

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**  
Кафедра інжинірингу технічних систем

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломного проєкту  
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічного процесу ремонту зернозбиральних  
комбайнів фірми «Claas»**

**Виконала:** студентка 4 курсу, групи М-1-19  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Красоха Наталія Вячеславівна

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Черній Олександр Анатолійович

**Рецезент:** \_\_\_\_\_ Волошин Олександр Миколайович

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

К.Т.Н., доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я****НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**Красохі Наталії Вячеславівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів фірми «Claas»керівник роботи Черній Олександр Анатолійович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«08» травня 2023 року № 820**2. Строк подання студентом роботи****3. Вихідні дані до проєкту** Показники господарської діяльності підприємства. Існуючий склад машино-тракторного парку господарства. Існуюча технологія та організація ремонту техніки в господарстві. Існуюча ремонтно-обслуговуюча база господарства. Ремонтна документація зернозбиральних комбайнів фірми Claas.**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз виробничої діяльності та ремонтно-обслуговуючої бази

СТОВ «Комісарівка». 2. Технологічна частина. 3. Розробка ручного знімача. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка проектних рішень. Література.

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

1. Схема технологічного процесу ремонту (А1). 2. Технологічне планування ділянки (А2). 3. Маршрутна карта ремонту вала соломотряса (А1). 4. Загальний вид ручного знімача (А1). 5. Захват (А3). 6. Гайка (А3). 7. Гвинт (А3). 8. Рукоятка (А3). 9. Економічні показники (А4).

**6. Консультанти розділів проекту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Івлєв В.В., к.т.н., доцент		

**7. Дата видачі завдання:** 12.02.2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	15.03 – 29.03	Виконала
2	Технологічний	29.03 – 01.05	Виконала
3	Конструкційний	01.05 – 14.05	Виконала
4	Охорона праці	14.05 – 21.05	Виконала
5	Економічний	21.05 – 07.06	Виконала
6	Графічна частина	07.06 – 12.06	Виконала

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Красоха Н.В.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Черній О.А.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

№.	Зона Форм- ма	Позначення	Найменування	Кільк.	№ арку- шів
			<b><u>Документація</u></b>		
1	A4	46ДП.055000.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
			<b><u>Графічні матеріали</u></b>		
2	A1	46ДП.055000.000 ТХ	Схема технологічного про- цесу ремонту	1	
3	A1	46ДП.055000.000 ТП	Технологічне планування	1	
4			дільниці		
5	A1	46ДП.055000.000 Р	Маршрутна карта ремонту вапа соломотрясу	1	
6	A1	46ДП.055100.000 ВЗ	Загальний вид ручного зніма- ча	1	
7	A4	46ДП.055000.000 ПЕ	Економічні показники	1	
			<b><u>Креслення деталі</u></b>		
8	A3	46ДП.055100.001	Захват	1	
9	A3	46ДП.055100.002	Гвинт	1	
10	A3	46ДП.055100.003	Гайка	1	
11	A3	46ДП.055100.004	Рукоятка	1	

					<i>46ДП.055000.000 ПД</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Да-</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Красоха</i>				<i>Удосконалення техно- логічного процесу ре- монту зернозбиральних комбайнів фірми</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пе-</i>	<i>Черній О.А.</i>							
<i>Н.конт</i>	<i>Ієлев В.В.</i>				<i>ДДАЕУ, М-1-19</i>			
<i>За-</i>	<i>Дудін В.Ю.</i>							

## АНОТАЦІЯ

Красоха Н.В. Удосконалення технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів фірми «Claas» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДА-ЕУ, Дніпро, 2023.

Дипломний проєкт присвячений удосконаленню технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів виробництва компанії «Claas». Метою проєкту є забезпечення більш ефективного, швидкого та надійного ремонту комбайнів, що дозволить зменшити простой устаткування та збільшити продуктивність сільськогосподарських підприємств.

У роботі будуть приведені дослідження та аналіз технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів, виявлені проблемні моменти та недоліки. На основі цього аналізу будуть запропоновані практичні рекомендації щодо удосконалення технологічного процесу, включаючи оптимізацію послідовності операцій, впровадження нових технологій та вдосконалення організаційної структури ремонтних робіт.

У результаті впровадження запропонованих рекомендацій очікується покращення ефективності ремонту зернозбиральних комбайнів, скорочення часу ремонтних робіт та зниження витрат та ремонтне устаткування. Це сприятиме збільшенню продуктивності сільськогосподарських підприємств, зниженню вартості виробництва та підвищенню конкурентоспроможності на ринку сільськогосподарської техніки.

Ключові слова: технологічний процес поточного ремонту, зернозбиральні комбайни, вал соломотрясу, ручний знімач, економічна ефективність.

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ .....	2
ВІДОМІСТІ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ .....	4
АНОТАЦІЯ .....	5
ЗМІСТ .....	6
ВСТУП .....	8
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОЇ БАЗИ СТОВ «Комісарівка» .....	9
1.1. Загальна інформація про підприємство .....	9
1.2. Аналіз виробничої діяльності ремонтної майстерні, склад і площі .....	12
1.3. Основна мета і задачі проєкту .....	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	16
2.1. Обґрунтування виробничої програми ремонту зернозбиральних комбайнів в майстерні.	16
2.2. Визначення трудомісткості ремонтних робіт.....	20
2.3. Запровадження заходів загального технологічного процесу ремонту комбайнів. ....	22
2.4. Зміни в складі виробничих ділянок .....	26
2.5. Організація ділянок з ремонту молотильного барабану та агрегатів і вузлів.....	26
2.5.1. Загальний технологічний процес на ділянках .....	27
2.5.2. Розрахунок основного обладнання.....	30
2.5.3. Розрахунок кількості основних робочих для ремонту комбайнів .....	33
2.5.4. Розрахунок площі ділянок, технологічне планування ділянок.....	34
2.5.5. Проектування технологічного процесу відновлення валу соломотрясу зернозбирального комбайну фірми «Claas» моделі Medion 340. ....	36
3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ РУЧНОГО ЗНІМАЧА.....	50
3.1. Визначення основних розмірів гвинта.....	51
3.2. Визначення розмірів гайки.....	53
3.3. Визначення розмірів рукоятки.....	54

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	59
ВИСНОВОК .....	64
ЛІТЕРАТУРА .....	65
ДОДАТКИ.....	67



## ВСТУП

Зернозбиральні комбайни відіграють критичну роль у збиранні врожаю та підпримання продуктивності сільськогосподарських підприємств. Як будь-яке складне технічне обладнання, вони потребують регулярного обслуговування та ремонту для забезпечення надійної та ефективної роботи. Точність та ефективність процесу ремонту має прямий вплив на тривалість простою обладнання, витрати на обслуговування та загальну продуктивність господарства.

Однак, з огляду на постійний розвиток технологій та змінні потреби сільськогосподарського сектору, необхідно постійно вдосконалювати технологічні процеси ремонту зернозбиральних комбайнів, щоб забезпечити їх оптимальну ефективність та зменшити час, затрачений на обслуговування техніки.

Метою даного дипломного проєкту є дослідження та вдосконалення технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів фірми «Claas». В рамках проєкту будуть проаналізовані поточний процес ремонту, ідентифіковані можливі проблеми та визначенні ключові напрямки для оптимізації та покращення.

Виконання цього дипломного проєкту дозволить не тільки підвищити ефективність та якість ремонту зернозбиральних комбайнів, але й сприятиме зниженню витрат на обслуговування техніки та підвищенню загальної продуктивності господарства. Крім того, вдосконалення технологічного процесу ремонту може мати позитивний екологічний вплив, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів та зменшення відходів.

# 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОЇ БАЗИ СТОВ «Комісарівка»

## 1.1 Загальна інформація про підприємство

Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Комісарівка» офіційно зареєстроване 7 лютого 2000 року. [9]

Товариство розташоване безпосередньо в селі Комісарівка по вулиці Сонячна, будинок 49а, Кам'янського району, Дніпропетровської області, на 94,4 км від районного центру – міста Кам'янське та 111 км від обласного центра – міста Дніпро. Наразі не припинило свою діяльність і тим самим забезпечує селян працевлаштуванням. Утворено на місці колишнього колективного господарства в часи Радянського Союзу.

Через те, що господарство знаходиться в північно-західній частині області, територія розташована в межах Придніпровської височини. Поверхня більшої частини є полого-хвилястою, лісовою рівниною розділеною ярами та балками.

Відноситься товариство до помірної континентальної зони з переважанням сухого клімату. Літо в цьому регіоні досить тепле, з середньою температурою повітря близько +20 °С. Взимку середня температура повітря, досить холодна, становить -5 °С. [2]

Земля має значимість для збереження біологічного розмаїття та забезпечення послуг екосистеми. За господарством зафіксовано всього 1160 га земельних угідь. Всі угіддя, які знаходяться у власності СТОВ „Комісарівка”, знаходяться під ріллею та складають його земельний фонд.

Проте, цим все не обмежується, товариство також допомагає малим приватним агровиробникам та іншим господарствам, які знаходяться в сусідніх селищах.

Основним видом діяльності товариства є вирощування зернових культур, бобових культур і насіння олійних культур. Структура посівних площ наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ с.-г. культур

2019 р		2020 р		2021 р		2022 р	
Культура	Площа, га	Культура	Площа, га	Культура	Площа, га	Культура	Площа, га
Озима пшениця	459	Озима пшениця	322	Озима пшениця	220	Озима пшениця	322
Соняшник	302	Кукурудза	219	Рапс	100	Кукурудза	232
Рапс	143	Соняшник	102	Соняшник	245	Соняшник	349
Соя	50	Рапс	69	Жито	83	Ярий ячмінь	98
Ячмінь	153	Озимий ріпак	98	Кукурудза	99	Люцерна	20
Овес	68	Озимий ячмінь	150	Озимий ячмінь	121	Рапс	69
Ярий ріпак	35	Овес	60	Квасоля	19	Соя	90
		Люцерна	20	Овес	53		
		Соя	112	Ярий ріпак	55		
		Квасоля	36	Люцерна	34		
		Ярий ріпак	32	Горох	40		
Всього	1160	Всього	1160	Всього	1160	Всього	1160

Розрахункова структура посівних площ господарства забезпечує виконання плану виробництва рослинницької продукції та координує виробництво для земель в своєму володінні. Беруться до уваги фактори потреб ринку, що дозволяє забезпечити стабільний попит на свій виробіток та отримувати максимальний прибуток.

Слід навести увагу на те що, організація СТОВ „Комісарівка” допомагає виконанню плану сусіднім сільськогосподарським товариствам, а саме: АВ ТОВ „Агроцентр”; ПСП „ЗЛАГОДА”.

Окрім рослинництва в господарстві займаються тваринництвом, а саме свинарством, де налічується 20 голів. [9]

На території знаходяться також допоміжні структури, такі як: тракторний парк, авто гараж, склади для зберігання зерна та сільськогосподарської техніки, станції збору та зберігання добрив, майстерня для ремонту техніки та інвентарю, бензозаправна колонка, пожежна частина, вівчарня.

Господарство забезпечено технікою (табл. 1.2), більше вітчизняною ніж закордонного виробництва. Також, займаються орендою сільськогосподарських машин з сусідніх товариств, що дозволяє вчасно проводити всі агротехнічні роботи і отримувати продукцію без великих втрат.

Таблиця 1.2 – Склад машинно-тракторного парку

Назва	Марка, модель	Кількість
1	2	3
Трактор	Fendt 410 VARIO	2
Трактор	Foton FT 504CN	2
Трактор	МТЗ – 80	3
Трактор	МТЗ – 82	2
Трактор	ЮМЗ – 6	1
Комбайн	John Deere T660	1
Комбайн	Claas Medion 340	1
Комбайн	ДОН-1500	1
Вантажний автомобіль	ГАЗ-САЗ 3507	2
Вантажний автомобіль	КамАЗ – 43253	2
Вантажний автомобіль	ЗИЛ - 5301	2
Борона	БДВП-6,3	1
Борона	БДТ-7	1
Борона	АГ-2,4/20	1
Жатка	КМС-6	2
Жатка	ЖВП-4,9	1
Зчіпка	ЗПГ-24	1
Зчіпка	СПУ-11	2
Катки	КЗК-6А	2
Коток	КТП-7,8 КША	1
Косарка роторна	Z-069	2
Культиватор	КПС-12ПМ	1

Культиватор	КРНВ-5,6	2
Культиватор	КРН-4,2	1

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
Культиватор	КСГ-Деметра	1
Культиватор	КПС-4	2
Луцильник	ЛДГ-10	1
Оприскувач	ОПВ-2000	1
Оприскувач	ОГН-600	1
Оприскувач	Major 3200 DPA	1
Плуг	ПЛН-3-35	2
Плуг	ПЛП-6-35	1
Плуг	ПЛН-3-35	1
Поливочна машина	Фрегат-2	2
Пристосув. для збирання соняшника	ПЗП-10	2
Причеп тракторний	2-ПТС-4	6
Розкидач мін. добрив	МВД-1000	1
Сівалка	СЗТ-3,6	2
Сівалка	УПС-8-02	2
Сівалка	СЗПЦ-12	1

Виходячи з вищезрозглянутої таблиці, можна відмітити, що господарство в міру забезпечено необхідними умовами для доцільного ведення сільськогосподарського виробництва.

## **1.2 Аналіз виробничої діяльності ремонтної майстерні, склад і площі діляниць та основного обладнання**

Так як, ми плануємо надавати послуги ремонту комбайнів фермерським господарствам, які знаходяться поряд з майстернею товариства та кількість комбайнів може рости, а саме: СК – 5 „Нива”; ДОН – 1500; Єнісей – 954; КЗС – 9; Claas Medion 340; John Deere T660.

Ремонтно-технічна база господарства включає в себе наступні зони: технічне обслуговування і ремонт машинно-тракторного парку, та іншої сільсько-

господарської техніки; технічне обслуговування та ремонт автомобілів; зберігання сільськогосподарської техніки.

Центральна ремонтна майстерня виконана як будівля у блоці з гаражем для господарств з парком 50 тракторів по типовому проекту 816-246 загальною площею 1620м<sup>2</sup>. Призначена вона для проведення поточного технологічного ремонту та технічного обслуговування тракторів, комбайнів, автомобілів, сільськогосподарської техніки, ремонту силового електрообладнання та обладнання тваринницької ферми, для міжзмінного зберігання 20% парку тракторів та автомобілів у гаражі.

Аналіз виробничої діяльності майстерні обумовлюється ділянками та оснащеністю їх обладнанням. До основних робіт, які проводяться в майстерні, слід віднести поточний ремонт тракторів, зернозбиральних комбайнів, двигунів, гідравліки, агрегатів електрообладнання та інше.

Таблиця 1.3 – Склад і площі ділянок

Назва ділянки	Площа ділянки, м <sup>2</sup>
Розбирально-мийна і дефектувальна	80
Ремонтно-монтажна	702
Ремонт двигунів	50
Слюсарно-механічна	33
Ковальсько-зварювальна	50
Мідницько-жестяницька	50
Ремонт паливної апаратури	49
Діагностування і технічного обслуговування	73
Ремонт електрообладнання	10
Зарядки і зберігання акумуляторних батарей	91
Шиномонтажна	31
Обкатування та випробовування	45
Фарбувальна	30

Аналіз таблиці 1.3 свідчить про те, що на існуючий склад ділянок припадає площа згідно типового проекту центральної майстерні.

Успішна робота ремонтно-обслуговуючої служби в значній мірі обумовлюється також кількістю та станом основного обладнання майстерні. Перелік основного обладнання наведено в табл.1.4.

Таблиця 1.4 – Відомість основного та допоміжного обладнання майстерні

Назва обладнання	Марка, тип, ГОСТ	Кількість
Прес гідравлічний	ОКС-1671М	1
Горн ковальський на один вогонь	5903-26	1
Наковальня ковальська	ГОСТ 11398-75	1
Вентилятор ковальський	ОКС-3361М	1
Верстат токарно-гвинторізний	16К20	1
Верстат універсально-фрезерний	6Р81ш	1
Верстат точильно-шліфувальний	3Б634	1
Кран консольно-поворотний	КПК-05	1
Компресор повітряний	155-2Б5	1
Установка для мащення і заправки	03-4967М	1
Машина для очищення агрегатів і вузлів	ОМ-1366Г-01	1
Трансформатор зварювальний	ДТ-306	1
Комплект пристроїв для автотракторно-го електрообладнання	ПГ-761-2	1
Шкаф для зарядки акумуляторів	ОПР-22-58	1
Верстат акумуляторника	5106.000	1
Верстат слюсарний	ОРГ-1468-01-060А	1
Візок для перевезення деталей	ПТ-007	2
Стілаж для деталей	Власного вигот.	4

Такий аналіз складу показує, що в майстерні в недостатній кількості міститься обладнання для ремонту зернозбиральних комбайнів. Важливо проводити періодичний огляд інструментів, для того щоб завжди мати необхідну кількість та асортимент приладів для ремонту.

Наявне обладнання знаходиться в задовільному стані і може використовуватися для проведення ремонтно-обслуговуючих робіт.

### 1.3 Основна мета і задачі проєкту

Провівши аналіз виробничої діяльності товариства та наявні технології і організації ремонту машин в центральній ремонтній майстерні, показав наступні суттєві недоліки:

1. Відсутність організованого графіку річної програми ремонту машин.
2. Недостатня кількість основного обладнання, пристосувань та оснастки для проведення робіт по технічному сервісу сучасної сільськогосподарської техніки в майстерні.
3. Не обґрунтовано кількість основних робочих на ділянках майстерні згідно трудомісткості робіт, що здійснюється.
4. Не налагоджена технологія ремонтних робіт сучасної сільськогосподарської техніки, а особливо зернозбиральних комбайнів.
5. Відсутня технологічна документація для проведення ремонтів вузлів та агрегатів сучасних тракторів та комбайнів.

Для усунення цих недоліків необхідно провести заходи з вдосконалення організації та технології ремонтно-обслуговуючих робіт в майстерні, до яких можна віднести наступні:

1. Розробити обґрунтовану річну програму ремонту машин з урахуванням їх технічного стану та перспектив їх експлуатації.
2. Придбати або розробити необхідне основне обладнання та інструменти для забезпечення якісного та швидкого виконання ремонтних робіт.
3. Розробити технологічну документацію для проведення поточного ремонту вузлів сучасних тракторів та комбайнів.
4. Обґрунтувати кількість основних робочих згідно з трудомісткістю робіт, які виконуються.
5. Забезпечити дотримання вимог техніки безпеки при проведенні ремонтних робіт, враховуючи засоби індивідуального захисту.
6. Провести розрахунок економічної ефективності впроваджених рішень.



## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Провівши аналіз виробничої діяльності ремонтно-обслуговуючої ремонтної майстерні, її склад і площі діляниць та основного обладнання та ретельний огляд існуючої технології і організації технологічного процесу ремонтних робіт вказує на потрібність вдосконалення цих робіт для відновлення працездатності та перспектив їх експлуатації зернозбиральних комбайнів при проведенні поточного ремонту.

Як можна зауважити, господарстві нараховується 3 комбайни. Тому для повного забезпечення користуванням об'єму землі, яка знаходиться у власності підприємства по необхідності введеться залучення комбайнів з інших селищ, в деяких випадках, навпаки, товариство надає послуги оренди іншим господарствам. Такий розклад подій дозволяє забезпечувати потреби в збиранні врожаю та зменшувати час простою сільськогосподарської техніки. Це вигідно з економічної точки зору, оскільки не потрібно буде інвестувати в нову техніку, а можна буде скористатися послугами інших підприємств за договірною ціною.

Проте, для кількісної та якісної роботи вимагається ремонтно-обслуговуюча база, яка задовільнить потреби, маючи в достатній кількості необхідні інструменти та прилади, запасні частини та матеріали і кваліфікованих спеціалістів, які вчасно зможуть виявити та усунути будь-які несправності, для підтримання комбайнів в робочому стану, опираючись на те, що збільшиться їх пробіг та наробіток.

### **2.1. Обґрунтування виробничої програми ремонту зернозбиральних комбайнів в майстерні**

Програма та обсяг робіт з обслуговування і ремонту комбайнів буде визначатися залежно від кількості комбайнів, які планується використовувати в господарстві, та наявних потужностей з технічного обслуговування і ремонту.

Перед початком розгляду ремонтно-обслуговувальних робіт, пріоритетною задачею є визначення складу комбайнового парку господарства, який буде забезпечувати вчасне та ефективно проведення збиральних робіт.

Для цього за допомогою рівняння знайдемо кількість механічної роботи, виконаної комбайном:

$$Q = \sum_{i=1}^m S_i, \quad (2.1)$$

Де  $S_i$  – посівні прощі зернових, бобових і соняшнику, які підлягають збиранню за допомогою комбайнів, га;

Підведемо підрахунки по 2022 році (див. табл.1.1)

$$Q_{заг} = 220 + 245 + 83 + 99 + 121 + 53 = 821 \text{ га}$$

Кількість зернозбиральних комбайнів визначається згідно з формулою:

$$N_k = \frac{Q_{заг}}{Q_p}, \quad (2.2)$$

де  $Q_p$  – запланований річний наробіток на один комбайн, фіз. пл.

В середньому приводиться в літературі [5], що комбайни ДОН оброблятимуть 400 га на рік, комбайни Claas – близько 500 га, а John Deere – 595 га, то середній час роботи на один комбайн становитиме:

$$Q_p = \frac{Q_{ДОН} \cdot n_{ДОН} + Q_{Claas} \cdot n_{Claas} + Q_{JD} \cdot n_{JD}}{n_{ДОН} + n_{NH} + n_{JD}}, \quad (2.3)$$

де  $Q_{ДОН}$ ,  $Q_{Claas}$ ,  $Q_{JD}$  – річний плановий наробіток комбайнів ДОН, Claas та John Deere, відповідно;

$n_{ДОН}$ ,  $n_{Клас}$ ,  $n_{JD}$  – кількість комбайнів кожної марки, (див. табл. 1.2)

Виходить:

$$Q_p = \frac{400 \cdot 1 + 500 \cdot 1 + 595 \cdot 1}{1 + 1 + 1} = 498,6 \text{ га}$$

Необхідна кількість комбайнів визначається за формулою (2.2)

$$N_k = \frac{821}{498,6} = 1,64 \text{ комбайнів}$$

Це означає, що комбайни працюють з великим навантаженням.

Кількість ремонтів і технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів розраховується за допомогою відповідних формул:

- Кількість капітальних ремонтів і-ої марки:

$$N_{кр}^i = G_{кр} \cdot N_{к}^i, \quad (2.4)$$

де  $G_{кр}$  – коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом комбайнів (вітчизняних  $G_{кр} = 0,25$ , закордонних – 0,15) [8];

$N_{к}$  – кількість комбайнів і-ої марки;

- Кількість поточних ремонтів комбайнів і-ої марки:

$$N_{нр}^i = G_{нр} \cdot N_{к}^i, \quad (2.5)$$

де  $G_{нр}$  - коефіцієнт охоплення поточним ремонтом комбайнів, ( $G_{нр} = 1$ ) [8];

- Кількість технічних обслуговувань  $N_{ТО-1}$  та  $N_{ТО-2}$ :

$$N_{ТО-1}^i = G_{ТО-1} \cdot N_{к}^i, \quad (2.6)$$

$$N_{ТО-2}^i = G_{ТО-2} \cdot N_{к}^i, \quad (2.7)$$

де  $G_{ТО-1}, G_{ТО-2}$  – відповідно коефіцієнти охоплення комбайнів технічним обслуговуванням №1 та №2.

Нижче наведено приклад того, як визначити річну кількість ремонтно-обслуговуючих дій для комбайнів марки «Claas» моделі Medion 340, використовуючи вирази (2.4 – 2.7):

$$N_{кр} = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \quad (\text{приймаємо } N_{кр} = 1)$$

$$N_{нр} = 1 \cdot 1 = 1 \quad (\text{приймаємо } N_{нр} = 1)$$

$$N_{ТО-1} = 3,5 \cdot 1 = 3,5 \quad (\text{приймаємо } N_{ТО-1} = 4)$$

$$N_{ТО-2} = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \quad (\text{приймаємо } N_{ТО-2} = 2)$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших марок комбайнів, а результати розрахунків зводяться до табл.2.1. Це допомагає оцінити та прогнозувати обсяг робіт, пов'язаних з ремонтом та обслуговуванням комбайнів протягом року. Визначення річної кількості дозволяє забезпечити достатній ресурс людських, матеріальних та фінансових ресурсів для виконання необхідних робіт.

Це також допомагає планувати графік обслуговування та ремонту комбайнів, включаючи періодичні планові профілактичні роботи та поточний ремонт. Визначення кількості ремонтно-обслуговуючих дій дозволяє розробити ефективний графік, що забезпечує мінімальний простій комбайнів і забезпечує їх безперебійну роботу.

Крім того, визначення річної кількості ремонтно – обслуговуючих дій для комбайній марки є важливим етапом в управлінні технічних обслуговуванням, який дозволяє забезпечити ефективно та безперебійне функціонування комбайнів протягом року.

Таблиця 2.1 – Потреба комбайнів в ремонтно-обслуговуючих діях

Найменування с.-г. машин	Марка комбайна	К-ть комбайнів	Запланована к-ть ТО і ремонтів, шт.			
			КР	ПР	ТО-2	ТО-1
Комбайни	Дон-1500	1	1	1	2	4
	Claas Medion 340	1	1	1	2	4
	John Deere T660	1	1	1	2	4

Так як не всі види робіт виконуються в ремонтній майстерні (капітальні ремонти проводяться на спеціалізованих підприємствах), ремонт і технічне обслуговування комбайнів буде розділено між спеціалізованими підприємствами та об'єктами ремонтно-обслуговуючої бази господарства. Цей розподіл буде представлено у вигляді таблиці.

Так, на основі даних табл.2.2. можна визначити річну програму ремонту і технічного обслуговування комбайна.

Однак для цього потрібно визначити трудомісткість робіт, що означає обчислення часу, необхідного для виконання кожної конкретної операції обслуговування та ремонту. Трудомісткість робіт може бути визначена шляхом оцінки часу, необхідного для виконання окремої операції, залежно від її складності, обсягу та характеру.

Таблиця 2.2 – Розподілення ремонтних робіт між  
ремонтно-обслуговуючою базою району та господарства (в відсотках)

Найменування робіт	Ремонтно-обслуговуюча база району	Ремонтно-обслуговуюча база господарства		
		Ремонтна майстерня	Машинний двір	Пункт ТО
Капітальний ремонт комбайна	100	-	-	-
Поточний ремонт комбайна	-	100	-	-
Технічне обслуговування комбайнів №2	-	10	20	70
Технічне обслуговування комбайнів №1	-	-	10	90
Післясезонне обслуговування	-	-	50	50

## 2.2 Визначення трудомісткості ремонтних робіт

Після визначення кількості ремонтно-технічного обслуговування, які необхідно виконати в майстерні, за допомогою формули розраховується річна трудомісткість:

$$T_M = T_{\text{РЕМ}} + T_{\text{ТО}}, \quad (2.8)$$

де  $T_{\text{РЕМ}}$  – трудомісткість поточних ремонтів комбайнів однієї марки, люд. – год.;

$T_{\text{ТО}}$  – трудомісткість технічних обслуговувань та усунень несправностей, люд. – год.

Трудомісткість ремонту можна визначити за такою формулою:

$$T_{\text{РЕМ}} = N_{\Pi} \cdot H_T^1, \quad (2.9)$$

де  $N_{\Pi}$  – число поточних ремонтів;

$N_T^1$  – трудомісткість поточного ремонту, люд. – год.

Отже, для комбайнів фірми «Claas» моделі Medion 340 ( $T_{РЕМ}$ ) буде дорівнювати:

$$T_{РЕМ} = 172 \cdot 1 = 172 \text{ люд.} - \text{ год.}$$

Відповідно застосовується аналогічний підхід для визначення трудомісткості технічного обслуговування №2:

$$T_{ТО} = N_{ТО-2} \cdot N_{ТО}^1, \quad (2.10)$$

де  $N_{ТО-2}$  – число технічних обслуговувань, (для комбайна «Claas» Medion 340 беремо рівним 2);

$N_{ТО}^1$  – трудомісткість технічного обслуговування, люд. – год.

Розрахунки по іншим маркам комбайнів проводяться відповідно так само, а результати приводять в табл.2.3.

Таблиця 2.3 – Трудомісткість ремонту комбайнів

Назва та марка машини	Вид ремонту чи ТО	К-ть ремонту чи ТО	Трудомісткість одного ремонту чи ТО, люд.-год.	Загальна трудомісткість, люд.-год.
Claas Medion 340	ПР	2	380	760
	ТО-2	2	4,5	9
Дон-1500	ПР	2	172	344
	ТО-2	2	5,5	11
John Deere Т660	ПР	2	380	760
	ТО-2	2	4,5	9
Всього:				1893

Трапляється, що комбайн несподівано ламається під час роботи, і несправність доводиться усувати внепланово. На усунення таких поломок витрачається близько 15% трудомісткості майстерні, тобто:

$$T_p = T_M \cdot 0,15 = 1893 \cdot 0,15 = 283,95 \text{ люд.} - \text{ год.}$$

де  $T_p$  - трудомісткість усунення раптових відмов, люд.-год.

Тоді основна трудомісткість майстерні буде дорівнювати:

$$T_o = T_M + T_P = 1893 + 283,95 = 2176,95 \text{ люд.} - \text{ год.}$$

Загальний обсяг робіт, пов'язаних з ремонтом і технічним обслуговуванням комбайнів, включатиме трудові затрати в майстерні, пов'язані з забезпеченням майстерні інструментами, оснащенням, ремонтом обладнання та іншими факторами.

Трудомісткість цих робіт встановлюється шляхом визначення відсоткових співвідношень відносно основної трудомісткості. При проведенні розрахунків рекомендується використовувати такі відсоткові співвідношення:

1. Технічне обслуговування та ремонт обладнання - 5...8%;
2. Виготовлення та ремонт пристроїв і інструментів - 3...5%;
3. Ремонт та виробництво деяких компонентів – 5...7%;
4. Інші роботи – 6...8%. [4]

Отже, загальна річна трудомісткість робіт по майстерні визначиться:

$$T_{заг} = T_o + 0,05 \cdot T_o + 0,035 \cdot T_o + 0,05 \cdot T_o + 0,6 \cdot T_o = 1,195 \cdot T_o, \quad (2.11)$$

тоді

$$T_{заг} = 1,195 \cdot 2176,95 = 2601,45 \text{ люд.} - \text{ год.}$$

Визначимо виробничу програму для майстерні з ремонту комбайнів в умовних ремонтах за допомогою наступного рівняння:

$$N_y^p = \frac{T_{заг}}{t_y} = \frac{2601,45}{300} = 8,67 \text{ умовн.рем.}$$

де  $t_y$  – трудомісткість одного умовного ремонту, люд. – год. ( $t_y = 300$  люд. – год.). [4]

Таким чином протягом року в майстерні потрібно виконати 8 умовних ремонтів комбайнів.

### **2.3 Запровадження заходів загального технологічного процесу ремонту комбайнів**

Планове технічне обслуговування комбайнів і компонентів включає позаплановий ремонт, пов'язаний з усуненням несправностей, профілактичне обслуговування, необхідність якого виявляється в процесі експлуатації або тех-

нічного обслуговування, а також планове обслуговування, визначене за результатами післязбиральної оцінки технічного стану.

Поточне технічне обслуговування зернозбиральних комбайнів включає в себе як тупиковий, так і поточний ремонт, а також ремонт агрегатів.

Необхідно розпочинати ремонтні процедури комбайнів з етапу зовнішнього очищення, що проводиться на окремому посту, який знаходиться окремо від майстерні.

Рекомендується проводити очищення та миття комбайнів у декілька етапів:

1. Проведення сухого очищення та зовнішнього миття при транспортуванні комбайна до ремонтної майстерні.

2. Миття складових одиниць і деталей після демонтажу комбайна.

Перед чищенням потрібно відкрити щити люків, технологічних віконць елеваторів, кожухи, а механізм повинен обертатися в номінальному режимі.

Сухе чищення проводити за щіткою, скребком, чистиком або продуванням стисненого повітря.

Після сухого чищення комбайн необхідно розібрати таким чином, щоб він не заважав з'єднанню робочих частин. В основному, з комбайна потрібно знати генератор, акумуляторні батареї і магнітний стартер.

Демонтований комбайн очищається зовні за допомогою гідромоторної установки високого тиску.

Після проведення очищення і миття комбайна, його піддають діагностуванню, застосовуючи контрольно-вимірювальні засоби з метою оцінки технічного стану деталей та складальних одиниць.

Комбайн, що пройшов процедуру діагностики, направляється на ремонтно-монтажну дільницю майстерні, яка оснащена вантажопідйомним обладнанням. [6]

Розпочинаючи розбирання комбайна на деталі та складальні одиниці, слід дотримуватись результатів діагностики. Складальні одиниці, які не можуть бути відремонтовані безпосередньо на комбайні, повинні бути демонтовані.



Послідовність виконуваних робіт повинна повністю відповідати технічним процесам, які гарантують найменші трудові затрати.

Під час розбирання складальних одиниць необхідно уникати розкомплектування деталей, які є пропрацьованих, але придатним для подальшого використання (диски варіаторів і контрпривода вентилятора, шестерні, деталей запобіжних муфт).

Демонтаж елементів гідросистеми та електрообладнання необхідно проводити на робочих місцях зі спеціальними пристосуваннями та обладнанням для їх ремонту.

Деталі та вузли, зняті з комбайнів, очищаються та перевіряються на наявність дефектів.

Перевірка технічного стану компонентів виконується відповідно до вимог, зазначених у картці несправностей.

Для виявлення дефектів загального призначення (зірочки, підшипники, шестерні, вали) та деталей невеликих розмірів передбачено робоче місце дефектовщика, яке розташоване на ремонтно-монтажній ділянці. Робоче місце повинно бути оснащено необхідними контрольними-вимірювальними інструментами та приладами.

Для виявлення дефектів у крупногабаритних деталях і складальних одиницях (бункери, молотильні рами, корпуси похилих камер та інші) а також деталях і складальних одиницях з листового металу передбачено проведення діагностики безпосередньо на комбайні або на робочому місці, де вони ремонтуються.

Інші компоненти, такі як двигун та електрообладнання, також підлягають перевірці на робочому місці та вхідному контролю.

Проводять поточний ремонт соломотряса у випадках виявлення деформації і тріщини на клавішах, тріщина у зварних швах, пошкодження підшипників і амортизаторів клавіш, а також зносу шпонкового пазу на шківі привода вала соломотряса.

Для ефективного проведення поточного ремонту складових одиниць та компонентів комбайна, в майстерні необхідно утворити спеціалізовані робочі зони та місця.

Рекомендовано організувати робочі місця та дільниці для ремонту ключових складальних одиниць комбайнів, таких як молотильний апарат, агрегати очистки, копнитель та транспортні механізми. У майстерні передбачається створення спеціальної дільниці для розбирання, збирання та ремонту вузлів та агрегатів, а також для ремонту молотильних барабанів. Загалом, технологічний процес ремонту включає вирівнювання деформованих деталей, зварювання тріщини, пробойн та розривів, а також заміну непридатних деталей.

Після виконання ремонту вузлів і деталей, вони повертаються на ремонтно-монтажну дільницю, де комбайн розміщується для проведення складальних робіт. Процес збирання комбайна включає встановлення нових складальних одиниць, які були відремонтовані на різних рівнях ремонтно-обслуговуючої бази, включаючи поточний та капітальний ремонт. Крім того, також проводиться до збирання складальних одиниць, які були відремонтовані без їх вилучення з комбайна.

Під час збирання комбайна потрібно дотримуватися наступних вимог:

1. Послідовність складання повинна виконуватися відповідно до технічного процесу.
2. Складання великогабаритних, важких складальних одиниць має здійснюватися з використанням вантажопідйомних механізмів.
3. Контроль установочних розмірів мусить здійснюватися за допомогою контрольно-вимірювальних приладів. [7]

Після складання комбайна проводяться технічні налаштування (регулювання зазору молотильного апарату і швидкості обертання крильчатки вентилятора, відкриття решітних жалюзі для очищення та інше).

По завершенню збирання комбайна, проводиться процес його випробування, який включає запуск дизельного двигуна комбайна – цей процес відо-

мий як обкатка комбайна. При цьому необхідно мати систему відведення відпрацьованих газів за межі приміщення.

Обкатку проводять протягом 5 хв. при частоті обертання колінчастого вала ( $600-700 \text{ хв}^{-1}$ ) і 15 хв. при частоті обертання вала ( $1400-1600 \text{ хв}^{-1}$ ). Якщо під час обкатки виявлено несправність, процес обкатки слід зупинити і усунути виявлену несправність.

Після закінчення обкатки, проводиться процес очищення, промивання та фарбування комбайна. При цьому необхідно уникати забруднення фарбою на гумових ущільненнях кабіни, ремені, цівки, днище копнителя, а також на масляний радіатор серцевини водяного радіатора та електричні прилади обладнання.

Взаємодія механізмів комбайна та технічний стан має відповідати вимогам, які встановлені у технічній документації для проведення ремонту. [4]

#### **2.4 Зміни в складі виробничих дільниць.**

Аналізуючи трудомісткість ремонтних робіт на зернозбиральних комбайнах у майстерні та розробка загального технологічного процесу вказують на потрібність організації в майстерні раніше не функціонуючих дільниць. Згідно з цим, в майстерні будуть організовані дільниці для ремонту молотильних барабанів, а також для розбирання та збирання вузлів і агрегатів комбайнів.

Майстерня включає в себе ряд існуючих дільниць, що виконують різні функції та відповідають за певні процеси, які саме: дільниця з технічного обслуговування і діагностування, ремонтно-монтажна, мідницько-жестяна, слюсарно-механічна, ковальсько-зварювальна, з ремонту двигунів, з ремонту агрегатів електрообладнання та інші які також застосовуються для ремонту агрегатів зернозбиральних комбайнів.

#### **2.5 Організація дільниць з ремонту молотильного барабану та агрегатів і вузлів**

### 2.5.1 Загальний технологічний процес на дільницях

На дільниці з ремонту молотильного барабану та дільниці з ремонту вузлів і агрегатів здійснюються наступні види робіт: виконання ремонту молотильного барабану, включаючи його статичне та динамічне балансування; проведення ремонту підбарабання; відновлення та ремонт грохота; обслуговування нижнього та верхнього решета; проведення ремонту соломотряса та його подальша обкатка.

Таблиця 3.1 – Розподіл трудомісткості з поточного ремонту зернозбиральних комбайнів між сформованими дільницями майстерні

Назва дільниці	Навантаження на дільницю в % від загальної трудомісткості	Навантаження на дільницю, люд.-год.
Ремонтно-монтажна	49,1	758,3
Ковальсько-зварювальна	4	61,8
Діагностування та ТО	5	77,2
Механічна	5	77,2
З поточного ремонту двигунів	15	231,7
З ремонту агрегатів електрообладнання	2,9	44,8
Мідницько-жестяницька	1,5	23,2
З ремонту агрегатів та вузлів	10	154,4
З ремонту молотильних барабанів	7,5	115,8

Молотильні агрегати (молотарки) доставляються з дільниць розбирально-мийної та ремонтно-монтажної за допомогою мобільних візків та консольно-поворотних кранів.

В дільниці ремонту молотильних барабанів здійснюється виконання ремонтних робіт, а також проведення статистичного та динамічного балансування молотильних барабанів.

Молотильні барабани комбайнів можуть мати наступні основні несправності: знос бил, деформація вала, руйнування остова барабана і порушення балансування.

При ремонті, барабан, який потребує уваги, встановлюють на спеціальний стенд для ремонту барабанів. На цьому стенді проводиться технічна оцінка стану, перевірка биття, рихтування і статичне балансування вала барабана.

Місцеві згини підбил остова барабана виправляють шляхом використання правильної технології. Тріщини у зварних швах обрізають і виправляють шляхом зварювання електродом. Ослаблені заклепки зміцнюють шляхом осаджування. Якщо середні диски остова барабана мають тріщини, то вони вважаються непридатними і вибраковуються. Відремонтовані молотильні барабани піддаються статичному балансуванню за допомогою пластин (шайб), які встановлюються під гайки болтів кріплення більш легкого била. Для проведення динамічного балансування валу використовуються спеціальні балансувальні машини, зокрема модель БМ-4У.

Під час експлуатації комбайнів спостерігаються певні дефекти підбарабання, такі як: деформація і обрив прутків, відхилення площинності планок як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках, а також зношування робочих граней планок. Для усунення цих дефектів використовується спеціалізована дільниця ремонту підбарабання.

При виявленні згинів планок підбарабання, які перевищують 3 мм у горизонталі та 1 мм у вертикалі, вони піддаються вправці на спеціальному стенді для правки підбарабання. Для цього використовується спеціальний ключ з двома стояками, який має прорізи відповідної товщини планок. Планки з великим згином попередньо прогривають перед правкою. Після вирівнювання планок, їх піддають електрозварюванню для заварювання тріщини і зламаних зварних шківів. Планки зі зношеними передніми гранями повертають на 180°, щоб нез-

ношена задня кромка була попереду. Планки з сильно зношеними робочими гранями наплаваються і обробляються за допомогою спеціальної ріжучої головки на модифікованому верстаті РР-4А.

Основні несправності соломотряса включають: вигин валів, знос шийок валів та підшипників, тріщини в корпусі клавіш, поломки кронштейнів та згин решіток.

Колінчасті вали переходять з дільниці відновлення деталей до відділення ремонту соломотрясу, де відновлюють зношені поверхні, обробляють та здійснюють правку валу.

На стенді з ремонту клавіш проводиться усунення дефектів. Деформовані корпус, клавіші, гребінки і граблини виправляють до тих пір, поки вони не повернуться до своєї початкової форми.

Видалення обірваних граблин передбачає їх заміну новими, які приварюються за допомогою газового або напівавтоматичного зварювання у середовищу вуглекислого газу. Тріщини і розриви варять газовим зварюванням, а на місце пошкодженого кожуха накладають латки, які приварюються. Видалені пошкоджені заклепки, а послаблені заклепки осаджуються знову.

Збирання соломотрясу та його обкатку здійснюють на спеціальному стенді для обкатки соломотряса.

Механізм очищення повинен бути відремонтований у відповідному місці. Основними дефектами механізму очистки комбайна є: зношені або розірвані ущільнювачі ремені спереду і з боків нижнього решітного стану, тріщини, розриви і розшарування в гребінці, відхилення від площинності бортів стану, розриви і тріщини грохоту, рами нижній і верхній решітний стан та подовжувача верхнього решета.

Ущільнювальні ласи, які мають наскрізні потертості, розриви і деформації, замінюються новими. Тріщини і розриви на гребінках нижнього і верхнього решітного стану та подовжувача виправляються шляхом проведення газового зварювання, після чого застосовується зачищення і рихтування для доведення їх в належний стан. Гребінки, які відірвались від осей, розміщують у по-

вністю закритому положенні, далі кожен окрему гребінку приварюють газовим зварюванням до осі в двох точках на неробочій стороні.

Борти стана з вм'ятинами, що перевищують 4 мм, виправляють, а розриви і грохота, рами нижнього і верхнього решітного стана і подовжувача грохота зварюють саме газовим зварюванням з неробочої сторони після попереднього виправлення пошкоджених ділянок. Для виконання описаних робіт використовуються наступні обладнання: стенд для ремонту і збирання грохоту, а також стенд для ремонту контролю решіт.

Після проведення ремонту молотарок відновлені агрегати направляють до відділення збирання та комплектування за допомогою підйомно-транспортного обладнання. [1]

### **2.5.2 Розрахунок основного обладнання**

Під час формування технологічного планування ділянок визначається кількість основного обладнання відповідно до потреб технологічного процесу. Кількість допоміжного обладнання визначається залежно від прийнятого технологічного процесу проведення робіт.

Відділ ремонту молотарки, як уже згадувалось, виконує такі завдання, як ремонт, балансування статичної та динамічної молотильного барабана, ремонт підбарабання, грохота, верхній та нижній решітний стан, ремонт та обкатка соломотрясу. В процесі виконання цих робіт на ділянці використовується основне обладнання, таке як стенди для ремонту і випробовування агрегатів молотарки. Ці стенди дозволяють проводити діагностику, ремонт і перевірку роботи молотарки. Допоміжне обладнання, таке як стелажі для деталей та верстакі слюсарні, використовуються для зручності обробки та монтажу деталей. Так як, на ділянці присутнє підйомно-транспортне обладнання, включаючи консольно-поворотні крани та візки для переміщення вузлів та деталей дозволяє забезпечити ефективний процесі ремонту деталей.

Розрахунок кількості обладнання зазвичай виконується з урахуванням трудомісткості проведення робіт. Для цього потрібно розподілити загальну трудомісткість на відповідні ділянки залежно від виду робіт, які виконуються.

Такий розрахунок дозволяє оптимізувати використання обладнання та розподілити його відповідно до вимог та потреб процесу проведення робіт.

Визначення необхідної кількості стендів для ремонту молотильного барабану та його статичного балансування за формулою

$$N_{pm} = \frac{T_{pm}}{\Phi_{до} \cdot \eta}, \quad (2.12)$$

Де  $T_{pm}$  – трудомісткість проведення ремонтних робіт, люд. -год. ( $T_{pm}=2601,45$ )

$\Phi_{до}$  – дійсний фонд часу обладнання, год. ( $\Phi_{до}=2010$  год);

$\eta$  – коефіцієнт використання обладнання, ( $\eta=0,9$ ). [4]

Тоді:

$$N_{pm} = \frac{2601,45}{2010 \cdot 0,9} = 0,7.$$

Для проведення ремонту та статистичного балансування молотильного барабану приймаємо 1 стенд.

Кількість машин для динамічного балансування молотильного барабана розраховуємо по аналогічній формулі, з урахуванням того, що час, необхідний для виконання робіт складає 564,8 люд. – год.

$$N_{\delta} = \frac{564,8}{2010 \cdot 0,9} = 0,31.$$

Враховуючи, що трудомісткість проведення робіт по правці підбарабання складає 624,2 люд. – год, а розточування планок підбарабання – 523,3 люд. – год, то розраховуємо відповідно кількість стендів для правки підбарабання  $N_n$  і стендів для розточування  $N_p$

$$N_n = \frac{624,2}{2010 \cdot 0,9} = 0,35$$

Приймаємо 1 стенд.



$$N_p = \frac{523,3}{2010 \cdot 0,9} = 0,29.$$

Приймаємо також 1 стенд.

Кількість стендів для ремонту нижнього та верхнього решітного стану

$$N_c = \frac{963,4}{2010 \cdot 0,9} = 0,5.$$

Приймаємо 1 стенд.

Аналогічно визначаємо кількість стендів для ремонту клавіш соломотрясу:

$$N_c = \frac{873,9}{2010 \cdot 0,9} = 0,48.$$

Також приймаємо 1 стенд.

Для проведення процесу складання, регулювання та обкатки соломотряса використовується стенд. Загальна кількість робочих годин, необхідних для виконання цих робіт, становить 1123 люд. – год. Таким чином, кількість необхідних стендів буде визначатись відповідно до цієї загальної трудомісткості:

$$N_{oc} = \frac{1123}{2010 \cdot 0,9} = 0,63.$$

Для проведення вищевказаних робіт застосовуємо 1 стенд.

Таблиця 3.2 – Перелік основного та допоміжного обладнання

Назва обладнання	Позначення	Кількість	Позиція
1	2	3	4
Стенд для ремонту молотильного барабану	ОР-6827	1	1
Машина для динамічного балансування	БМ-4У	1	2
Стенд для правки підбарабання	ОР-6689	1	4
Стенд для розточки підбарабання	власн. вигот.	1	5
Стелаж для молотильних барабанів	ОР-65	1	6
Стелаж для підбарабань	ОР-64	1	7
Стенд для ремонту грохота	ОР-6795	1	9
Стенд для ремонту решітного стану	ОР-6793	1	10

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
Стенд для ремонту клавіш соломотрясу	ОР-6243	1	15
Стенд для складання і випробування клавіш соломотрясу	власн. вигот.	1	16
Стелаж для клавіш соломотрясу	ОР-69	1	14
Верстак слюсарний	ОРГ-5365	2	13
Випрямляч зварювальний	ВДУ-500	1	1
Обладнання для газового зварювання	ОПТ-1153	1	12
Кран консольно поворотний вантажопідіймністю 0,5 т	-	2	3
		3	8
Шкаф дефектувальника	власн. вигот.	1	17,18
Кран-балка	власн. вигот.	1	19
Місце зберігання знімача	-	1	20
Моніторні мийні машини	-	1	21,22
Оглядова яма	-		23

Обладнання вказано на листі 2 графічної частини проекту.

### 2.5.3 Розрахунок кількості основних робочих для ремонту комбайнів

При визначенні основних робочих для ремонту комбайнів в майстерні необхідно враховувати застосування тупикового ремонту та бригадно-постової форми організації праці. Ця організаційна форма передбачає, що розбирання, складання, регулювання та випробування машин виконуються головним чином групою робочих, які зазвичай є трактористами-машиністами, що експлуатують ці комбайни. Спеціалісти займаються ремонтом окремих вузлів і агрегатів.

В зв'язку з цим кількість додаткових працівників визначається збільшенням інтенсивності роботи в майстерні через ремонт комбайнів.

Чисельність основних виробничих робочих буде визначена за допомогою наступного виразу:

$$P = \frac{T_3}{\Phi_{др} \cdot K}, \quad (2.13)$$

де  $T_3$  – загальна трудомісткість робіт з ремонту комбайнів, люд. – год.;

$\Phi_{др}$  – дійсний фонд часу робочого, год.;

$K$  – запланований коефіцієнт перевиконання планових виробничих норм, рівний 1,05...1,15. [4]

Тоді:

$$P = \frac{2601,45}{1840 \cdot 1,10} = 1,28 \text{чол.}$$

Отже, приймаємо одного основного робочого та одного допоміжного працівника.

Тобто, для здійснення запланованого обсягу робіт з ремонту комбайнів в майстерні необхідно найняти одного основного робітника, закріпленого за дільницею.

Таким чином для виконання запланованого об'єму робіт з ремонту комбайнів в майстерню необхідно прийняти одного основного робочого, який буде закріплений за дільницею.

#### **2.5.4 Розрахунок площі дільниць, технологічне планування дільниць**

Оскільки, дільниця є виробничою частиною ремонтної майстерні, потрібно визначити площу виробничої зони саме для цієї дільниці.

До загальної площі виробничих приміщень входять такі елементи: площі, які займає технологічне обладнання та робочі місця, включаючи верстати, стенди та інші засоби; площі для зберігання наземних транспортних засобів, деталей та складальних одиниць; а також простори для робочих зон, проходів та проїздів між обладнанням.

Площу ремонтної дільниці молотарки можна визначити шляхом застосування наступної формули:

$$F_{вд} = F_{об} \cdot \sigma \quad (2.14)$$

де  $F_{об}$  – площа, що займається обладнанням, м<sup>2</sup>;

$\sigma$  – коефіцієнт, що враховує проходи та проїзди, ( $\sigma=4,0...4,5$ ). [8]

Площа обладнання може бути розрахована шляхом підсумовування площ технологічного та допоміжного обладнання. Площу обладнання також можна визначити, враховуючи його габаритні розміри. Знання площі дозволяє визначити оптимальне розміщення обладнання в приміщенні, щоб забезпечити ефективне використання доступного простору і максимізувати використання обладнання. Інформація про габаритні розміри обладнання та площу, яку займає кожен окремий елемент обладнання вказано в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Площа, що займається обладнанням в відділенні

Назва обладнання	Кількість	Габаритні розміри, м	Займана площа, м <sup>2</sup>
Стенд для ремонту молотильного барабану	1	2100x1200	2,52
Машина для динамічного балансування	1	3100x700	2,17
Стенд для правки підбарабання	1	1700x1100	1,87
Стенд для розточки підбарабання	1	2500x1400	3,5
Стелаж для молотильних барабанів	1	1700x1200	2,04
Стелаж для підбарабань	1	1600x1200	1,92
Стенд для ремонту грохота	1	1600x2800	4,48
Стенд для ремонту решітного стану	1	1600x2500	4,0
Стенд для ремонту клавiш соломотрясу	1	3200x800	2,56
Стенд для складання і випробування клавiш соломотрясу	1	3250x1680	5,46
Стелаж для клавiш соломотрясу	1	1500x800	1,2
Верстак слюсарний	2	1800x1000	3,6
Випрямляч зварювальний	1	700x500	0,35
Всього			35,67

З урахуванням того, що площа обладнання, дорівнює  $F_{об}=35,67 \text{ м}^2$ , мінімальна загальна площа ділянки становитиме:

$$F_d = 35,67 \cdot 4,5 = 160,5 \text{ м}^2.$$

### **2.5.5 Проектування технологічного процесу відновлення валу соломотрясу зернозбирального комбайну фірми «Claas» моделі Medion 340**

На основі аналізу відмов вузлів комбайна, можна побачити, що більшість відмов стосується таких деталей, як вали, осі та їх підшипникові вузли. Це пояснюється тим, що ці деталі недостатньо жорсткі (вали комбайну характеризуються великими відстанями між опорами при відносно невеликих розмірах їх діаметру), а опорні поверхні валів працюють у важких умовах (недостатнє змащення, накопичення пилу та бруду в області тертя), що викликає інтенсивний знос опорних поверхонь. В зв'язку з цим, ми пропонуємо розробити технологію відновлення валу приводу соломотряса сучасного зернозбирального комбайна фірми «Claas» моделі Medion 340.

1) Характеристика деталі, умови праці та експлуатаційні дефекти.

Матеріал: Сталь 45;

Твердість: 40 HRC;

Вага: 18,75 кг.

Під час роботи вал зазнає динамічних навантажень. Робочі поверхні валу піддаються зносу під впливом фізичних, хімічних та інших факторів.

У процесі експлуатації валу часто виникають дефекти, серед яких найпоширеніші це знос поверхні в зоні спряження поверхні вала з внутрішнім кільцем підшипника і ведучим шківом, та знос шпонкового пазу по ширині. В табл.2.2 наведені методи відновлення зношених поверхонь деталей, що входять в спряження.

Знання дефектів вала соломотряса та способів їх усунення дозволяє проводити діагностику та виявити проблему у системі соломотряса, її характеристик та впливу на роботу машини. Допомогає вирішувати проблеми та виконувати ремонтні роботи. Також є важливим для планування ремонтних робіт та

визначення необхідних запасних частин, оцінити час, ресурси та кваліфікацію персоналу, які необхідні для виконання ремонтів, а також планувати закупівлю запасних частин заздалегіть. Може допомогти з вдосконаленням технологічного процесу ремонту, вдосконалення технологічних операцій та використання більш ефективних технік. І ще, знання дефектів є важливим для забезпечення безпеки та надійності роботи соломотряса. Усунення дефектів дозволяє уникнути можливих аварійних ситуації, зменшити ризик поломок та підвищити тривалість роботи машини.

Таблиця 2.2 – Дефекти вала соломотряса та способи їх усунення

Найменування дефекту	Способи усунення дефектів	
	Основний	Допустимий
1. Знос посадочного місця під підшипник до діаметру не менше 29,87 мм	Вібродугове наплавлення дротом 2-НП 30ХГСА, механічна обробка	Металізація дротом НХ-109, механічна обробка до номінального розміру
2. Знос посадочного місця під ведучий шків до діаметру не менше 29,87 мм	Теж	Теж
3. Знос шпонкового пазу по ширині більше 8 мм	Заварка вручну електродом, фрезерування на новому місці	Заплавка дротом 2-СВ 08 під шаром флюсом АН-348, механічна обробка

2) Для вибору оптимального методу відновлення деталі враховується кілька факторів, таких як матеріал деталі, ступінь її зносу, тип навантаження, вартість процесу відновлення та інші. Відповідно до цього В.А. Шандричев [10] розробив методику такого вибору, засновану на послідовному використанні трьох критеріїв.

1. Технологічний критерій (застосовності), дозволяє реалізувати спосіб відновлення деталі, що залежить від його застосовності та можливості використання з технологічної перспективи.

2. Критерій довговічності (технічний), виражається через коефіцієнт довговічності  $K_d$ , який відображає співвідношення технічних ресурсів відновленої деталі –  $T_v$ , до ресурсів нової  $T_n$  деталі

$$K_d = T_v / T_n \quad (2.15)$$

або

$$K_d = K_i \cdot K_v \cdot K_c \cdot K_n \quad (2.16)$$

де  $K_i$ ,  $K_v$ ,  $K_c$  – коефіцієнти зносостійкості, витривалості та зчеплюємості, відповідно;

$K_n$  – поправочний коефіцієнт, що враховує практичну роботоздатність відновленої деталі в результаті експлуатації,  $K_n=0,8...0,9$ . [4]

Техніко-економічний критерій (узагальнюючий), встановлює зв'язок між довговічністю деталі та її вартістю відновлення, виражається слідуючою залежністю:

$$C_v = K_d / C_n \quad (2.17)$$

де  $C_v$ ,  $C_n$  – вартість виготовлення нової та відновленої деталі.

Якщо вартість нової деталі невідома, критерій може бути оцінений за допомогою формули В.А. Шандричева:

$$K_T = C_v / K_d \quad (2.18)$$

де  $K_T$  – коефіцієнт техніко-економічної ефективності.

Ефективним вважають спосіб, у якого  $K_T > \min$ .

Деталь, яка підлягає відновленню, має такі типові дефекти: знос шпонкового пазу вздовж ширини (дефект поверхні 3) та знос посадкового місця для підшипника і шківів (дефекти 1,2).

Можливі методи відновлення для першого та другого відновлення дефектів:

- вібродугова наплавка, токарна обробка;

- остальновання, шліфування;
- електроконтактна приварка стрічки, шліфування;
- металізація дротом, токарна обробка, шліфування.

Методи відновлення третього дефекту:

- заварювання вручну, фрезерування;
- заплавка під шаром флюсу, токарна обробка, фрезерування.

Для оцінки вибраних методів за технічним критерієм проводимо визначення коефіцієнтів довговічності для дефектів 1 і 2, які характеризуються знос поверхні під підшипником та шестернею. [11]

- вібродугова наплавка:  $K_{д1} = 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 0,9 = 0,83$ ;
- остальновання:  $K_{д2} = 0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,43$ ;
- електроконтактна приварка стрічки:  $K_{д3} = 0,76 \cdot 0,75 \cdot 0,80 \cdot 0,9 = 0,41$ ;
- металізація дротом:  $K_{д4} = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,41$ .

Таким чином, для відновлення дефектів 1,2, ми обираємо два методи – вібродугове наплавлення та металізацію дротом.

Для відновлення дефекту 3 обираємо метод ручного заварювання шпорного пазу разом з подальшим фрезеруванням та заплавною під шаром флюсу.

Остаточне рішення про вибір методу відновлення приймається на основі техніко-економічної оцінки його ефективності, використовуючи формулу (2.18):

- вібродугове наплавлення:

$$K_T = 52 / 0,83 = 62,66 ;$$

- металізація:

$$K_T = 61 / 0,71 = 86,6 ;$$

- остальновання:

$$K_T = 30,2 / 0,43 = 70,2 .$$

Виходячи із значень  $K_T$  і  $K_d$  для відновлення посадочних поверхонь візьmemo вібродугове наплавлення.



Використаємо операцію ручного зварювання для відновлення шпонкового пазу.

3) Послідовність технологічних операцій для відновлення валу соломоторясу

### **005 Зварювальна**

Зварюють зношений шпоночний паз дефект 3.

Стіл для електрозварник робіт ОРС-1549А, зварний випрямлювач ВС-600. Штангенциркуль ШЦ-II-250 ГОСТ 166-80, маска захисна № 1; металева щітка.

### **010 Наплавочна**

Наплавляють зношені поверхні (дефект 1,2). Наплавочна головка ГМВК-1, зварний випрямлювач ВС-600. Штангенциркуль ШЦ-II-125 ГОСТ 166-80. Наплавочний дріт, токарно-гвинторізний верстат 1К62, патрон трьохкулачковий 7100-0062.

### **015 Токарна**

Обточують поверхні (дефекти 1,2)

Верстат токарно-гвинторізний 1К62, патрон 7100-0062, різець 2101-0038, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-80.

### **020 Фрезерна**

Фрезерують шпонковий паз (дефект 3)

Верстат фрезерний консольний 6М80Ш, патрон 7100-0062, фреза пальцева ГОСТ 6637-73, конусна оправка, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-80.

### **025 Термічна**

Загартовують поверхонь (дефекти 1,2).

Установка високочастотна ППЗ-67, індуктор цеховий, кліщі.

### **030 Шліфувальна**

Шліфують поверхні (дефекти 1, 2)

Верстат круглошліфувальний 3Б12. Коло шліфувальне типу ПП ГОСТ 2424-67, патрон 6500-015, мікрометр гладенький МК-50 ГОСТ 166-80.

### **035 Контрольна**

Контроль розмірів відновлених поверхонь.

Мікрометр гладкий, МК-50 ГОСТ 166-80, шаблон цеховий.

4). Оптимізація параметрів процесу відновлення валу соломотрясу та визначення стандартних часів виконання робіт.

### 005 Зварювальна

Заварюють шпонковий паз розміром 80x8x4 мм. Основний час ручного дугового зварювання визначається наступним:

$$T_o = G / V_H \quad (2.19)$$

де  $G$  – вага наплавленого металу, г;

$V_H$  – швидкість наплавлення, г/год;

За формулою визначимо масу осадженого металу:

$$G = L \cdot F \cdot \gamma \quad (2.20)$$

де  $L$  – довжина шва, см;

$F$  – площа повздовжнього перерізу шва, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – густина металу, г/см<sup>3</sup>.

Тоді:

$$G = 8,0 \cdot 0,32 \cdot 7,8 = 19,96 \text{ г}$$

Швидкість наплавлення отримуємо з рівняння:

$$V_H = \alpha \cdot I, \quad (2.21)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт наплавки, ( $\alpha=10$ ) г/а·год;

$I$  – сила струму, А ( $I=160$ А):

$$V_H = 10 \cdot 160 = 1600 \text{ г/год}$$

Основна тривалість зварювального процесу залежить від положення зварювання та інших факторів. Це значить для визначення основної тривалості використовується наступна формула:

$$T_o = \frac{G \cdot 60 \cdot A \cdot m}{\alpha \cdot I}, \quad (2.22)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що враховує довжину шва, ( $A=1,4$ );

$m$  – коефіцієнт, що враховує положення шва в просторі, ( $m=1$ ). [11]

$$T_o = \frac{19,96 \cdot 60 \cdot 1,4 \cdot 1}{10 \cdot 160} = 1,04 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на зварювання становить  $T_{B1}=1,5$  хв. Допоміжний час на встановлення та утримання заготовки вагою до 15 кг становить  $T_{B2}=0,6$ хв.

Повний додатковий час:

$$T_B = T_{B1} + T_{B2} = 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ хв}$$

Знаходимо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_B = 1,04 + 2,1 = 3,14 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100}, \quad (2.23)$$

де  $K$  – коефіцієнт долі додаткового часу від оперативного,  $K=8$ . [11]

$$T_{дод} = \frac{3,14 \cdot 8}{100} = 0,25 \text{ хв,}$$

Підготовчо заключний час складає  $T_{пз} = 10$  хв.

Норма часу на операцію:

$$T_H = T_o + T_B + T_{дод} + T_{пз} / n, \quad (2.24)$$

де  $n$  – кількість деталей в партії,  $n=1$ :

$$T_H = 1,04 + 2,1 + 0,25 + 10/1 = 13,39 \text{ хв}$$

010 Наплавлювальна

Перехід 1. Встановлюють деталь. Закріплюють.

Перехід 2. Наплавляють поверхню (деф.1) до діаметру 33 мм. Вібродугове наплавлення в середовищі  $CO_2$ , електродним дротом  $\varnothing 2$  мм.

Режими наплавлення для деталі: сила струму – 180А; крок наплавлення 2,3 мм/об; швидкість наплавлення – 0,8 м/хв.; швидкість подачі електродної проволочки – 1,3 м/хв.

Основний час для вібродугового наплавлення можна визначити з виразу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \quad (2.25)$$

де  $L$  – довжина поверхні, що наплавляється, мм;

$i$  – кількість проходів;

$n$  – частота обертання деталі,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$s$  – повздовжня подача мундштука, або крок наплавлення,  $\text{мм/об}$ .

Потрібну кількість проходів визначають за формулою:

$$i = \frac{D-d}{2t}, \quad (2.26)$$

де  $D, d$  – діаметр деталі відповідно до  $i$  після наплавлення;

$t$  – наплавлений шар металу за 1 прохід,  $\text{мм}$  ( $t = 2 \text{ мм}$ ) [11];

$$i = \frac{33 - 29,8}{2 \cdot 2} = 1.$$

Знаходимо кількість обертів деталі визначаємо за формулою:

$$n = 318 \cdot \frac{V}{d}, \quad (2.27)$$

де  $V$  – колова швидкість деталі,  $\text{м/хв}$ .

$$n = 318 \cdot \frac{0,8}{29,8} = 8,5 \text{ хв}^{-1}.$$

Потім розраховуємо основний час:

$$T_o = \frac{60 \cdot 1}{8,5 \cdot 2,3} = 3,1 \text{ хв}.$$

Встановлюємо допоміжний час, для деталі яка монтується в центральних положеннях, необхідний час на монтаж та демонтаж складає  $T_{д1}=1$  хв., допоміжний час, який пов'язаний з процесом наплавлення складає  $T_{д2}=0,9$  хв на один прохід.

Тоді загальний допоміжний час складає:

$$T_d = T_{д1} + T_{д2} = 1 + 0,9 = 1,9 \text{ хв}$$

Перехід 3. Наплавлення поверхні (деф.2) з  $\varnothing 29,87$  до  $\varnothing 33$  мм на довжині 160 мм.

Параметри режиму наплавлення аналогічні параметрам в переході 2.

Основний час наплавлення складає:

$$T_o = \frac{160 \cdot 1}{8,5 \cdot 2,3} = 8,18 \text{ хв}.$$

Допоміжний час складає  $T_d$  1,9 хв.

Додатковий час на операцію розраховуємо як:

$$T_{\text{дод}} = 0,15 \cdot 14,3 = 2,1 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час складає  $T_{\text{пз}}=16$  хв.

Тоді норма часу на проведення операції:

$$T_H = 10,5 \cdot 3,8 + 2,1 + 16/1 = 32,4 \text{ хв.}$$

Повний час вібродугового наплавлення поверхонь (деф 1,2) складає 32,4 хв.

### 015 Токарна

Перехід 1. Встановлюють деталь, закріплюють.

Перехід 2. Обточують поверхню (деф.1) з  $\varnothing 33$  мм до  $\varnothing 30,1$  мм на довжині 60 мм.

Перехід 3. Знімають фаску  $2 \times 45^\circ$  на  $\varnothing 30,1$ .

Перехід 4. Обточують поверхню (деф.2) з  $\varnothing 33$  мм до  $\varnothing 30,1$  мм на довжині 160 мм.

Перехід 5. Знімають фаску  $2 \times 45^\circ$  на  $\varnothing 30,1$

Визначаємо припуск на токарну обробку:

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{33-30,1}{2} = 1,45 \text{ мм}$$

Встановимо глибину різання на рівні 1,45 мм, що означає, що ми видаляємо всі матеріалові залишки за один прохід, тоді  $i=1$ .

По прийнятій глибині різання та діаметру заготовки, обираємо повздовжню подачу  $s=0,3$  мм/об [11].

Швидкість різання візьмемо по прийнятій повздовжній подачі та глибині різання, становитиме  $V= 63$  м/хв [10].

Збільшимо швидкість різання, та врахуємо поправочний коефіцієнт, що залежить від марки сталі  $K_M=1,7$  [3].

$$V = 63 \cdot 1,7 = 107,1 \text{ м / хв}$$

Порахуємо кількість обертів деталі за формулою

$$n = 318 \frac{V}{d} = 318 \frac{107,1}{30,1} = 1131,4 \text{ об / хв.}$$

Прийmemo найближче значення частоти обертання верстата згідно паспортних даних, і воно становить  $n=960$  об/хв. [11]

Розрахунок основного часу:

Розраховуємо довжину оброблюваної поверхні, враховуючи врізання та шлях різального інструменту:

$$L = l + y, \quad (2.28)$$

де  $l$  – довжина поверхні оброблювальної деталі;

$y$  – величина врізання та перебігу, мм ( $y=3,5$ ).

$$L = 60 + 3,5 = 63,5 \text{ мм},$$

Основний час буде:

$$T_o = \frac{63,5 \cdot 1}{960 \cdot 0,3} = 0,22 \text{ хв}.$$

Розраховуємо час, що витрачається на допоміжні операції. Згідно [11] при використанні верстата з висотою центрів 200 мм, допоміжний час, пов'язаний з проходом, складає  $T_d = 0,5$  хв.

Перехід 3. Знімають фаску  $2 \times 45^\circ$  на  $\varnothing 30,1$ .

Під час виконання операції з проточкою фасок застосовується ручне виконання зі змінною подачею, без зміни числа проходів попередньої або наступної обробки. В такому випадку режим різання не встановлюється. Головний час, необхідний для виконання фасок, наведений в таблиці [1]. Він складає  $T_o = 0,08$  хв.

Перехід 4. Обточують поверхню (деф.2) з  $\varnothing 33$  до  $\varnothing 30,1$  на довжині 160 мм.

Режими різання, які застосовуються, відповідають режимам другого переходу.

Здійснюємо розрахунок довжини поверхні, яка підлягає обробці

$$L = 160 + 8,0 = 168 \text{ мм}$$

Основний час буде становитиме:

$$T_o = \frac{168}{960 \cdot 0,3} = 0,58 \text{ хв}.$$

Перехід 5. Знімають фаску  $2 \times 45^\circ$  на  $\varnothing 30,1$ .

Основний час складає  $T_o = 0,08$  хв.

Допоміжний час  $T_d = 0,07$  хв.

Загальний основний час на операцію становитиме:

$$T_o = 0,22 + 0,08 + 0,51 + 0,08 = 0,89 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на операцію:

$$T_d = 0,5 + 0,07 + 0,5 + 0,07 = 1,14 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = 0,89 + 1,14 = 2,03 \text{ хв}$$

Додатковий час на операцію:

$$T_{дод} = 0,08 \cdot 2,03 = 0,16 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час складає  $T_{пз} = 9$  хв.

Норма часу на операцію складає:

$$T_H = 0,89 \cdot 1,14 + 0,15 + 9/1 = 11,19 \text{ хв}$$

## 020 Фрезерна

Фрезерують шпонковий паз (деф.3) на ширину  $8_{+0,040}^{+0,098}$  мм, на довжину 80 мм та глибину 4 мм.

Глибину різання встановимо  $t=4$  мм. Відповідно число проходів буде  $i=1$ . Візьмемо фрезу діаметром 8 мм з п'ятьма зубцями.

Подача при обробці паза з кінцевою фрезою буде  $s=0,05$  мм/об. Швидкість різання складе  $V_p=99$  м/хв і число обертів фрези  $n=3950$  хв<sup>-1</sup>. [10]

Внесемо поправні коефіцієнти на зміну умов різання:

$K_M=1,2$  при обробці сталі з межею міцності  $\sigma_B=57$  кг/мм<sup>2</sup>;

$K_X=0,7$  так як поверхня, що наплавляється має шлакові включення.

Тоді частота обертання становитиме:

$$n = 3950 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 3318 \text{ хв}^{-1}.$$

Відповідно до паспортних даних верстата, ми приймемо найближче значення числа обертів фрези, яке складає  $n = 1500$  об/хв.

Корекція швидкості різання не проводиться, оскільки в формулу для розрахунку основного часу враховується лише кількість обертів.

Проводимо розрахунок основного часу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s_{об}} = \frac{80 \cdot 1}{1500 \cdot 0,05} = 1,06 \text{ хв} \quad (2.29)$$

Обираємо значення допоміжного часу для встановлення та зняття деталі в тиски з урахуванням середньої складності, яке становить  $T_{д1}=0,2$  хв. Допоміжний час, що пов'язаний з проходом складає  $T_{д2}=1,6$  хв.

Повний допоміжний час складає:

$$T_{д} = T_{д1} + T_{д2} = 2 + 1,6 = 3,6 \text{ хв}$$

Визначимо оперативний час:

$$T_{оп} = 0,47 + 3,6 = 4,07 \text{ хв}$$

Знайдемо додатковий час:

$$T_{дод} = 4,07 \cdot 0,07 = 0,28 \text{ хв}$$

Приймаємо, що підготовчо-заклучний час складає  $T_{пз}=16$  хв, до нього додаємо 2 хв на встановлення фрези і отримуємо:

$$T_{пз} = 16 + 2 = 18 \text{ хв}$$

Враховуючи те, що в партії міститься лише одна деталь, визначимо норму часу:

$$T_{н} = 0,47 + 3,6 + 0,28 + 18 = 22,35 \text{ хв}$$

## 025 Термічна

Перехід 1.

Загартують поверхню (деф.1) до твердості HRC 40 на глибину 0,8...1 мм.

Норму часу на операцію розраховуємо за формулою.

Основний час (час нагріву) складає [8]

$$T_o = 0,12 \text{ хв.}$$

Допоміжний час приймаємо рівним

$$T_{д} = 0,18 \text{ хв.}$$



Перехід 2. Загартовують поверхню (деф.2) до твердості HRC 40 на глибини 0,8...1 мм.

Основний час (час нагріву) складає [8]

$$T_o = 0,12 \text{ хв.}$$

Допоміжний час візьмемо рівним:

$$T_d = 0,18 \text{ хв.}$$

Загальний основний час дорівнює:

$$T_o = 0,12 + 0,12 = 0,24 \text{ хв}$$

Загальний допоміжний час складе:

$$T_d = 0,18 + 0,18 = 0,36 \text{ хв}$$

Оперативний час на операцію:

$$T_{оп} = 0,24 + 0,36 = 0,6 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час дорівнює 7 хв.

Тоді норма часу на операцію складе:

$$T_H = 0,24 + 0,36 + 0,06 + 7 = 7,66 \text{ хв}$$

### **030 Шліфувальна**

Перехід 1. Шліфують поверхню (деф.1) з  $\varnothing 30,1$  мм до  $\varnothing 30_{+0,002}^{+0,0013}$  мм на довжині 60 мм.

Для шліфування даної поверхні приймаємо поперечну подачу  $s_{поп}=0,01$  мм/об, повздовжня подача в долях ширини круга  $\beta=0,2$  та швидкість різання  $V=20$  м/хв.

Приймаємо ширину шліфувального круга  $b=60$  мм.

Визначаємо повздовжню подачу за виразом:

$$S_{п} = \beta \cdot b = 0,2 + 60 = 12 \text{ мм/об} \quad (2.30)$$

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{30,1 - 30}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Визначаємо кількість проходів в залежності від прийнятої глибини шліфування:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,05}{0,01} = 5 \quad (3.20)$$

Визначаємо частоту обертання за формулою (2.42)

$$n = 318 \frac{20}{30} = 212 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо найближче паспортне значення обертів верстата,  $n=115 \text{ хв}^{-1}$ .

Знаходимо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s} \cdot k_3 \quad (2.31)$$

де  $k_3$  – коефіцієнт зачисних ходів ( $k_3 = 1,2 \dots 1,7$ ).

$$T_o = \frac{60 \cdot 5}{115 \cdot 12} \cdot 1,2 = 0,26 \text{ хв}.$$

Перехід 2. Шліфують поверхню (деф. 2) з  $\varnothing 30,1$  мм до  $\varnothing 30^{+0,0013}_{+0,002}$  мм на довжині 160 мм. Режими різання залишаються ті ж самі, що й в першому переході.

Основний час переходу:

$$T_o = \frac{160 \cdot 5}{115 \cdot 12} \cdot 1,2 = 0,69 \text{ хв}$$

Допоміжний час  $T_d = 2$  хв.

Загальний основний час:

$$T_o = 0,26 + 0,69 = 0,95 \text{ хв}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_d = 2 + 2 = 4 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = 0,88 + 4 = 4,28 \text{ хв}$$

Доля додаткового часу від оперативно при шліфуванні складає 9%.

$$T_{дод} = 0,09 \cdot 4,8 = 0,44 \text{ хв}$$

При обробці деталі в центрах підготовчо-заклучний час буде дорівнювати  $T_{пз} = 6$  хв.

Норма часу на операцію складає:

$$T_H = 0,25 + 2,1 + 0,16 + 0,28 + 0,44 + 6/1 = 9,63 \text{ хв}$$

### **035 Контрольна**

Контроль розмірів поверхонь (деф.1, 2, 3) деталі.

Загальний час на відновлення деталі складає  $T_{\text{заг}} = 93$  хв.

## **3. РОЗРОБКА РУЧНОГО ЗНІМАЧА**

Оптимальне управління та ремонт технологічного обладнання є важливим для забезпечення безперебійної та ефективної роботи комбайна в аграрному секторі.

Аналізуючи важкість ремонтних робіт на комбайнах трьох типів у спеціалізованому цеху ремонтно-складальних операцій, можна встановити, що приблизно половина всієї роботи, пов'язаної з капітальним ремонтом комбайна, припадає на ці роботи. Виявлено, що ускладнення конструкції комбайнів сучасних фірм «Claas» призводить до збільшення важкості таких робіт на 48% у порівнянні з комбайнами інших моделей. Операції, які включають демонтаж кабіни, двигуна, моста ведучих коліс, похилої камери, молотильного барабана та вала контрприводу молотильного апарату, виявляються більш складними та вимагають більше зусиль.

Особливі труднощі виникають при демонтажі шківів заднього контрприводу, приводів очищення соломотрясу та інших вузів. Гвинтові знімачі, які використовуються для демонтажу шківів на комбайні СК-5 «НИВА», часто не є придатними для демонтажу шківів на комбайнах сімейства Claas через їх великі розміри та необхідність використання значного зусилля для розпресування. Перехід до шківів з алюмінієвих сплавів ускладнює процес демонтажу через недостатню міцність цих шківів та їх схильність до деформації

Для того щоб, здійснити швидкий і ефективний процес знімання та установки клинопасових шківів без необхідності демонтажу повного приводу або

деталей системи використовують ручний знімач. Переваги такого приладу це зручність та ергономіка, точність та надійність, універсальність.

Вихідні дані для розробки знімача:

Матеріал деталей знімача: Ст3, у якого напруження текучості та міцності

становить:  $\sigma_T \cong 240 \text{ МПа};$   
 $\sigma_B \cong 470 \text{ МПа};$

Максимальне зусилля розпресування деталей при ремонті зернозбиральних комбайнів:  $Q = 32000 \text{ Н}, [8]$

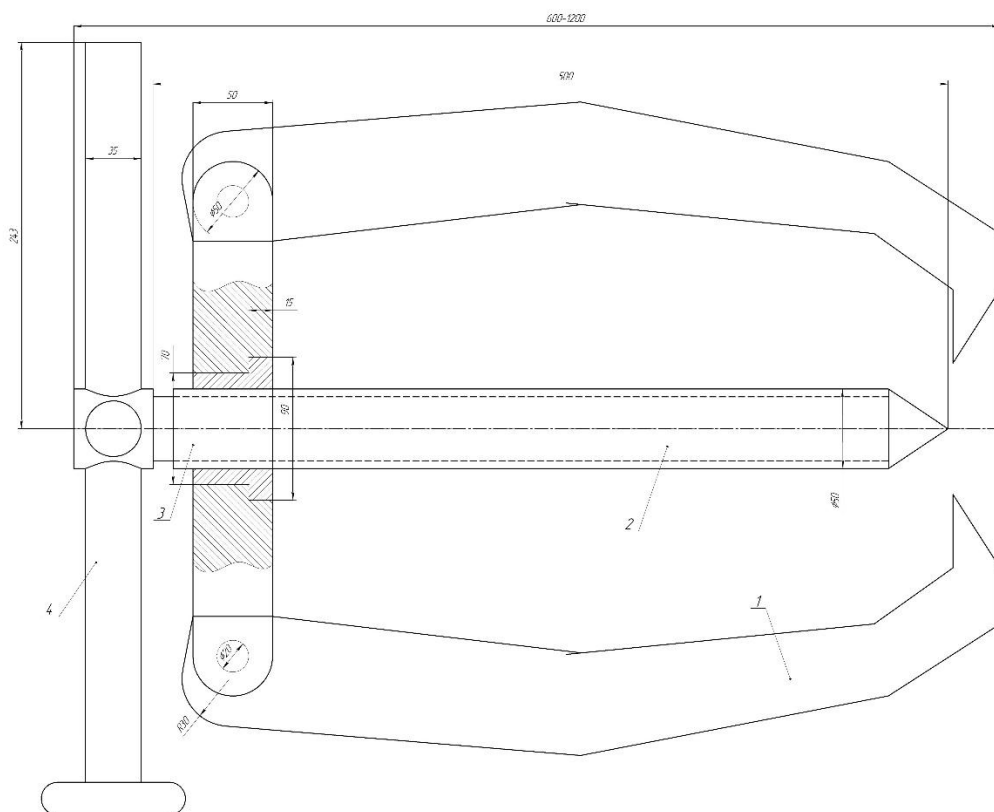


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд креслення ручного знімача: 1 – захвати;  
 2 – гвинт; 3 – гайка; 4 – рукоятка.

### 3.1 Визначення основних розмірів гвинта

Визначаємо допустиме напруження за стиск для матеріала гвинта Ст3:

$$\sigma_T \cong 240 \text{ МПа}; \sigma_B \cong 470 \text{ МПа}; [4]$$

$$\sigma_{CT} \cong \frac{\sigma_T}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3} \cong \frac{240}{1 \cdot 1,5 \cdot 1,5} \cong 107 \text{ МПа} \quad (3.1)$$

де  $n_1 = 1$ ;  $n_3 = 1,5$ , а  $n_2$  обираємо в залежності від ступеня пластичності [4],

тобто:

$$\frac{\sigma_T}{\sigma_B} \equiv \frac{24}{47} = 0,53, \quad (3.2)$$

Звідки по табл.1  $n_2 \approx 1,5$ . [4]

Визначаємо значення допустимого напруження на стиск (для врахування впливу скручування)  $[\sigma']_{CT} \equiv 0,6[\sigma]_{CT} \equiv 0,6 \cdot 107 = 64 \text{ МПа}$ .

Визначення внутрішнього діаметра різьби гвинта з умови міцності на стиск:

$$d_1 \equiv 1,13 \sqrt{\frac{Q}{[\sigma']_{CT}}} = 1,13 \sqrt{\frac{32000}{64}} \approx 25,2 \text{ мм} \quad (3.3)$$

для підвищення жорсткості, конструктивно збільшуємо внутрішній діаметр різьби  $d_1$  до 40 мм.

Визначаємо крок різьби прямокутного профіля. Рекомендовано прийняти наступне співвідношення:  $P \equiv \frac{d_1}{4} = 2t$ , тоді

$$P \equiv \frac{d_1}{4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ мм} \quad (3.4)$$

звідки

$$t \equiv \frac{P}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм} \quad (3.5)$$

Визначаємо зовнішній діаметр різьби гвинта  $d \equiv d_1 + 2t = 40 + 2 \cdot 5 = 50 \text{ мм}$ .

Визначаємо середній діаметр різьби:

$$d_{cp} \equiv \frac{d + d_1}{2} = \frac{50 + 40}{2} = 45 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Перевіряємо, чи виконується умова самогальмування при отриманих розмірах різьби:

$$\text{tg} \beta \equiv \frac{P}{\pi d_{cp}} = \frac{10}{\pi \cdot 45} = 0,071 \quad (3.7)$$

Отже,  $\beta \approx 4^\circ$ . По умові самогальмування  $\text{tg} \rho \equiv f = 0,1$ , де коефіцієнт тертя сталюого гвинта по бронзовій гайці  $f = 0,1$ , звідки кут тертя  $\rho \approx 4^\circ$ . Як видно, самогальмування забезпечено, так як  $\beta < \rho (4^\circ < 6^\circ)$ .

Визначаємо робочу довжину гвинта. Рекомендовано прийняти висоту підйома  $L_{\text{под}} = (8 - 10)d$ , приймаємо  $L_{\text{под}} = 10d = 10 \cdot 50 = 500 \text{ мм}$ .

Визначаємо загальну довжину гвинта  $L = L_{\text{под}} + H = 500 + H$ ,  $H = 100 \text{ мм}$ ,  
 $L = 500 + 100 = 600 \text{ мм}$ .

Виконуємо перевірку гвинта на стійкість (повздовжній вигин). Гнучкість гвинта визначаємо по формулі:

$$\lambda \equiv \frac{\mu \cdot L_{\text{под}}}{i} = \frac{1 \cdot 500}{10} = 50, \quad (3.8)$$

де радіус інерції  $i \equiv \frac{d_1}{4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ мм}$ , а коефіцієнт, враховуючи спосіб закріплення стискаючого стержня,  $\mu \equiv 1$  (при шарнірному закріпленні кінцем гвинта).

Для  $\lambda \equiv 50$  коефіцієнт зменшення допустимого напруження для стиску стержня  $\varphi \equiv 0,89$ . Значення  $\lambda$  і  $\varphi$  приведені нижче. [4]

$$\begin{aligned} \lambda &= 30 \dots 40 \dots 50 \dots 60 \dots 80 \dots 100 \dots 120 \\ \varphi &= 0,94 \dots 0,92 \dots 0,89 \dots 0,86 \dots 0,75 \dots 0,60 \dots 0,45 \end{aligned}$$

Потім перевіряємо гвинт на стійкість:

$$\sigma_{\text{сп}} \equiv \frac{4Q}{\pi d_1^2} \leq \varphi [\sigma]_{\text{СТ}} = 0,89 \cdot 64 \approx 57 \text{ МПа}; \quad (3.9)$$

$$\sigma_{\text{сп}} \equiv \frac{4 \cdot 32000}{3,14 \cdot 40^2} = 25,4 \text{ МПа} \leq 57 \text{ МПа} \quad (3.10)$$

Відповідно, стійкість гвинта забезпечена.

### 3.2 Визначення розмірів гайки

Визначення кількості витків гайки  $z$  з умови її зносостійкості. Приймаємо питомий тиск між витками сталюого гвинта і бронзової гайки  $[q]_{\text{СТ}} \equiv 10 \text{ МПа}$ ;  $([q]_{\text{СТ}} \equiv 8 - 12 \text{ МПа})$  [8]

$$z \equiv \frac{4Q}{\pi(d^2 - d_1^2)} = \frac{4 \cdot 32000}{3,14(50^2 - 40^2) \cdot 10} = 4,5. \quad (3.11)$$

Приймаємо  $z = 5$ .

Визначаємо висоту гайки  $H = P \cdot z = 10 \cdot 5 = 50 \text{ мм}$ .

Знаходимо висоту заплечика гайки. Рекомендовано  $h = (0,3 - 0,5)H$ , приймаємо  $h = 0,3 \cdot 50 = 15 \text{ мм}$ .

Визначаємо зовнішній посадочний діаметр гайки з умови міцності на розтяг. Для врахування кручення приймаємо  $Q_{\text{розх}} = 1,3Q$ :

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{\text{розх}}}{[\sigma]_p} + d^2} = 1,13 \sqrt{\frac{1,3Q}{[\sigma]_p} + d^2} = 1,13 \sqrt{\frac{1,3 \cdot 32000}{40} + 50^2} = 67,23 \text{ мм} \quad (3.12)$$

Приймаємо  $D = 70 \text{ мм}$

$$\text{Тут } [\sigma]_p = 0,7[\sigma]_l = 1,6 \cdot 50 = 80 \text{ МПа}, \text{ а } [\sigma]_l = 50 - 80 \text{ МПа}. [8]$$

Визначаємо діаметр буртика  $D_1$  з умови міцності на зминання:

$$D_1 = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{[\sigma]_{\text{зм}}} + D^2} = 1,13 \sqrt{\frac{32000}{80} + 70^2} = 87,7 \text{ мм} \quad (3.13)$$

Приймаємо 90 мм

$$\text{де } [\sigma]_{\text{зм}} \approx 1,6, [\sigma]_l \approx 1,6 \cdot 50 = 80 \text{ МПа}$$

Конструктивно збільшуємо розмір буртика  $D_1$  до 100 мм.  $D_1$  можна також визначити співвідношенням  $D_1 \cong (1,15 - 1,20)D$ .

### 3.3 Визначаємо розмір рукоятки

Визначаємо довжину рукоятки, необхідну для подолання обертаючого моменту при підйомі вантажа  $Q$ . Практично можна прийняти  $T_{\text{вп}} \cong 0,14Qd_{\text{ср}} = S_p L_p$ , де зусилля одного робочого  $S_p = 2 - 4 \text{ МПа}$ . [8]

Приймаючи двох робочих по  $S_p = 3 \text{ МПа}$  (при середній тривалості роботи), визначаємо:

$$L_p = \frac{0,14Qd_{\text{ср}}}{2S_p} = \frac{0,14 \cdot 32000 \cdot 45}{2 \cdot 30} = 336 \text{ мм} \quad (3.14)$$

Для зручності захвата рукоятки руками двох робочих збільшуємо довжину рукоятки на 150 мм.  $L'_p = 336 + 150 = 486 \text{ мм}$

Визначаємо діаметр рукоятки з умови міцності на вигин. Приймаємо допустиме напруження на вигин  $[\sigma]_l = 1,2[\sigma]_{\text{сг}} = 1,2 \cdot 107 = 129 \text{ МПа}$ . [8]

Діаметр рукоятки визначаємо по формулі:

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{2S_p L_p}{0,1[\sigma]_{II}}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 300 \cdot 486}{0,1 \cdot 129}} \cong 33_{\text{мм}} \quad (3.15)$$

Приймаємо  $d_p = 35_{\text{мм}}$

#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Для організації ремонту комбайнів слід дотримуватися «Правил техніки безпеки та виробничої санітарної для ремонтних підприємств» та «Загальних вимог безпеки до тракторів та самохідних машин, що пройшли ремонт або технічне обслуговування».

Перед початком роботи, працівники проходять вступний інструктаж: первинний при прийомі на роботу та періодичний інструктаж проводиться кожні шість місяців. Для робочих місць, де існує підвищена шкідливість (мийні, фарбувальні, газоелектрозварювальні відділення та інші), періодичний інструктаж проводиться кожні три місяці. На робочих місцях повинні бути вивішені плакати з правилами техніки безпеки та пожежної безпеки. Робота в мийному, газоелектрозварювальному, акумуляторному та фарбувальному відділеннях без спецодягу та головного убору не допускається.

Під час поточного ремонту комбайнів необхідно використовувати справне технологічне обладнання, пристосування та слюсарний інструмент. Молотки та зубила не повинні мати пошкоджень, а гайкові ключі не повинні бути зім'ятими або деформованими. При роботі з електроінструментом необхідно користуватися гумовими рукавичками та діелектричним килимком. Електропроводи не повинні бути натягнуті, а розриви, потертості та інші пошкодження ізоляції не допускаються.



Для зняття та встановлення деталей та складальних одиниць масою понад 20 кг слід використовувати вантажопідйомні механізми. На кожному вантажопідйомному механізмі повинні бути вказані номер, дата наступного випробовування, вантажопідйомність та прізвище відповідальної особи за експлуатацію.

Вантажозахватні пристрої повинні бути у справному стані. Сталеві вантажні канати та канати стропів вважаються непридатними, якщо на одному кроці звивки більше 10% дротів обірвані.

Під час знімання коліс або мостів комбайнів повинен бути розміщений на стійких підставках, що забезпечують його стабільність. Залишати комбайн на домкратах або підвішувати його на стропах вантажопідйомного механізму не допускається.

Перед роботою з устаткуванням, що має механічний привід, необхідно ознайомитися з конструкцією та правилами техніки безпеки. Обладнання та прилади з електричним приводом повинні бути заземлені.

Робочі місця, де проводиться електрозварювання, мають бути захищені та обладнані витяжною вентиляцією. Кисневі балони слід встановлювати на відстані не менше 5 м від джерел відкритого вогню.

У майстерні повинні бути засоби пожежогасіння, такі як пінні та вуглекислотні вогнегасники, ящики з піском та протипожежний пост.

Курити дозволяється лише на спеціально відведених місцях.

На ділянках з підвищеною забрудненістю повітря, таких як зони зварювання або місця обкатки комбайнів, необхідно мати припливно-витяжну вентиляцію. При фарбуванні за допомогою пневматичного розпилювача рекомендується використовувати респіратор або протигаз.

Для захисту шкіри рук та обличчя рекомендується використовувати водозмивні пасти або мазі.

Обкатку слід починати тільки після отримання попереджувального сигналу та переконання відсутності людей поблизу комбайна. Під час обкатки важливо уникати перебування в зоні уху ланцюгових і ремінних передач, а також непрямой близькості до рухомих деталей.

Ремонт та регулювання механізмів комбайна заборонено під час його роботи. На підприємстві необхідно мати санітарний пост, який оснащений набором медикаментів для надання першої медичної допомоги.

Під час ремонту зернозбирального комбайнів Claas необхідно дотримуватися певних вимог, які враховують особливості цих комбайнів, а саме:

1. Для запобігання забрудненню підлоги через довготривале стікання оливи з редукторів, необхідно передбачити спеціальні ємності, які повністю збирають цю оливу.
2. Переведення підбирача в транспортне положення має здійснюватися за допомогою вантажопідйомного механізму.
3. Заборонено від'єднувати бортовий редуктор комбайна, використовуючи кран-балка для відтягування у напрямку прикріпленого агрегату.
4. Для демонтажу колісного редуктора необхідно використовувати спеціальне обладнання, заборонено використовувати кран-балку для цієї операції.
5. Демонтаж зернового шнека має проводитись з використанням технологічної підставки.
6. Підйом передньої частини комбайна має здійснюватися спеціальними підйомниками, які забезпечують стійкість під навантаженням на робочому місці.
7. Домкрат, що постачається в комплекті з комбайном, має мати жорсткі підставки для забезпечення його стійкості при підйомі вантажу.
8. Монтаж та демонтаж зірочок та шківів слід виконувати за допомогою ручної лебідки.
9. Демонтаж механізму гойдання шнека слід проводити за допомогою спеціального пристрою.
10. Розбирання реверсивного редуктора шнека має здійснюватися за допомогою спеціального пристрою.
11. Монтаж та демонтаж відбійного бітера слід виконувати за допомогою спеціального пристрою, такого як технологічна труба.

12. Для уникнення травмування робочими пружинами при від'єднанні проставки від жниварки необхідно використовувати спеціальний пристрій.
13. Для безпеки під час знаття ножів ріжучого апарату та встановлення шнека в отвір жниварки рекомендується використовувати захисні рукавиці.
14. При монтажі кришки підшипника молотильного апарату необхідно дуже уважно дотримуватись правил безпеки, щоб уникнути можливості травмування голови через гостру частину кронштейна обшивки комбайна.
15. Демонтаж та монтаж соломонабивача слід виконувати з використанням стелажів необхідної висоти та вантажопідйомного механізму, щоб забезпечити безпеку та ефективність роботи.
16. При розбиранні сход та майданчиків технічного обслуговування, які мають значні розміри, необхідно ретельно закріпити їх під час демонтажу за допомогою підйомного механізму, забезпечуючи безпеку робочого процесу.
17. Щоб запобігти травмуванню робітників під час демонтажу та монтажу решета комбайна. Рекомендується встановлювати технологічні цехові підставки під решета для створення додаткової безпеки.
18. Під час зніманні люка кондиціонера, щоб уникнути порізу рук, рекомендується використовувати спеціальний інструмент.
19. Під час виконання ремонтних робіт двигуна слід бути особливо уважним, щоб уникнути можливості травмування голови від гострого кута верхньої частини кабіни.
20. При зніманні днища копнувача необхідно використовувати спеціальні фіксатори для забезпечення безпеки та ефективності процесу.
21. Для знаття блоку пружин врівноважування жниварки рекомендується використовувати спеціальний пристрій, що забезпечує безпеку та правильне виконання роботи. [5]

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

В рамках удосконалення ремонту комбайнів у ремонтній майстерні господарства було покращено організацію та технологію ремонтних робіт, що дозволило знизити трудомісткість ремонтних робіт. Крім того, було придбано та встановлено нове обладнання в існуючій майстерні. Паралельно були здійснені додаткові інвестиції для придбання нового обладнання. Таким чином, основними техніко-економічними показниками проекту є рівень рентабельності, обсяг виробництва, річний економічний ефект та термін окупності капітальних інвестицій.

Знайдемо витрати на поточний ремонт машин:

– зарплату з нарахуванням визначаємо по формулі:

$$Z = Z_o \cdot + Z_{\text{дод}} + Z, \text{ грн} \quad (5.1)$$

де  $Z$  – заробітня плата методом нарахуванням за період цілого року, грн;

$Z_o$  – річна базова заробітня плата, грн;

$Z_{\text{дод}}$  – додаткова заробітня плата, грн ( $Z_{\text{дод}}=0,2 \cdot Z_o$ );

$Z_n$  – нарахування заробітньої плати, грн  $Z_n=0,375 \cdot (Z_o + Z_{\text{дод}})$  [8].

$$Z_o = H_z \cdot T_{\text{заг}}, \quad (5.2)$$

де  $H_z$  – середньорічна тарифна ставка, грн/год ( $H_z= 16,27$  грн/год) [8];

$T_{\text{заг}}$  – повна трудомісткість робіт (для базового варіанту  $T_{\text{заг}}^{\text{б}}= 1501$  люд. – год., для проектного варіанту  $T_{\text{заг}}^{\text{пр}}= 2601,45$  люд. – год.).

Тоді:

$$Z_o^{\text{б}} = 16,27 \cdot 1501 = 24421,27 \text{ грн},$$

$$Z_o^{\text{пр}} = 16,27 \cdot 2601,45 = 42309,32 \text{ грн},$$

$$Z_{\text{ДОД}}^{\text{б}} = 0,2 \cdot 24421,27 = 4884,24 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{ДОД}}^{\text{ІР}} = 0,2 \cdot 42309,32 = 8460,46 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{Н}}^{\text{б}} = 0,375 \cdot (24421,27 + 4884,24) = 10989,56 \text{ грн,}$$

$$Z_{\text{Н}}^{\text{ІР}} = 0,375 \cdot (42309,32 + 8460,46) = 19038,66 \text{ грн}$$

Підставимо отримане значення в рівняння (6.1) для визначення річного фонду заробітної плати:

$$Z_{\text{Н}}^{\text{б}} = 24421,27 + 4884,24 + 10989,56 = 40295,07 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{Н}}^{\text{ІР}} = 42309,32 + 8460,46 + 19038,66 = 69808,44 \text{ грн}$$

– амортизація обладнання розраховується за наступною формулою:

$$A = \frac{B \cdot H_A}{100} \quad (5.3)$$

де  $B$  – сума капіталовкладень, що відображена в балансовій вартості обладнання, грн (для базового варіанту  $B^{\text{б}} = 129800$  грн, для проектного  $B^{\text{ІР}} = 167200$  грн);

$H_A$  – ставка амортизації, яка використовується для розрахунку, % ( $H_A = 15$ ) [8];

$$A^{\text{б}} = \frac{129800 \cdot 15}{100} = 19470 \text{ грн.}$$

$$A^{\text{ІР}} = \frac{167200 \cdot 15}{100} = 25080 \text{ грн.}$$

– затрати, пов'язані з проведенням поточного ремонту обладнання:

$$P_o = \frac{B \cdot H_p}{100} \quad (5.4)$$

де  $H_p$  – стандартний відсоток, що відраховується на ремонт обладнання, % ( $H_p = 3,5$ ) [8]

$$P_o^{\text{б}} = \frac{129800 \cdot 3,5}{100} = 4543 \text{ грн.}$$

$$P_o^{\text{ІР}} = \frac{167200 \cdot 3,5}{100} = 5852 \text{ грн.}$$

- витрати на запасні частини та матеріали становлять 150% від суми фонду заробітної плати:

$$C_{3II} = 1,5 \cdot 3n \quad (5.5)$$

$$C_{3II}^B = 1,5 \cdot 40295,07 = 60442,60 \text{ грн.}$$

$$C_{3II}^{IP} = 1,5 \cdot 69808,44 = 104712,66 \text{ грн.}$$

– витрати на електроенергію визначаються залежно від загальної потужності обладнання та тривалості його роботи протягом року. Також враховується потужність освітлювальних приладів, які використовуються протягом робочого дня:

$$E = N_{об} \cdot t_{об} \cdot \Pi + N_{осв} \cdot t_{осв} \cdot \Pi, \quad (5.6)$$

де  $N_{об}$  – загальна потужність обладнання відображає сумарну електричну потужність всіх пристроїв і устаткування, що використовуються в процесі роботи, (при базовому варіанті  $N_{об}^б = 22$  кВт, при проектному  $N_{об}^{IP} = 29$  кВт)

$t_{об}$  – сумарний час, протягом якого обладнання функціонує або використовується протягом цього періоду, год ( $t_{об} = 1500$ )

$\Pi$  – ціна 1кВт·год електроенергії, грн,  $\Pi = 2,94$  грн/кВт·год;

$N_{осв}$  – сума потужностей всіх освітлювальних приладів, що використовуються в робочому приміщенні,  $N_{осв} = 3,52$  кВт;

$t_{осв}$  – тривалість часу, протягом якого освітлювальні прилади знаходяться увімкненими,  $t_{осв} = 2070$  год [10].

$$E^B = 22 \cdot 1500 \cdot 2,94 + 3,52 \cdot 2070 \cdot 2,94 = 118563,73 \text{ грн.}$$

$$E^{IP} = 29 \cdot 1500 \cdot 2,94 + 3,52 \cdot 2070 \cdot 2,94 = 149433,73 \text{ грн.}$$

– інші витрати, що містять в собі додаткові витрати, пов'язані з підпримкою безпеки, забезпеченням необхідного спеціального обладнання, одягу та інших заходів, що забезпечують нормально роботу та безпеку працівників:

$$3_{IH} = (3 + A + P_o + C_{3II} + E) \cdot 0,03 \quad (5.7)$$

$$3_{IH}^б = (40295,07 + 19470 + 4543 + 60442,60 + 118563,73) \cdot 0,03 = 7299,43 \text{ грн.}$$

$$3_{IH}^{IP} = (69808,44 + 25080 + 5852 + 104712,66 + 149433,73) \cdot 0,03 = 10646,60 \text{ грн.}$$

Сума всіх вищеперерахованих витрат:

$$3_{3II} = 3 + A + P_o + C_{3II} + E + 3_{IH} \quad (5.8)$$

$$Z_{3AG}^{\delta} = 40295,07 + 19470 + 4543 + 60442,60 + 118563,73 + 7299,43 = 250613,83 \text{ грн.}$$

$$Z_{3AG}^{IP} = 69808,44 + 25080 + 5852 + 104712,66 + 149433,73 + 10646,60 = 365533,43 \text{ грн.}$$

Визначимо економічний показник проекту:

Обсяг поточних витрат на одиницю продукції:

$$Z_{од} = \frac{Z_{заг}}{n}, \quad (5.9)$$

де  $n$  – кількість відремонтованих комбайнів. (при базовому варіанті – 4, а при проектному – 6 комбайнів)

$$Z_{од}^{\delta} = \frac{250613,83}{3} = 83537,94 \text{ грн.}$$

$$Z_{од}^{np} = \frac{365533,43}{6} = 60922,23 \text{ грн.}$$

Розмір капіталовкладень на одиницю продукції:

$$KB = \frac{K}{n} \quad (5.10)$$

$$KB^{\delta} = \frac{129800}{3} = 43266,66 \text{ грн.}$$

$$KB^{np} = \frac{167200}{6} = 27866,66 \text{ грн.}$$

Приведемо затрати на одиницю продукції, які визначаються по формулі:

$$ЗП = Z_{од} + 0,15 \cdot KB, \quad (5.11)$$

$$ЗП^{\delta} = 83537,94 + 0,15 \cdot 43266,66 = 90027,93 \text{ грн.}$$

$$ЗП^{IP} = 60922,23 + 0,15 \cdot 27866,66 = 65102,23 \text{ грн.}$$

Повна цехова собівартість на одиницю продукції розраховується як:

$$C = Z_{II} + K_H \cdot ЗП, \quad (5.12)$$

де  $K_H$  – коефіцієнт який враховує накладні витрати, % ( $K_H=10$ ) [8].

$$C^{\delta} = 90027,93 + 0,1 \cdot 90027,93 = 99030,72 \text{ грн.}$$

$$C^{IP} = 65102,23 + 0,1 \cdot 65102,23 = 71612,45 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_p = (C^{IP} \cdot n) - (C^{\delta} \cdot n) = (71612,45 \cdot 6) - (99030,72 \cdot 3) = 132582,54 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

Строк окупності додаткових капітальних вкладень розраховується по формулі:

$$O_{\kappa} = \frac{K^{np} - K^{\delta}}{E_p} = \frac{167200 - 129800}{132582,54} = 0,3 \text{ рік} \quad (5.14)$$

Основні результати розрахунку представлені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Економічна ефективність проекту

Показники	Значення показників	
	Базовий	Проектний
Об'єм капіталовкладення, грн	129800	167200
Виробнича площа, м <sup>2</sup>	150	190
Річна програма по ремонту комбайнів, ум.рем.	4	8
Загальна трудомісткість робіт, люд. – год.	1501	2601,45
Поточні витрати з ремонту, грн:		
- зарплата з нарахуванням	40295,07	69808,44
- амортизація обладнання	19470	25080
- поточний ремонт обладнання	4543	5852
- запасні частини	60442,60	104712,66
- електроенергія	118563,73	149433,73
- інші витрати	7299,43	10646,60
Всього поточних витрат, грн	250613,83	365533,43
теж на одиницю продукції, грн	83537,94	60922,23
Розмір капіталовкладень на од., грн	43266,66	27866,66
Приведені витрати на од., грн	90027,93	65102,63
Повна цехова собівартість од, грн	99030,72	71612,45
Річний економічний ефект, грн	-	132582,54
Строк окупності додаткових КВ, років	-	0,3

Відповідно, аналізуючи наведені розрахунки, можна зробити висновок, що впровадження заходів з удосконалення поточного ремонту зернозбиральних комбайнів в СТОВ «Комісарівка» матиме економічний ефект, у розмірі



132582,54 грн, на рік з терміном окупності додаткових капітальних витрат складає 0,3 рік. Що являється задовільним показником.

## ВИСНОВОК

Удосконалення технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів фірми «Claas» є важливим завданням, яке має значний потенціал для поліпшення ефективності та якості обслуговування цих технічних засобів. Дослідження та впровадження технологій у процес у ремонту можуть призвести до збільшення продуктивності, зниження часу зупинки техніки та покращення її надійності.

Удосконалення технологічного процесу ремонту передбачає ряд кроків і заходів. Завдяки аналізу виробничої діяльності ремонтно-обслуговуючої бази СТОВ «Комісарівка», визначили інформацію про роботу майстерні, її склад та площі, скорегували основну мету та задачі для проєкту.

В технологічній частині обґрунтували виробничу програму ремонту зернозбиральних комбайнів, знайшли трудомісткість та режими роботи, фонди часу. Побачили загальну картину на виробничих ділянках, що дало подальший поштовх для розрахунку обладнання, робочих для ремонту та площі самих ділянок і їх планування. Також розробили технологічний процес відновлення валу соломотрясу для моделі Medion 340, для фірми «Claas», а саме маршрутну карту.

Згідно послідовності робіт послідовно визначили норму часу на кожну операцію а саме: зварювальна – 13,39 хв; наплавлювальна – 32,4 хв; токарна – 11,19 хв; фрезерна – 22,35 хв; термічна – 7,66 хв; шліфувальна – 9,63 хв. В контрольній операції загальний час складає 93 хв. Розробили ручний знімач, його

ефективність та стійкість для ремонту шківів. Що до економіки проектних рішень, завдяки правильним розрахункам за 3 місяці додаткові капітальні витрати в розмірі 132582,54 будуть окуплені своєю вартістю.

Покращення технологічного процесу ремонту зернозбиральних комбайнів має численні переваги для підприємства. Покращена якість ремонту допоможе забезпечити довговічність та надійність роботи комбайнів, що є критичним фактором для досягнення успіху в аграрному секторі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Армашов Ю.В. Основи надійності технічних і технологічних систем в сільськогосподарському машинобудуванні: навч. посіб./ Ю.В. Армашов, А.С.Кобець, П.Т. Мельянцов ; за ред. проф. А.С. Кобця.– Дніпро: Видавець Біла К.О., 2022.– 632 с. (Рекомендовано до друку Вченою радою ДДАЕУ, протокол №2 від 28.10.2021 р.).
2. Географія Дніпропетровської області. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/hscfo>.
3. Деталі машин: навчально-методичний комплекс: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей / А.С. Кобець, В.І. Дирда, С.П. Сокол, А.М. Пугач, О.В. Толстенко, Ю.М. Овчаренко, Л.М. Тіщенко, Р.В. Рідний, В.С. Ловейкін, Ю.О. Борхаленко. За редакцією: А.С. Кобця, В.І. Дирди. – Дніпро: Журфонд, 2016. – 428 с.
4. Дирда В. І. Ремонт машин та обладнання. Підручник для вищих навчальних закладів [Текст] / В. І. Дирда, П. Т. Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. – Дні-вськ, Журофонд, 2015. – 292 с.
5. Комбайны зерноуборочные „Дон-1500”, „Дон-1200”. Технические требования на капитальный ремонт. – М.: ГОСНИТИ, 1988. – 223 с.
6. Підйомно-транспортні машини : підручник / [А. С. Кобець, В. І. Дирда, Ю. Г. Козуб, С. В. Ракша, Ю М. Овчаренко, А. М. Пугач, І. Є. Рижков,

О. А. Черний, І. М. Цаніді ; за ред. : А. С. Кобця, В. І. Дирди] ; М-во освіти і науки України, ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», Дніпропетр. держ. аграр. ун-т. – Луганськ ; Дніпропетровськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. – 218 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/598>.

7. Посібник з ремонту зернозбиральних комбайнів фірми «Claas» моделі Medion 310-340. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [claas/medion\\_340.pdf?dcdd6d4a1e3f78d7e6220ec840e3e303](http://claas/medion_340.pdf?dcdd6d4a1e3f78d7e6220ec840e3e303).

8. Ремонт машин. Дипломне проектування.: Посібник для вищих навчальних закладів/ [Кобець А.С., Дирда В.І., Сокол С.П. та інш.]. - Дніпропетровськ: Журфонд, 2016, - 284 с.

9. Сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю Комісарівка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/30627400/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/30627400/).

10. Технологія ремонту машин [підручник]/ А.С. Кобець, В.І Дирда., С.П. Сокол, П.Т.Мельянцов, О.І.Кириленко та інш. 4 особи // Дніпро: Журфонд, 2017.- 160 с. – рекомендований до друку Вченою радою ДДАЕУ.

11. Черний А. А., Калганков Е. В. Исследования истираемости современных материалов для защиты деталей машин от абразивного износа// Modern research in world science. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference “Modern research in world science” (April 17-19, 2022) SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 57-63. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua/i-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-research-in-world-science-17-19-aprelya-2022-goda-lvov-ukraina-arhiv/>.



**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
Кафедра інжинірингу технічних систем

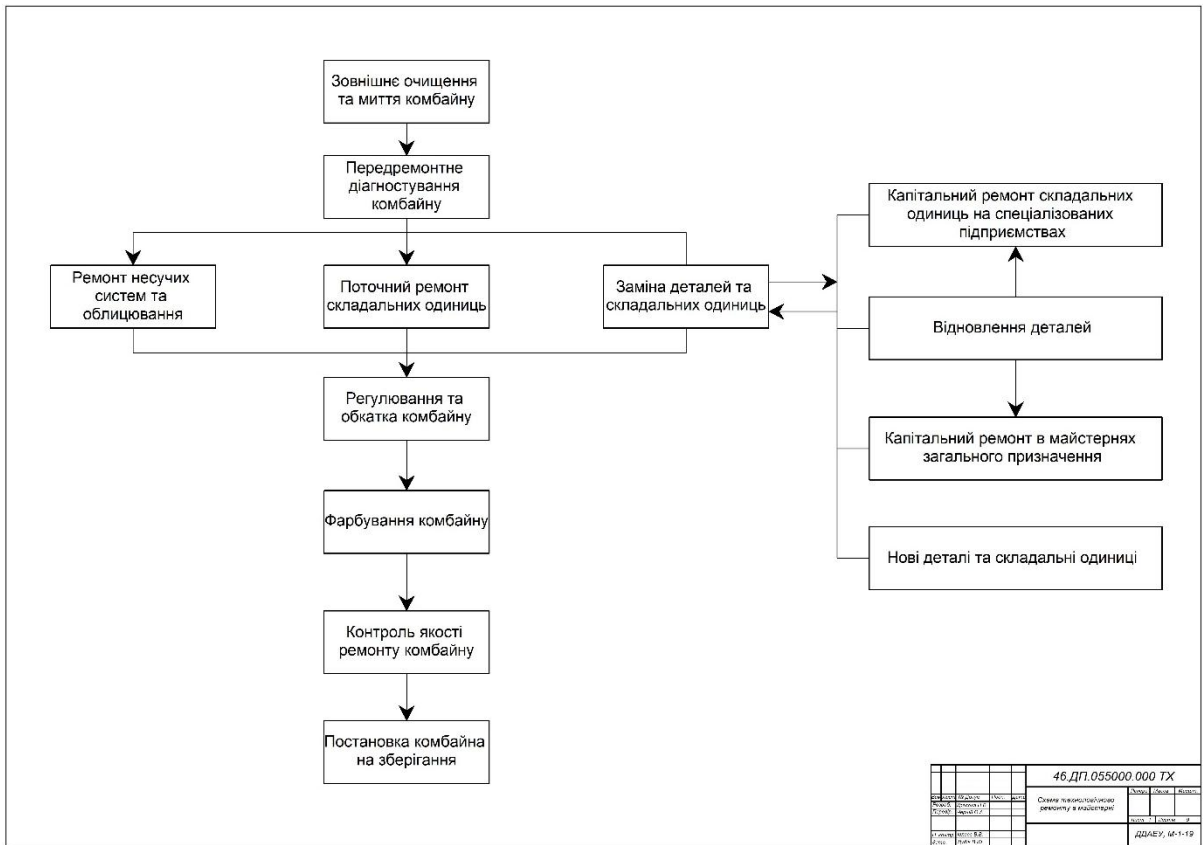
**Удосконалення технологічного процесу ремонту зернозбиральних  
комбайнів фірми «Claas»**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

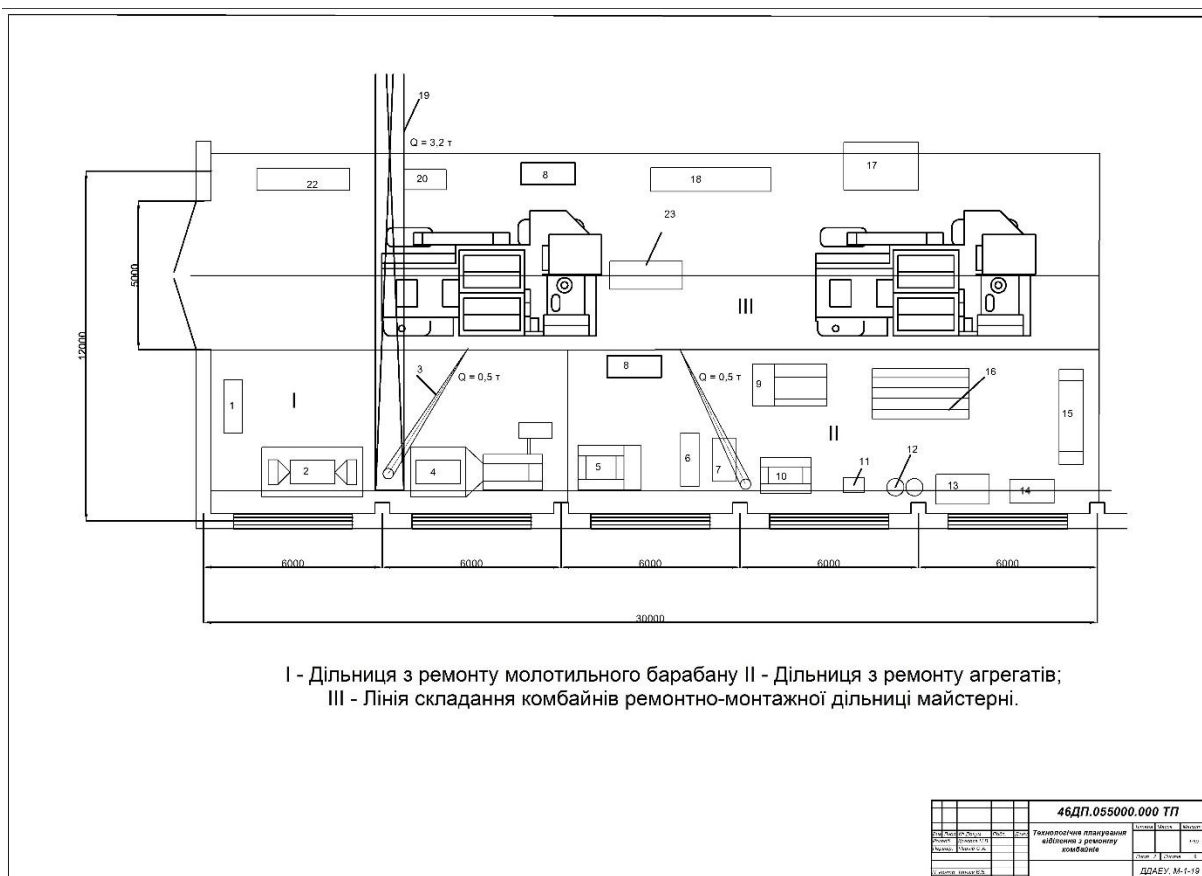
**Виконала:** студентка 4 курсу, групи М-1-19  
Красоха Наталія Вячеславівна

**Керівник:** ст. викладач  
Черній Олександр Анатолійович

Дніпро - 2023



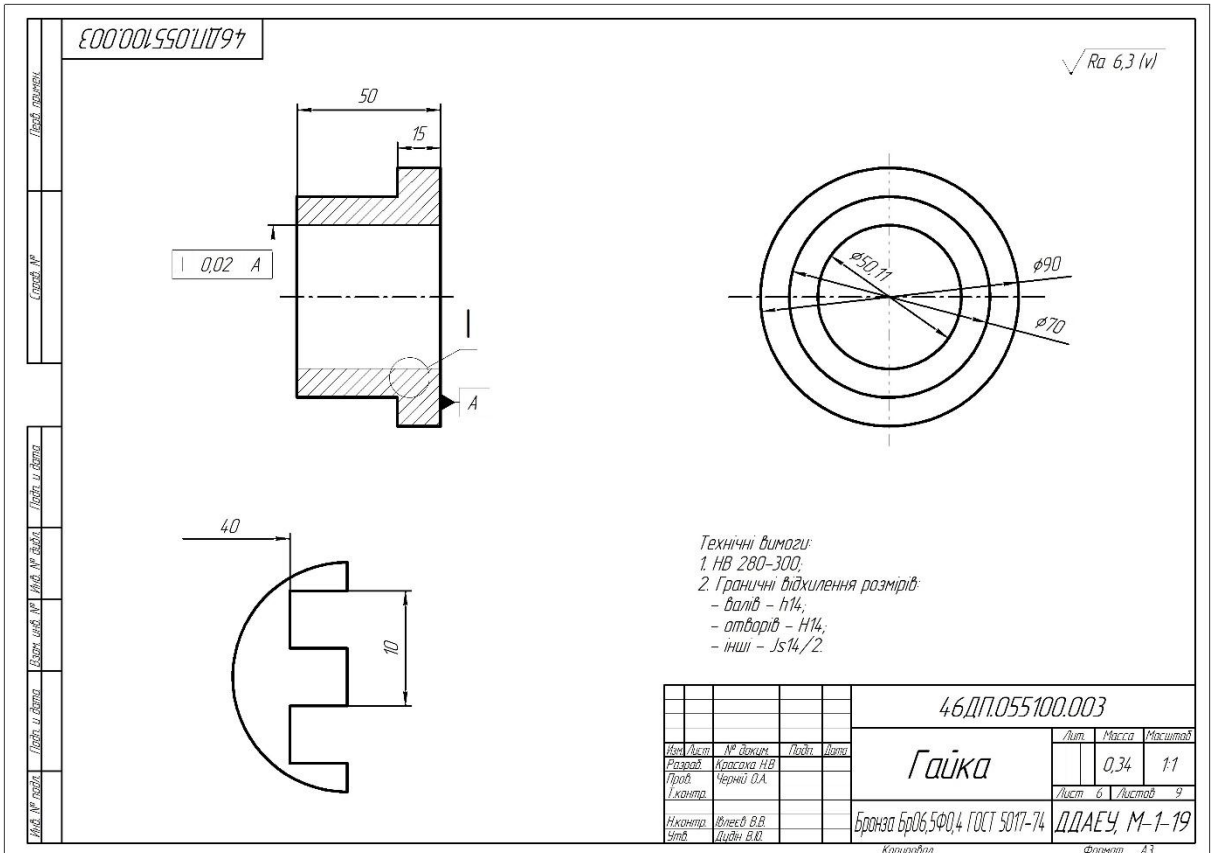
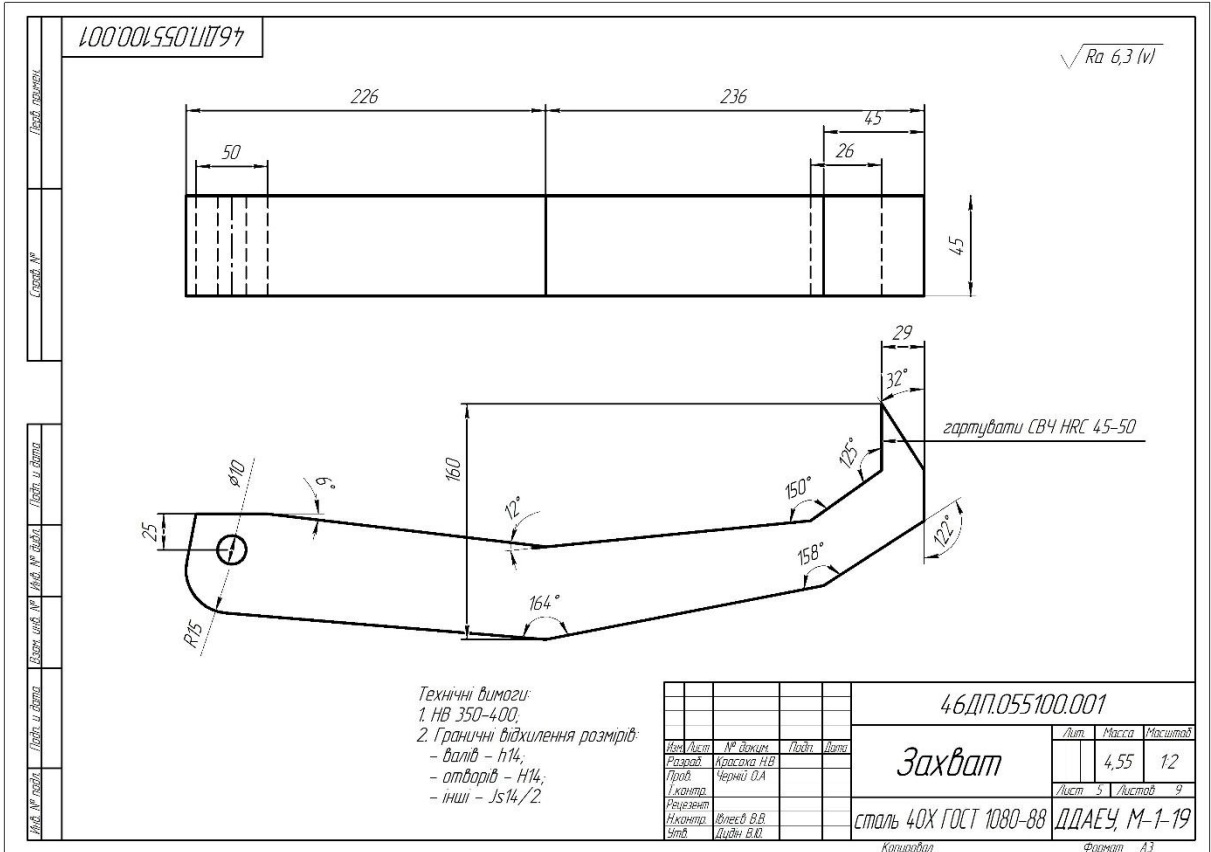
				46 ДП.055000.000 ТХ			
№	№	№	№	№	№	№	№
1	2	3	4	5	6	7	8
Схема технологічного ремонту в майстернях				ДДАБУ, М-1-19			

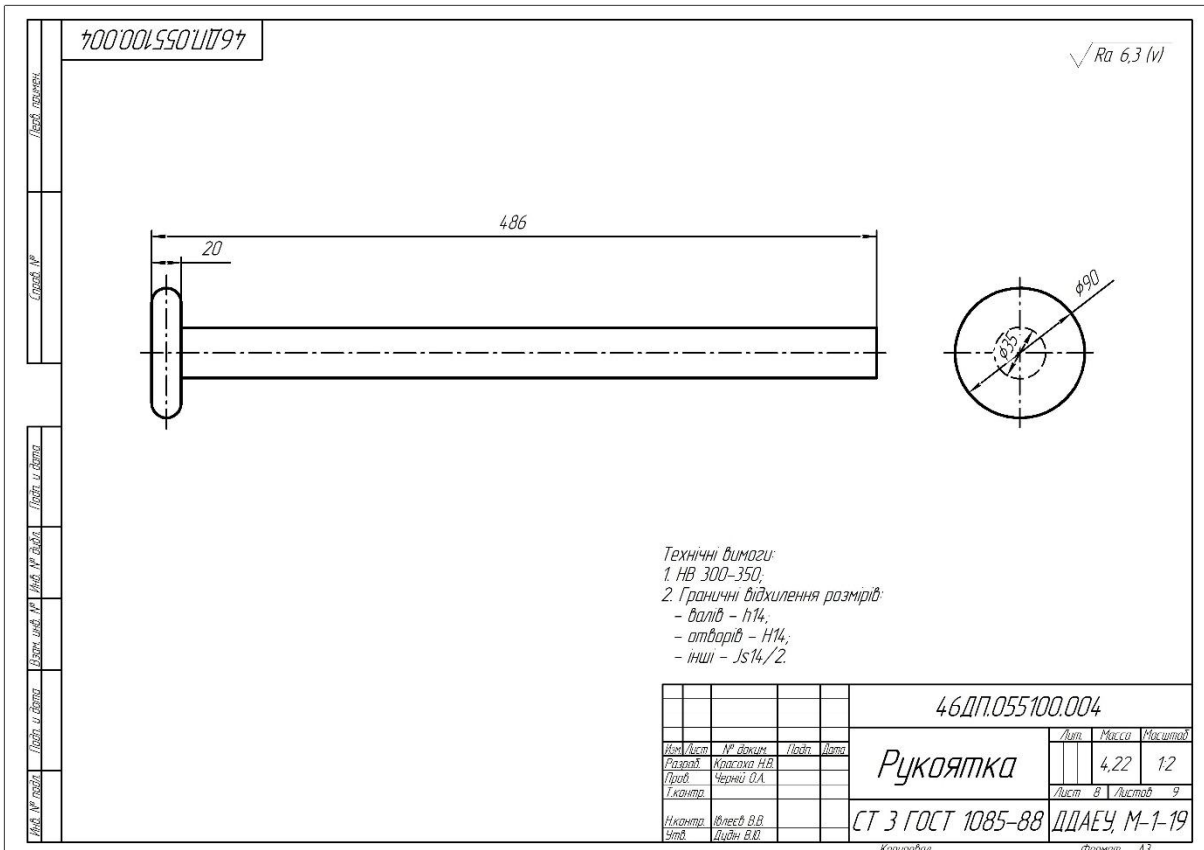
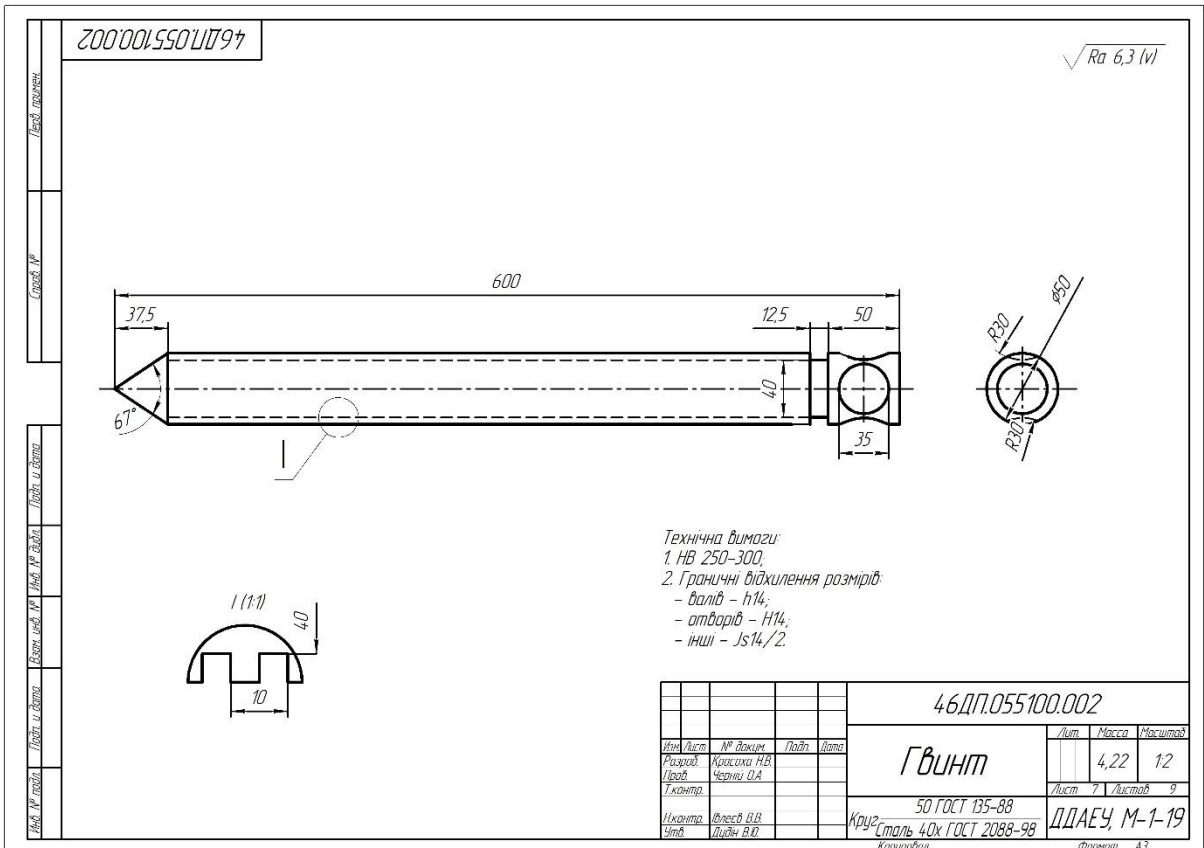












	Перв. примен.	Показання		Значення показників			
				Базовий	Проектний		
Справ. №		Об'єм капіталовкладення, грн		14 9800	16 7200		
		Виробнича площа, м <sup>2</sup>		150	190		
		Річна програма по ремонту комбайнів, ум.рем.		4	8		
		Загальна трудомісткість робіт, люд. – год.		1501	2601,45		
		Поточні витрати з ремонту, грн					
		– зарплата з нарахуванням		40295,07	69808,44		
		– амортизація обладнання		194 70	25080		
		– поточний ремонт обладнання		4543	5852		
		– запасні частини		60442,60	104 712,66		
		– електроенергія		118563,73	14 9433,73		
		– інші витрати		7299,43	10646,60		
		Всього поточних витрат, грн		250613,83	365533,43		
		Подп. и дата		теж на одиницю продукції, грн		83537,94	60922,23
Розмір капіталовкладень на од., грн				43266,66	27866,66		
Приведені витрати на од., грн				90027,93	65102,63		
Повна цехова собівартість од., грн				99030,72	71612,45		
Річний економічний ефект, грн				–	132582,54		
Строк окупності додакових ВК				–	0,3		
Взам. инв. №	Инв. № дубл.			46ДП.055000.000 ПЕ			
				Изм. Лист	№ док.им.	Подп.	Дата
Подп. и дата				Разраб.	Красоха Н.В.		
				Пров.	Черній О.А.		
Инв. № подл.				Н.контр.	Івлєєв В.В.		
				Утв.	Дидін В.Ю.		
				ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ			Лит.
						9	9
					ДДАЕУ, М-1-19		
		Копирова			Формат А4		