази, майстерень, станків, тракторних бригад щоб зменшити забруднення ґрунту і води викидами виробництва;

- слідкувати за справністю сільськогосподарської техніки і особливо двигунів з метою зменшення токсичних викидів в атмосферу і зниження рівня шуму;

- володіти методикою розробки і визначення збитків, завданих природокористуванню в господарстві в результаті неправильного використання і порушення технології в зв'язку з механізацією.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

1. Розроблено характеристика та умови роботи, конструктивно-технологічні особливості валу вентилятора. Проведено аналіз роботи і причин зношення валу вентилятора.

2. Розглянуто технологічний процес дефектування валу вентилятора, складання маршрутів відновлення валу вентилятора, проведено огляд існуючих методів відновлення валу вентилятора. Зроблено обґрунтування вибору раціонального способу відновлення валу вентилятора і його характеристика, вибрано технологічне обладнання для відновлення валу вентилятора, ріжучий, вимірювальний, контрольний інструмент і ремонтні матеріали, Проведено відповідні розрахунки.

3. Розроблено пристосування для розбирання валів, описано призначення пристосування, будова, принцип його дії. пристосування для фрезерування шпонкових пазів, описано призначення та принцип дії пристосування, проведено ряд розрахунків елементів пристосування.

4. Розглянуто моделювання, і систему геометричного моделювання.

5. Досліджено процес механічної обробки різей при використанні комбінованого свердла-мітчика

6. Проведено розрахунки щодо проектування ремонтного цеху для відновлення валу вентилятора ПУН-5 09.601А..

7. Проведено організаційно-економічний розрахунок прийнятих рішень

8. Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях і екології.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя: 4-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – Том 2. М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
2. Гевко І.Б., Лещук Р.Я., Стойко І.І., Марчук Н.М., Сіправська М.Д. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика. Сільськогосподарські машини. Збірник наукових статей. Випуск 40.- Луцьк, 2018. Ст. 21-31.
3. О.Л. Ляшук, Б.М. Гевко, І.Б. Гевко, Ю.І. Пиндус, В.М. Клендій, П.В. Босюк. Методичний посібник з виконання магістерської роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 71 с.
4. Войтов В.А., Подригало М.А. “Конструктивна зносостійкість вузлів тертя машин. - Харків: Центр Леся Курбаса, 1996.-138с.
5. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: Навч. Посібник. – К.: Вища шк., 1993. – 287 с.
6. Губський А.Г. Цивільна оборона. К.: Міносвіта, 1995. – 216 с.
7. Лісовський Г. Організація техніко-технологічного забезпечення виробників сільськогосподарської продукції// Техніка АПК.– 2000, №4.– С. 8-10.
8. Надійність сільськогосподарської техніки/ С.Г. Гранкін, В. С. Малахов, М. І. Черновол та ін.; за ред. В. Ю. Черкуна.– К.: Урожай, 1998.– 208 с.
9. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 556 с.
10. Підвищення надійності машин при ремонті/ Смолінський В., Моргун Я., Йовенко В. та ін.// Техніка АПК.– 2000, №3.– С. 16-17.