

**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
освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-1-21
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ ГОРБ Ярослав Ігорович

Керівник: _____КАЛГАНКОВ Євген Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНШРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Горбу Ярославу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення технології поточного ремонту зернозбиральних комбайнів

керівник роботи Калганков Євген Васильович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі технічного обслуговування та ремонту зернозбиральних комбайнів вітчизняного та закордонного виробництва.. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності ТОВ Марганецька птахофабрика. 2. Обґрунтування програми ремонту та проєктних рішень. 3. Конструктивна частина. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

Лист прамоч		46ДП.067 000. 000 ВП						
		№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
Стор. №		1	A4	46ДП.067000.000 ПЗ	Текстові документи Пояснювальна записка	83		
		2	A1	46ДП.067000.000.Т	Графічні матеріали Тема проекту	1	1	
		3	A1	46ДП.067000.000.ТП	Дільниці ремонту жаток та молотильних апаратів Технологічне планування	1	2	
		4	A1	46ДП.067000.000.ВЗ	Пневмопрес для ремонту ножів ріжучого апарату Вид загальний	1	3	
		5	A4	46ДП.067000.002	Робочі креслення деталей Важіль	1	4	
		6	A3	46ДП.067000.005	Пюссон	1	4	
		7	A4	46ДП.067000.006	Напрямна	1	4	
		8	A3	46ДП.067000.007	Опора	1	4	
		9	A3	46ДП.067000.008	Плита	1	4	
		10	A1	46ДП.067000.000.П	Пневматична схема пресу	1	5	
		11	A1	46ДП.067000.000.Е	Економчні показники	1	6	
		12	A1	46ДП.067000.000.В	Загальні висновки	1	7	
Підп. і дата								
Вказ. №								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								
№ і дата								

РЕФЕРАТ

Горб, Я. (2025). *Удосконалення технології поточного ремонту зернозбиральних комбайнів: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 83 с.

У дипломному проєкті розглянуто комплекс питань, пов'язаних із підвищенням ефективності організації та виконання ремонтно-обслуговуючих робіт у сільськогосподарському підприємстві на прикладі ТОВ «Марганецька птахофабрика». Проведено аналіз господарської діяльності підприємства, оцінено рівень технічного оснащення, стан ремонтної бази та сучасну практику ремонту зернозбиральних комбайнів.

На основі зібраних даних обґрунтовано оптимальну програму ремонту машинно-тракторного парку, визначено загальну трудомісткість ремонтних робіт та побудовано технологічний процес поточного ремонту комбайнів John Deere. Розроблено організаційно-технологічні заходи зі створення дільниці ремонту жаток та молотильних апаратів, включаючи визначення її площі, складу персоналу та підбір обладнання.

У конструкторській частині запропоновано технічне рішення у вигляді пневмопреса для зрізання заклепок та вирівнювання ножових сегментів жатки. Описано його конструкцію, принцип дії, виконано інженерні розрахунки основних елементів, визначено рівень уніфікації, наведено вимоги з технічного обслуговування та безпеки.

У розділі, присвяченому охороні праці, досліджено небезпечні та шкідливі фактори, які можуть виникати під час проведення ремонтних робіт, а також запропоновано заходи для покращення умов праці. В економічному розділі наведено розрахунки, які підтверджують ефективність проєкту: реалізація запропонованих заходів забезпечує значну рентабельність і досягнення річного економічного ефекту.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ МАРГАНЕЦЬКА ПТАХОФАБРИКА	11
1.1. Характеристика ТОВ Марганецька птахофабрика.....	11
1.2. Оцінка технічного оснащення підприємства	14
1.3. Оцінка ремонтної бази підприємства.....	15
1.4. Сучасна практика ремонту комбайнів	17
1.5. Висновки та напрямки вдосконалення	17
2. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ..	19
2.1. Визначення оптимальної програми ремонту.....	19
2.2. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт	28
2.3. Загальний технологічний процес поточного ремонту зернозбиральних комбайнів (на прикладі John Deere)	35
2.4. Розподіл трудомісткості між дільницями майстерні.....	38
2.5. Заходи з організації дільниці ремонту жаток та молотильних апаратів ..	40
2.5.1. Загальна технологія ремонту на дільниці.....	40
2.5.2. Розрахунок кількості працівників дільниці.....	43
2.5.3. Вибір основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання	44
2.5.4. Розрахунок площі дільниці	45
2.6. Проектування технологічного процесу відновлення молотильного барабану	46
2.6.1. Опис деталі, аналіз дефектів та ознаки браку	46
2.6.2. Методи виявлення та усунення дефектів	47

	6
2.6.3. Обґрунтування технологічного маршруту відновлення деталі та оснащення робочих місць	48
2.6.4. Розрахунок і вибір режимів операцій запропонованого технологічного процесу відновлення молотильного барабану	49
2.7. Висновки	51
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	52
3.1. Обґрунтування доцільності конструкторської розробки	52
3.2. Аналіз існуючих конструкцій обладнання для ремонту ножів ріжучого апарату жатки	53
3.3. Призначення, будова та принцип дії пневмопресу.....	60
3.4. Розрахунок елементів пневмопресу	61
3.4.1. Розрахунок і вибір пневматичного циліндра	61
3.4.2. Вибір пневмоапаратури	64
3.4.3. Перевірочний розрахунок опорного пальця пневмоциліндра.....	66
3.4.4. Визначення діаметра штифта коромисла	67
3.4.5. Розрахунок штока пресу на жорсткість	68
3.5. Рівень нормалізаційної оцінки та уніфікації розробленої конструкції пневмопреса.....	70
3.6. Вимоги безпеки	71
3.7. Технічне обслуговування	72
3.8. Технічна характеристика пневмопресу.....	72
3.9. Висновок	73
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	74
4.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	74
4.2. Шкідливі та небезпечні фактори при ремонті жаток	74
4.3. Рекомендації щодо покращення умов праці.....	75

4.4. Висновок	75
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	78
ЛІТЕРАТУРА.....	80
ДОДАТКИ.....	83

ВСТУП

Сільське господарство є стратегічно важливою галуззю економіки України, яка забезпечує продовольчу безпеку, займає значну частку у ВВП (близько 10–12% за останні роки) та формує значну частину експортного потенціалу країни. За даними Державної служби статистики України (2023), аграрний сектор забезпечує понад 40% всіх експортних надходжень, а зернові культури складають основу цього експорту [1].

Однак ефективність виробництва сільськогосподарської продукції значною мірою залежить від технічної готовності машинно-тракторного парку, зокрема комбайнів, які відіграють ключову роль у збиранні врожаю. Від їхньої надійності та продуктивності залежить своєчасність жнив, якість зібраного зерна та, як наслідок, економічна ефективність господарства.

На сьогодні основним викликом для аграрного сектора України є високий ступінь зношеності сільськогосподарської техніки. За офіційними даними Міністерства аграрної політики (2023) [2], середній вік зернозбиральних комбайнів в Україні становить 15–20 років, при цьому близько 60% парку має ступінь зношеності понад 70% [2]. Це призводить до:

- зниження продуктивності роботи (на 20–30% порівняно з новою технікою);
- збільшення витрат на паливо та мастильні матеріали;
- частих відмов та простоїв через технічні несправності;
- зростання витрат на ремонт та обслуговування.

За даними [3, 4, 5], близько 30% простоїв сільськогосподарської техніки пов'язані саме з несправностями, які можна було б запобігти своєчасним поточним ремонтом та профілактикою.

Марганецька птахофабрика є великим агропромисловим підприємством, яке не тільки займається виробництвом яєць та м'яса птиці, але й має власні земельні угіддя для вирощування зернових культур (пшениця, ячмінь, кукурудза) з метою забезпечення власних потреб у кормах.

На птахофабриці експлуатується парк із 9 зернозбиральних комбайнів (переважно Claas, John Deere New Holland та ДОН-1500), середній вік яких становить 12–18 років. За даними технічного відділу підприємства (2024), ступінь зношеності ключових вузлів (двигун, молотарка, гидросистема) сягає 65–80% [6]. Це призводить до:

- частіших поломок під час жнив (середній час простою – 3–5 днів на ремонт);
- зниження продуктивності збирання (на 15–25% порівняно з новими аналогами);
- збільшення витрат на запасні частини та ремонтні роботи (до 20% від вартості експлуатації).

Основним методом підтримки працездатності комбайнів на підприємстві є поточний ремонт, який проводиться як власними силами (ремонтно-механічна майстерня), так і з залученням сторонніх сервісних служб. Однак існуюча технологія ремонту має низку недоліків:

- відсутність сучасних методів діагностики (переважно візуальний огляд та емпіричні методи);
- нестача кваліфікованих фахівців з ремонту прецизійних вузлів (електронні системи, гидравліка);
- використання застарілих технологій ремонту (наприклад, зварювання замість заміни критично зношених деталей);
- відсутність системного підходу до планово-попереджувального обслуговування.

Ці фактори призводять до того, що ефективність поточного ремонту залишається низькою, а ресурс відновлених вузлів часто не перевищує 50–60% від норми.

Метою даної роботи є розробка та впровадження удосконаленої технології поточного ремонту комбайнів на базі Марганецької птахофабрики, спрямованої на:

- зменшення часу простоїв техніки;

- підвищення якості ремонтних робіт;
- зниження експлуатаційних витрат;
- продовження ресурсу вузлів та агрегатів.

Основні завдання дослідження:

1. Аналіз стану машинно-тракторного парку комбайнів на Марганецькій птахофабриці.
2. Дослідження причин найчастіших відмов та несправностей.
3. Розробка методики діагностики технічного стану комбайнів з використанням сучасних засобів контролю.
4. Удосконалення технології поточного ремонту критичних вузлів (двигун, трансмісія, молотарка, гідросистема).
5. Економічне обґрунтування ефективності запропонованих рішень.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ МАРГАНЕЦЬКА ПТАХОФАБРИКА

1.1. Характеристика ТОВ Марганецька птахофабрика

Марганецька птахофабрика – це сучасне сільськогосподарське підприємство, яке спеціалізується на вирощуванні птиці та виробництві яєць і м'яса. Компанія була заснована у 2000 році та зареєстрована під юридичною назвою ТОВ "Марганецька птахофабрика". Її офіційна адреса знаходиться в Дніпропетровській області, Нікопольському районі, селі Зоря на території промзони.

Підприємство має всі необхідні реєстраційні документи, включаючи свідоцтво про державну реєстрацію з номером 100281896 та ідентифікаційний податковий номер 307917004321. Для зв'язку з компанією можна використовувати кілька телефонних номерів, основний з яких +38 (05668) 31094, а також додаткові номери +38 (05668) 37341 та +38 (05668) 37392. Офіційний факс підприємства +38 (05668) 31093.

Керівником птахофабрики є Василенко Микола Володимирович, який обіймає посаду директора. Бухгалтерський облік веде Талалайченко Яна Валеріївна, з якою можна зв'язатися за основним телефонним номером. Загальна кількість працівників на підприємстві становить 183 людини.

Робочий графік птахофабрики стандартний – з понеділка по п'ятницю з 10:00 до 17:00, вихідними днями є субота та неділя. Додаткову інформацію про діяльність підприємства можна знайти на їхньому офіційному вебсайті.

Основна діяльність компанії зосереджена на розведенні свійської птиці
рис. 1.1.

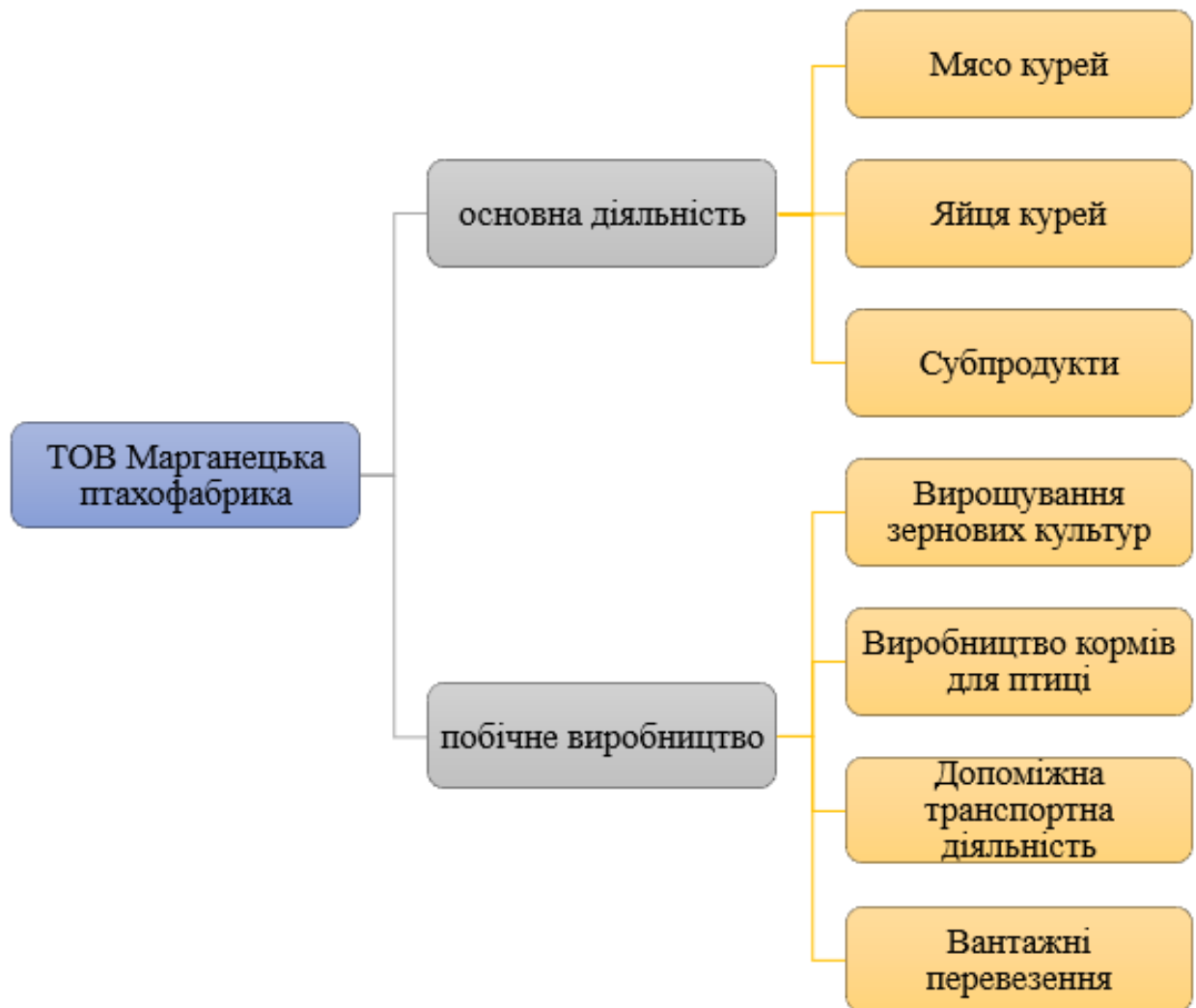


Рисунок 1.1 – Види діяльності товариства

ТОВ "Марганецька птахофабрика" є унікальним агропромисловим комплексом із замкнутим циклом виробництва. Окрім основної діяльності з виробництва курячого м'яса та яєць, підприємство володіє власними земельними ресурсами для вирощування зернових культур. Це дозволяє забезпечувати стабільну кормову базу для власних потреб та мінімізувати залежність від зовнішніх постачальників.

Важливою особливістю господарства є повний технологічний цикл переробки зерна. Вирощені зернові культури (пшениця, ячмінь, кукурудза) направляються на власний кормовий цех, де переробляються у високоякісні комбікорми. Це забезпечує оптимальний раціон годівлі птиці та дозволяє

контролювати якість кормів на всіх етапах - від вирощування зерна до виробництва готової продукції.

У таблиці 1.1 подано структуру посівних площ підприємства та обсяги валового збору основних сільськогосподарських культур за останні три роки.

Таблиця 1.1 – Земельний фонд та валовий збір

Культура	Посівна площа, га								
	2022 рік			2023 рік			2024 рік		
	Посівна площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий вихід продукції, т	Посівна площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий вихід продукції, т	Посівна площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий вихід продукції, т
Озима пшениця	4100	30,4	12464	5800	34,5	20010	6100	37,6	22936
Ячмінь	920	24,4	2244,8	1200	26,5	3180	1350	27,0	3645
Кукурудза	1200	43,9	5268	1450	60,7	8801,5	1620	55,8	9039,6
Соняшник	4000	20,1	8040	4300	22,4	9632	4700	20,5	9635
Ріпак	950	16,3	1548,5	1030	18,2	1874,6	1480	20,5	3034
Горох	330	17,6	580,8	580	16,4	951,2	750	18,5	1387,5

Частина вироблених комбикормів використовується для власних потреб птахофабрики, що забезпечує стабільність годівельного процесу. Надлишки кормів реалізуються на зовнішньому ринку, що становить додатковий джерело доходу для підприємства. Така диверсифікація діяльності дозволяє мінімізувати ризики та підвищити економічну стійкість господарства.

1.2. Оцінка технічного оснащення підприємства

ТОВ Марганецька птахофабрика має у своєму розпорядженні значний парк техніки, який включає 20 тракторів різних марок, 9 зернозбиральних комбайнів, 11 вантажних автомобілів та повний комплект сільськогосподарського обладнання. Детальний перелік техніки представлено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Склад сільськогосподарської техніки ТОВ Марганецька птахофабрика

	Марка машини	Кількість, шт.
Трактори:	John Deere 8295R	2
	John Deere 8300	1
	T-150K	4
	ЮМЗ-6КЛ	4
	К-701	2
	МТЗ-80	3
	МТЗ-92	4
	Автомобілі:	КамАЗ-5320
ГАЗ-53		2
МАЗ-500		3
Комбайни:	New Holland CR 980	2
	Claas	1
	John Deere	3
	ДОН-1500Б	3
Плуги:	ПЛН-8-40	3
	ПЛН-5-35	4
	ПЛН-3-35	4
Сівалки:	СЗ-5,4	4
	СУПН-8	5
	Massey Ferguson White 8142	1
	Great Plains NTA 3510	2
Культиватори:	КПС-4	5
	КПС-8	1
	КПС-13П	1
	КПШ-9	2
Луцильники:	ЛДГ-15	4

Борони:	ЗБР-24	2
	John Deere 637	2
Оприскувачі:	ОП-2000	2
Підживлювачі:	МДВ-9000	4

Останніми роками господарство суттєво оновило технічний парк, придбавши потужні трактори John Deere, сучасні посівні комплекси Great Plains і Massey Ferguson, а також високопродуктивні комбайни New Holland. Це дозволило підвищити показники технічного оснащення при одночасному скороченні чисельності персоналу майже вдвічі, оскільки нова техніка відрізняється значно вищою продуктивністю.

Впровадження сучасних машин дає можливість своєчасно і якісно виконувати всі технологічні операції - від підготовки ґрунту до збирання врожаю, при цьому значно знижуючи витрати на паливо, насіння та запчастини. Проте слід зазначити, що більшість техніки в господарстві має вік понад 10 років, що вимагає постійного технічного обслуговування та ремонту.

1.3. Оцінка ремонтної бази підприємства

Для обслуговування техніки в господарстві функціонує ремонтна майстерня розміром 24×48 метрів, яка обслуговує дві тракторні бригади. Майстерня включає такі спеціалізовані ділянки:

- ремонтно-монтажну
- ковальську
- слюсарно-механічну
- ділянку ремонту двигунів
- ділянку ремонту електрообладнання
- ділянку ремонту паливної апаратури
- зварювальний пост
- шиномонтажний пост

Технічне оснащення майстерні включає різноманітне обладнання, перелік якого наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Оснащення ремонтної майстерні

№ з/п	Назва	Кількість	Марка
1	Верстат токарно-гвинторізний	2	16К20
2	Фрезерний верстат	1	6Р13
3	Точильно-шліфувальний верстат	4	ЗБ634
4	Свердлильний верстат	1	2Н118
5	Настільно-свердлильний верстат	2	НС-12А
6	Стенд для обертання двигунів	1	ОПР-989
7	Стенд для притирання клапанів	1	ЦКБР-108
8	Стенд для обкатки і випробування двигунів	1	КИ-2139А
9	Стенд для ремонту ПА	1	КИ-15711
10	Стенд для випробування форсунок	1	КИ-15706
11	Прес рейковий ручний	1	–
12	Горн ковальський	2	Р-923-01
13	Зварювальний трансформатор	3	ТДМ-180
14	Кран-балка	2	–

Аналіз показує, що хоча ремонтна база господарства в цілому задовольняє основні потреби, існують суттєві проблеми:

- недостатня кількість кваліфікованих фахівців
- відсутність чіткої організації ремонтних процесів
- фізичне і моральне старіння обладнання
- недостатнє технічне оснащення для якісного ремонту

Ці фактори призводять до підвищення собівартості ремонтних робіт та збільшення їх тривалості.

1.4. Сучасна практика ремонту комбайнів

Поточний ремонт комбайнів проводиться у центральній майстерні господарства за наступною схемою:

1. Попереднє зовнішнє очищення комбайна на спеціальному майданчику
2. Транспортування комбайна до ремонтної зони
3. Послідовне розбирання агрегатів без зміни місця розташування комбайна
4. Демонтаж великогабаритних вузлів за допомогою кран-балки
5. Ремонт двигунів на спеціалізованій ділянці
6. Відновлення деталей на відповідних ділянках (зварювальній, ковальській, механічній)
7. Ремонт електрообладнання та паливної системи на спеціалізованих стендах

Основним недоліком існуючої технології є відсутність:

- спеціалізованої ділянки для очищення деталей
- окремої зони для ремонту молотильного апарату
- спеціального приміщення для ремонту жаток

Ремонт жаток проводиться на відкритому майданчику, що значно погіршує якість робіт і залежить від погодних умов.

1.5. Висновки та напрямки вдосконалення

Аналіз виявив такі ключові проблеми:

1. Відсутність системного підходу до планування ремонтів
2. Недосконалість технологічних процесів
3. Недостатнє технічне оснащення
4. Відсутність спеціалізованих зон для ремонту ключових вузлів

Для вирішення цих проблем запропоновано:

- Розробити програму ремонтів з оптимальним розподілом ресурсів

- Вдосконалити технологічний процес ремонту комбайнів
- Організувати спеціалізовані ділянки для ремонту жаток та молотильних апаратів

- Оснастити майстерню сучасним обладнанням
- Розробити заходи з охорони праці
- Провести економічну оцінку запропонованих рішень

Реалізація цих заходів дозволить підвищити якість ремонтних робіт, знизити їх трудомісткість та собівартість.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕМОНТУ ТА ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

2.1. Визначення оптимальної програми ремонту

При плануванні ремонтної програми майстерні слід виходити з таких основних показників:

1. Склад машинно-тракторного парку підприємства (див. таблицю 1.2)
2. Встановлені нормативи міжремонтних періодів для кожної одиниці техніки

Річний обсяг капітальних ремонтів тракторів кожної моделі розраховується за спеціальною формулою [7, 8, 9, 10]:

$$n_{KP}^i = \frac{W^i + n_{T1}^i}{P_{KP}} + \frac{W^i + n_{T2}^i}{P_{KP} \cdot \lambda}, \quad (2.1)$$

де W^i – річний норматив витрати палива на один трактор [9];

n_{T1}^i , n_{T2}^i – кількість тракторів, що не підлягали капітальному ремонту і ті що пройшли;

P_{KP} – інтервали між капітальними ремонтами [9];

λ – коефіцієнт зменшення міжремонтного ресурсу.

Для парку з 4 тракторів МТЗ-920 розрахункова кількість капітальних ремонтів складає:

$$\eta_{KP}^{MT3-92} = \frac{10000 \cdot 1}{52800} + \frac{10000 \cdot 3}{52800 \cdot 0,8} = 0,9 \text{ КР.}$$

Розрахунки показали, що в поточному році необхідно провести 1 КР для даної марки тракторів.

Річна кількість поточний ремонтів для тракторів визначається по формулі:

$$n_{\text{ПР}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ПР}}} - n_{\text{КР}}^i, \quad (2.2)$$

де n_T^i – облікова чисельність тракторного парку;

$\Pi_{\text{ПР}}$ – частота проведення поточних ремонтів.

Для тракторів МТЗ-920 кількість поточних ремонтів буде дорівнювати:

$$n_{\text{ПР}}^{\text{МТЗ-92}} = \frac{10000 \cdot 4}{17600} - 1 = 1,3 \text{ ПР.}$$

Розрахунки показали, що в поточному році необхідно провести 1 ПР для даної марки тракторів.

Річна кількість технічних обслуговувань тракторів визначається по формулам:

$$n_{\text{ТО-3}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ТО-3}}^i} - n_{\text{КР}}^i - n_{\text{ПР}}^i, \quad (2.3)$$

$$n_{\text{ТО-2}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ТО-2}}^i} - n_{\text{КР}}^i - n_{\text{ПР}}^i - n_{\text{ТО-3}}^i, \quad (2.4)$$

$$n_{\text{ТО-1}}^i = \frac{W_i \cdot n_T^i}{\Pi_{\text{ТО-1}}^i} - n_{\text{КР}}^i - n_{\text{ПР}}^i - n_{\text{ТО-3}}^i - n_{\text{ТО-2}}^i, \quad (2.5)$$

де $\Pi_{\text{ТО-3}}^i, \Pi_{\text{ТО-2}}^i, \Pi_{\text{ТО-1}}^i$ – Інтервали виконання номерних ТО для тракторів.

Для тракторів МТЗ-920 кількість ТО буде дорівнювати:

$$n_{\text{ТО-3}}^{\text{МТЗ-92}} = \frac{10000 \cdot 4}{8800} - 1 - 1 = 2,5 \text{ ТО.}$$

Округлюємо до 3х.

$$n_{TO-2}^{MT3-92} = \frac{10000 \cdot 4}{2200} - 1 - 1 - 3 = 13,2 \text{ТО.}$$

Округлюємо до 13.

$$n_{TO-1}^{MT3-92} = \frac{10000 \cdot 4}{550} - 1 - 1 - 3 - 13 = 54,7 \text{ТО.}$$

Округлюємо до 55.

Розрахунок кількості сезонних технічних обслуговувань (СТО) виконується за формулою, враховуючи, що вони проводяться двічі на рік:

$$n_{СТО}^i = 2 \cdot n_T^i, \quad (2.6)$$

Для тракторів МТЗ-92 кількість СТО буде дорівнювати:

$$n_{СТО}^{MT3-92} = 2 \cdot 4 = 8 \text{СТО.}$$

Округлюємо до 8.

Для визначення обсягу капітальних ремонтів (КР) автомобілів за рік застосовується розрахункова формула (2.7):

$$n_{КР}^i = \frac{W_i \cdot n_1^i}{\Pi_K^i} - \frac{W_p^i \cdot n_2^i}{\Pi_K^{i1}}, \quad (2.7)$$

де W_p^i – середньорічний плановий пробіг одного автомобіля, тис. км [9, 10];

n_1^i, n_2^i – кількість автомобілів, які ще не ремонтувалися і ремонтувалися капітально;

Π_K^i, Π_K^{i1} – міжремонтні інтервали для автомобілів до та після капітального ремонту відповідно (тис. км) [10].

Приклад практичного застосування: Для парку з 6 автомобілів КамАЗ-5320 розрахункова кількість необхідних капітальних ремонтів складає:

$$n_{KP}^{КамАЗ-5320} = \frac{50 \cdot 2}{250} + \frac{50 \cdot 4}{200} = 1,4 \text{ КР}$$

Розрахунки показали, що в поточному році необхідно провести 1 КР для даної марки автомобілів.

Річна кількість технічних обслуговувань автомобілів визначається по формулам:

$$n_{TO-2}^i = \frac{W_p^i \cdot n^i}{\Pi_{TO-2}^i} - n_{KP}^i, \quad (2.8)$$

$$n_{TO-1}^i = \frac{W_p^i \cdot n^i}{\Pi_{TO-1}^i} - n_{KP}^i - n_{TO-2}^i, \quad (2.9)$$

$$n_{СТО}^i = 2 \cdot n^i, \quad (2.10)$$

де n^i – облікова чисельність автомобільного парку;

$\Pi_{TO-2}^i, \Pi_{TO-1}^i$ – частота проведення номерних технічних обслуговувань [9, 10].

Для автомобілів КамАЗ-5320 кількість ТО буде дорівнювати:

$$n_{TO-2}^{КамАЗ-5320} = \frac{50 \cdot 6}{10} - 1 = 29 \text{ ТО.}$$

Округлюємо до 29.

$$n_{TO-1}^{КамАЗ-5320} = \frac{50 \cdot 6}{2,5} - 1 - 29 = 90 \text{ТО.}$$

Округлюємо до 90.

$$n_{СТО}^{КамАЗ-5320} = 2 \cdot 6 = 12 \text{СТО.}$$

Округлюємо до 12.

Поточне технічне обслуговування автомобілів здійснюється за фактом виникнення несправностей, при цьому обсяг необхідних ремонтних робіт обчислюється на підставі нормативних показників трудомісткості, встановлених для кожні 1000 кілометрів пробігу.

$$T_{ПП} = 0,001 \cdot N_a \cdot B_\eta \cdot H_T, \quad (2.11)$$

де N_a – облікова чисельність автопарку;

B_η – прогнозований річний пробіг кожної одиниці техніки;

- H_T – нормативні витрати праці на техобслуговування (у людино-годинах на 1000 км пробігу) [10].

Приклад розрахунку для моделі КамАЗ-5320: Трудомісткість робіт з поточного ремонту для вказаної марки автомобілів визначається за формулою:

$$T_{ПП}^{КамАЗ-5320} = 0,001 \cdot 6 \cdot 50000 \cdot 10,5 = 3150 \text{людино-год.}$$

Для визначення необхідної кількості капітальних ремонтів (КР) зернозбиральних комбайнів конкретної марки за рік застосовується спеціальна розрахункова формула:

$$n_{KP}^i = G_{KP} \cdot n_K^i, \quad (2.12)$$

де G_{KP} – коефіцієнт охоплення капітальними ремонтами [10];

n_K^i – облікова чисельність комбайнового парку.

Наприклад, для комбайнів New Holland CR 980, Claas, John Deere, яких в господарстві знаходиться 6, кількість капітальних ремонтів буде дорівнювати:

$$n_{KP}^{Імпортни} = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ КР}$$

Розрахунки показали, що в поточному році необхідно провести 1 КР для даної марки комбайнів.

Річна кількість поточний ремонтів (ПР) для комбайнів і-ої марки визначається по формулі:

$$n_{ПР}^i = G_{ПР} \cdot n_K^i, \quad (2.13)$$

де $G_{ПР}$ – коефіцієнт охоплення поточними ремонтами [10].

Для імпортних комбайнів кількість поточних ремонтів буде дорівнювати:

$$n_{ПР}^{Імпортни} = 1,0 \cdot 6 = 6 \text{ ПР}$$

Розрахунки показали, що в поточному році необхідно провести 9 ПР для даної марки комбайнів.

Річна кількість технічних обслуговувань комбайнів визначається по формулам:

$$n_{ТО-1}^i = G_{ТО-1} \cdot n_K^i, \quad (2.14)$$

$$n_{ТО-2}^i = G_{ТО-2} \cdot n_K^i, \quad (2.15)$$

де G_{TO-1}, G_{TO-2} – коефіцієнт охоплення технічними обслуговуваннями [14].

Для імпортних комбайнів кількість ТО буде дорівнювати:

$$n_{TO-1}^{Імпортні} = 4 \cdot 6 = 24 \text{ ТО}$$

Приймаємо 24 ТО-1 для даної марки комбайнів.

$$n_{TO-2}^{Імпортні} = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ ТО}$$

Приймаємо 7 ТО-2 для даної марки комбайнів.

Число поточних ремонтів сільськогосподарських машин визначається по формулі:

$$n_{ПР} = K_{ох} \cdot n_{с.-г.м.}, \quad (2.16)$$

де $K_{ох}$ – коефіцієнт охоплення поточним ремонтом, який має різні значення:

- для плугів становить 0,8
- для інших видів сільгоспмашин коливається в межах 0,6-0,65

$n_{с.-г.м.}$ – облікова чисельність сільськогосподарських машин.

Приклад розрахунку для плугів ПЛН-5-35: Обсяг ремонтних робіт для плугів цієї марки визначається з урахуванням:

$$n_{ПР}^{ПЛН-5-35} = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ ПР}$$

Приймаємо 3 ПР для плугів ПЛН-5-35.

Для сівалок СЗ-5,4:

$$n_{\text{ПР}}^{\text{СЗ-5,4}} = 0,6 \cdot 4 = 2,4 \text{ ПР}$$

Приймаємо 2 ПР для сівалок СЗ-5,4.

Для дискових борін John Deere 637:

$$n_{\text{ПР}}^{\text{John Deere 637}} = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ ПР}$$

Приймаємо 1 ПР для борін John Deere 637.

Для інших видів сільськогосподарських знарядь застосовується аналогічний алгоритм обчислень, який включає:

1. Визначення кількості одиниць техніки за кожним видом
2. Застосування відповідних нормативних коефіцієнтів
3. Розрахунок планових обсягів ремонтних робіт

Усі отримані дані систематизовані у зведеній таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахована кількість ремонтів і ТО

Позначення	К-сть одиниць	Чисельність ремонтів і технічних обслуговувань					
		КР	ПР	ТО-3	КР	ТО-1	СТО
Трактори							
John Deere 8295R	2	0	1	1	6	25	4
John Deere 8300	1	0	1	0	3	13	2
Т-150К	4	1	1	2	12	47	8
ЮМЗ-6КЛ	4	1	1	3	15	60	8
К-701	2	0	1	1	5	21	4
МТЗ-80	3	1	1	1	9	37	6
МТЗ-92	4	1	1	3	13	55	8
Автомобілі							
КамАЗ-5320	6	1	–	–	29	90	12
ГАЗ-53	2	0	–	–	7	21	4

МАЗ	3	1	–	–	13	40	6
Комбайни							
ДОН-1500	3	1	3	–	4	12	–
New Holland CR 980, Claas, John Deere	6	1	6	–	7	24	–
Плуги							
ПЛН-8-40	3	–	2	–	–	–	–
ПЛН-5-35	4	–	3	–	–	–	–
ПЛН-3-35	4	–	3	–	–	–	–
Сівалки							
СЗ-5,4	4	–	2	–	–	–	–
СУПН-8	5	–	3	–	–	–	–
Massey Ferguson White 8142	1	–	1	–	–	–	–
Great Plains NTA 3510	2	–	1	–	–	–	–
Культиватори							
КПС-4	5	–	3	–	–	–	–
КПС-8	1	–	1	–	–	–	–
КПС-13П	1	–	1	–	–	–	–
КПШ-9	2	–	1	–	–	–	–
Луцильніки							
ЛДГ-15	4	–	2	–	–	–	–
Борони							
ЗБР-24	2	–	1	–	–	–	–
John Deere 637	2	–	1	–	–	–	–
Оприскувачі							
ОП-2000	2	–	1	–	–	–	–
Підживлювачі							
МДВ-9000	4	–	2	–	–	–	–

2.2. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт

Для оптимальної організації ремонтної діяльності необхідно раціонально розподілити обсяги робіт між власними виробничими потужностями та спеціалізованими сервісними центрами. Капітальні ремонти складних агрегатів доцільно виконувати на обласних ремонтних підприємствах або авторизованих СТО, що обладнані необхідною технікою та мають кваліфікований персонал.

При плануванні такого розподілу слід керуватися:

1. Методичними рекомендаціями з організації ремонтного господарства [9]
2. Географічним розташуванням ремонтних підприємств у регіоні
3. Технічними можливостями власної ремонтної бази господарства
4. Наявністю необхідного обладнання та матеріально-технічних ресурсів

Детальний розподіл ремонтних операцій між різними об'єктами ремонтної інфраструктури представлений у таблиці 2.2. Для розрахунків трудомісткості використовуються нормативні показники, наведені у додатках [10]. Загальна трудомісткість ремонтних робіт визначається шляхом підсумовування показників для кожної окремої операції, що виконується у майстерні господарства.

Таке диференційоване підходження дозволяє:

- Максимально ефективно використовувати власні виробничі потужності
- Забезпечувати якість виконання складних ремонтних операцій
- Оптимізувати витрати на утримання ремонтної бази
- Скорочувати простой техніки у ремонті

Таблиця 2.2 – Детальний розподіл ремонтних операцій між різними об'єктами ремонтної інфраструктури

Марка машини	Вид ремонту чи ТО	Кількість ТО та ремонтів	Розподілення трудомісткості									
			Трудомісткість 1-	Загальна	РОБ (обл.) району		РОБ господарства					
							Рем. майстерня		Автогараж		Машинний двір	
					Люд-год	Кіл-ть	Люд-год	Кіл-ть	Люд-год	Кіл-ть	Люд-год	Кіл-ть
John Deere 8295R	ПР	1	390	390	1	390						
	ТО-3	1	43,2	43,2			1	43,2				
	ТО-2	6	10,6	63,6			6	63,6				
	ТО-1	25	2,5	62,5							25	62,5
	СТО	4	29,3	117,2			4	117,2				
John Deere 8300	ПР	1	280	280	1	280						
	ТО-3	0	42,3	0								
	ТО-2	3	6,8	20,4			2	13,6			1	6,8
	ТО-1	13	1,9	24,7							13	24,7
	СТО	2	5,3	10,6			2	10,6				
K-701	ПР	1	385	385			1	385				
	ТО-3	1	25,2	25,2			1	25,2				
	ТО-2	5	11,6	58			3	34,8			2	23,2
	ТО-1	21	2,2	46,2							21	46,2

	СТ О	4	18, 3	73,2			4	73,2				
Т-150К	ПР	1	280	280			1	280				
	ТО- 3	2	42, 3	84,6			2	84,6				
	ТО- 2	12	6,8	81,6			6	40,8			6	40,8
	ТО- 1	47	1,9	89,3							47	89,3
	СТ О	8	5,3	42,4			8	42,4				
ЮМЗ- 6КЛ	ПР	1	240	240			1	240				
	ТО- 3	3	26, 1	78,3			3	78,3				
	ТО- 2	15	6	90			8	48			7	42
	ТО- 1	60	2,2	132							60	132
	СТ О	8	14, 9	119, 2			8	119, 2				
МТЗ-92	ПР	1	240	240			1	240				
	ТО- 3	3	26, 1	78,3			3	78,3				
	ТО- 2	13	6	78			7	42			6	36
	ТО- 1	55	2,2	121							55	121
	СТ О	8	14, 9	119, 2			8	119, 2				
МТЗ-80	ПР	1	230	230			1	230				
	ТО- 3	1	19, 8	19,8			1	19,8				
	ТО- 2	9	6,9	62,1			5	34,5			4	27,6

	ТО-1	37	2,7	99,9							37	99,9
	СТО	6	3,5	21			6	21				
КамАЗ-5320	ПП			3150		1260		1890				
	ТО-2	29	21,5	623,5					29	623,5		
	ТО-1	90	4,4	396					90	396		
	СТО	12	19,5	234			12	234				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ГАЗ-53	ПП			476		190		286				
	ТО-2	7	13,6	95,2					7	95,2		
	ТО-1	21	3,3	69,3					21	69,3		
	СТО	4	11	44			4	44				
МАЗ-500	ПП			716		286		430				
	ТО-2	13	24,5	318,5					13	318,5		
	ТО-1	40	6,4	256					40	256		
	СТО	6	21	126			6	126				
New Holland CR980	ПП	3	200	600	1	200	2	400				
	ТО-2	4	7,2	28,8			4	28,8				
	ТО-1	12	2,7	32,4							12	32,4
	ПП	6	172	1032			6	1032				

ДОН-150	ТО-2	7	6,6	46,2			7	46,2				
	ТО-1	24	5,1	122,4							24	122,4
ПЛН-8-40	ПР	2	70	140			2	140				
ПЛН-5-35	ПР	3	21	63			3	63				
ПЛН-3-35	ПР	3	14	42			3	42				
СЗ-5,4	ПР	2	63	126			2	126				
СУПН-8	ПР	3	57	171			3	171				
Massey Ferguson White 8142	ПР	1	157	157			1	157				
Great Plains NTA 3510	ПР	1	177	177			1	177				
КПС-4	ПР	3	22	66			3	66				
КПС-8	ПР	1	44	44			1	44				
КПС-13П	ПР	1	48	48			1	48				
КПШ-9	ПР	1	37	37			1	37				
ЛДГ-15	ПР	2	36	72			2	72				
ЗБР-24	ПР	1	72	72			1	72				
John Deere 637	ПР	1	87	87			1	87				

ОП-2000	ПР	1	48	48			1	48				
МДВ-9000	ПР	2	57	114			2	114				
Всього				12403,		193		7896,		1758,		812,8
:				6		6		3		5		

Аналіз даних таблиці 2.2 свідчить, що загальна трудомісткість ремонтно-профілактичних робіт у майстерні становить 7896,3 людино-годин. Проте при плануванні виробничої програми слід враховувати не лише основні ремонтні операції, а й додаткові трудовитрати на:

- обслуговування та ремонт виробничого обладнання майстерні (6-8% від загального обсягу)

- виготовлення та відновлення спеціального інструменту та пристосувань (3-5%)

- виробництво запасних деталей (3-4%)

- інші допоміжні операції (6-8%)

Річний обсяг робіт майстерні є ключовим показником, який визначає:

1. Необхідні виробничі площі
2. Штатний склад персоналу
3. Кількість і тип технологічного обладнання
4. Загальну виробничу потужність

Такий підхід дозволяє більш обґрунтовано планувати виробничі потужності майстерні та оптимально розподіляти трудові ресурси між основними та допоміжними процесами. Врахування всіх видів робіт є обов'язковою умовою для розробки реальної та ефективної програми функціонування ремонтного підрозділу.

$$T_3 = T_O + T_{Обл} + T_{III} + T_{ВД} + T_{In}, \quad (2.17)$$

де T_O – витрати праці на ремонти та ТО сільгосптехніки (за даними табл. 2.2, у люд.-год.);

$T_{Обл}$ – трудовитрати на ремонт технологічного обладнання майстерні (частка від T_O) $T_{Обл} = 5...7\%$;

T_{III} – трудомісткість ремонту та виготовлення пристроїв та інструменту, $T_{III} = 3...5\%$ від T_O ;

$T_{ВД}$ – роботи з ремонту та виготовлення окремих деталей (частка від T_O), $T_{ВД} = 3...4\%$ від T_O ;

T_{In} – інші види робіт (частка від T_O), $T_{In} = 6...8\%$ від T_O .

Тоді загальна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт становить:

$$T_3 = 7896,3 + 552,7 + 394,8 + 315,9 + 631,7 = 9791,4 \text{ люд.-год.}$$

Для стандартизації обліку ремонтних робіт різної складності вводиться поняття умовного ремонту. За базову одиницю прийнято ремонт з трудомісткістю 300 людино-годин. Цей підхід дозволяє уніфікувати планування для різнотипної техніки.

Формула розрахунку річної виробничої програми:

$$N_{p.y.} = \frac{T_3}{t_y} = \frac{9791,4}{300} \approx 33 \text{ умовних ремонтів.} \quad (2.18)$$

де t_y – норматив трудомісткості одного умовного ремонту (люд-год).

T_3 - сумарна річна трудомісткість (з урахуванням основних та допоміжних робіт)

2.3. Загальний технологічний процес поточного ремонту зернозбиральних комбайнів (на прикладі John Deere)

Поточний ремонт зернозбиральних комбайнів є важливою складовою системи технічного обслуговування і спрямований на своєчасне виявлення та усунення дрібних несправностей, запобігання передчасному виходу з ладу основних агрегатів та забезпечення надійної роботи техніки в польових умовах. Як приклад розглянемо технологічний процес поточного ремонту зернозбирального комбайна марки John Deere, одного з провідних світових виробників сільськогосподарської техніки [11, 12, 13].

Ремонтні роботи здійснюються за попередньо визначеним регламентом і включають комплекс операцій, які виконуються у чіткій послідовності.

На першому етапі виконується приймання комбайна в ремонт. До цього належить візуальний огляд техніки, опитування оператора, складання дефектної відомості та формування переліку необхідних запчастин і витратних матеріалів. Також заповнюється технологічна карта ремонту.

Далі проводиться мийка та очищення комбайна. За допомогою апаратів високого тиску видаляються забруднення, залишки рослинної маси, пил та мастильні речовини з робочих поверхонь, вузлів і агрегатів.

Після цього здійснюється діагностика технічного стану основних вузлів, таких як двигун, молотильний апарат, система очистки, ходова частина, гідравліка та електрообладнання. У сучасних моделях John Deere (серія S, T, W) використовується система самодіагностики з виведенням кодів помилок на дисплей.

На основі виявлених несправностей виконуються операції з часткового розбирання вузлів та дефектації деталей. Підлягають перевірці підшипники, шківни, вали, паси, ланцюги, решета, зірочки та інші компоненти. Придатні деталі сортуються, а зношені — списуються або направляються на відновлення.

Далі виконується безпосередньо ремонт основних систем комбайна:

- Система живлення — заміна паливних фільтрів, очищення паливного бака, перевірка форсунок і насосів.
- Жнивarka — перевірка та заміна ножів, натяг ременів, регулювання механізмів приводу.
- Молотильний апарат — заміна або балансування битків, регулювання зазору між декою та барабаном, огляд підшипників.
- Система очистки — перевірка решіт, стану елеваторів, вентилятора, очищення каналів транспортування зерна.
- Гідравлічна система — заміна масла та фільтрів, перевірка роботи насосів і розподільників.
- Електрообладнання — тестування датчиків, електричних з'єднань, стартерів та генераторів, перевірка акумуляторної батареї.

Після проведення ремонтних операцій здійснюється збирання вузлів, змащування рухомих частин, а також регулювання та випробування комбайна в холостому і навантаженому режимах. Визначається ефективність роботи механізмів, усуваються залишкові недоліки.

Завершальним етапом є оформлення ремонтної документації, у тому числі акта виконаних робіт, записів у ремонтну книгу комбайна та інструктажу механізатора щодо експлуатації техніки після ремонту.

Загальний технологічний процес представлено у вигляді схеми (рис. 1.1):

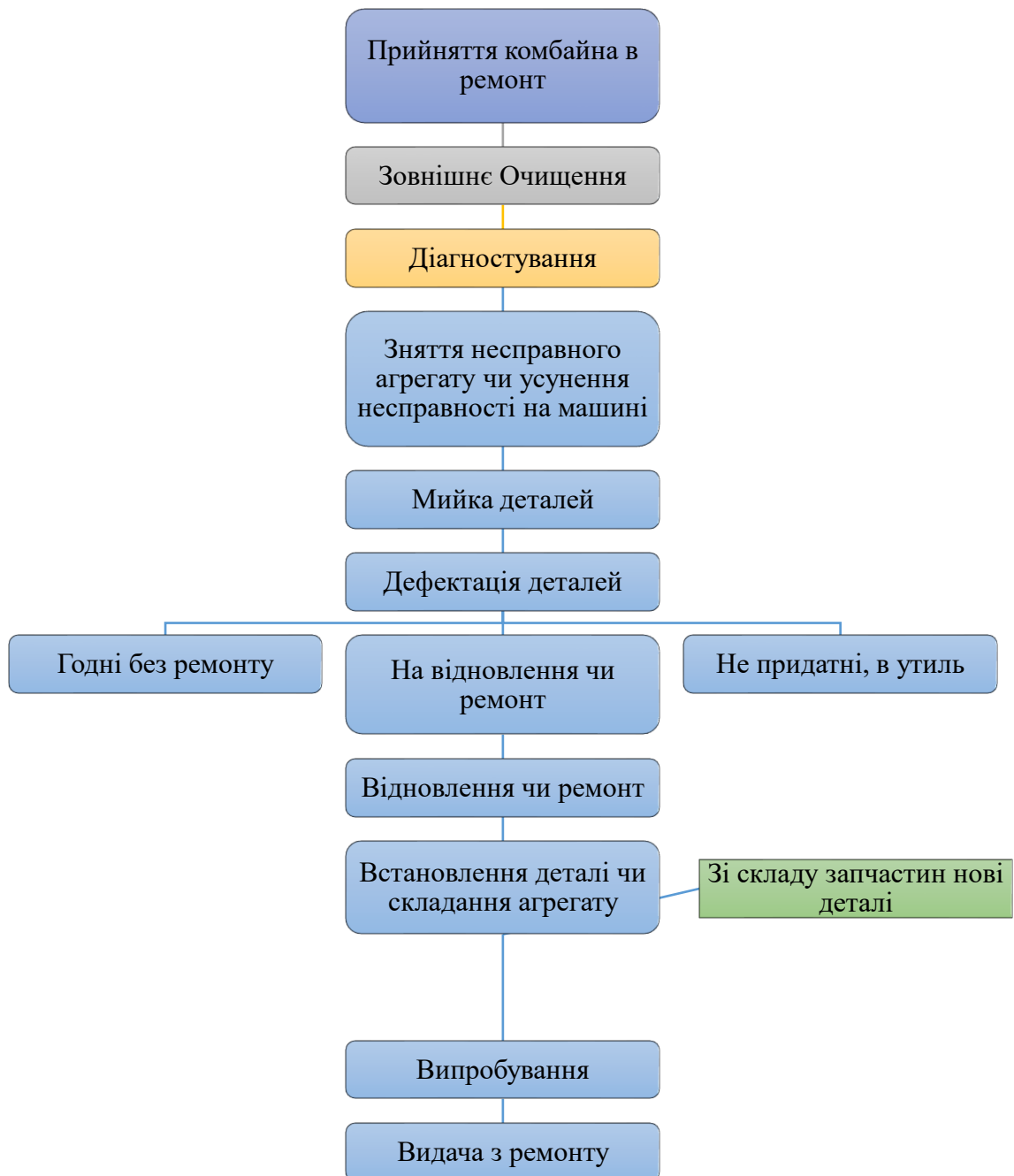


Рис. 2.1. Схема технологічного процесу поточного ремонту комбайна John Deere

Орієнтовну трудомісткість операцій представлено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Орієнтовна тривалість етапів поточного ремонту комбайна John Deere

№	Етап ремонту	Тривалість, год.
1	Огляд та діагностика	3–4
2	Ремонт жниварки	5–6

3	Обслуговування молотильного апарата	4–5
4	Роботи з гідравлікою та електрикою	3–4
5	Збирання, регулювання	5–6
6	Випробування	2
	Усього	22–27 годин

Таким чином, поточний ремонт зернозбирального комбайна John Deere є складним, але чітко структурованим процесом, який дозволяє підтримувати техніку в робочому стані протягом усього сезону, знижуючи ризики простоїв і збитків.

2.4. Розподіл трудомісткості між ділянками майстерні

На підставі проведених обчислень було визначено загальний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт, необхідних для підтримки техніки у робочому стані. Структура ремонтної майстерні включає такі спеціалізовані ділянки:

1. Основні виробничі зони:

- Ремонтно-монтажна
- Ділянка ремонту електрообладнання
- Відділення паливної апаратури
- Слюсарно-механічна ділянка
- Відділ ремонту двигунів

2. Спеціалізовані пости:

- Зварювальний
- Шиномонтажний
- Ділянка ремонту жаток та молотильних апаратів

Розподіл трудовитрат за напрямками

Загальна трудомісткість робіт у майстерні складає 9791,3 люд-год (точне значення вказується згідно з розрахунками). Розподіл навантаження між підрозділами здійснюється за такими принципами:

- Відсоткове співвідношення за видами робіт
- Специфіка технічного оснащення кожної ділянки
- Кваліфікація персоналу

Таблиця 2.3 - Розподіл трудомісткості між ділянками майстерні

№ з/п	Назва ділянки	Навантаження ділянки від загальної трудомісткості, %	Навантаження на ділянку, люд-год.
1	Ремонтно-монтажна	18,5	1811,4
2	Ремонту електрообладнання	3,2	313,3
3	Ремонту паливної апаратури	4,6	450,4
4	Слюсарна	14,9	1458,9
5	Механічна	14,8	1449,1
6	Ремонту двигунів	12,8	1253,3
7	Зварювальна	9,5	930,2
8	Шиномонтажна	4,2	411,2
9	Ремонту жаток та молотильних апаратів	17,5	1713,5
Всього:		100	9791,3

Специфіка ділянки ремонту жаток та молотильних апаратів

На спеціалізовану ділянку з ремонту жаток та молотильних вузлів припадає 1713,5 люд-год, що становить приблизно 17,5% від загального обсягу робіт. Це обумовлено:

1. Високою складністю ремонтних операцій
2. Необхідністю використання спеціалізованого обладнання
3. Великою кількістю зношуваних елементів у цих вузлах
4. Високими вимогами до точності відновлення робочих параметрів

2.5. Заходи з організації ділянки ремонту жаток та молотильних апаратів

2.5.1. Загальна технологія ремонту на ділянки

Ремонт жаток. Основні несправності, які впливають на ресурс жаток, включають деформацію корпусу та пальцевого бруса, знос і руйнування елементів ріжучого апарату, пальцевого механізму шнека й шківів варіатора мотовила.

Очищення жаток виконується на спеціально облаштованому майданчику з використанням мийної машини гідромоніторного типу. Транспортування до ремонтної ділянки здійснюється візком ОР-6700. Демонтаж, ремонт та складання проводяться на стенді ОР-13220. Для контролю деформацій жатку встановлюють на призми; допустиме відхилення труб від площини призм — не більше 5 мм. У разі перевищення — труби притискаються струбцинами та нагріваються газовим пальником до повного охолодження.

Для виправлення пальцевого бруса корпус жатки фіксується, а брус правлять гвинтовими затискачами зі стягнутими болтами. Залишкова деформація для жаток з шириною захвату 4,1 м не повинна перевищувати 7 мм (по вертикалі) і 4 мм (по горизонталі). Робочі поверхні ріжучих елементів мають розташовуватись в одній площині, допустиме відхилення — до 0,6 мм.

При пошкодженні сегментів ножа ремонт виконується на пневмопресі. Отвори в спинці ножа зберігають, а надійне з'єднання сегментів досягається попереднім притисканням під час клепання.

Після встановлення ножа в брус регулюють зазор між сегментами і притискачами — не більше 0,7 мм. Щічки сполучної ланки і шатуна повинні вільно обертатися на кульових головках без люфту. Для точного з'єднання ліній сегментів і пальців шатун регулюють по довжині (допуск — 5 мм). Зазор між сегментами і протирізальними пластинами регулюється прокладками: у передній

частині — прилягання або зазор до 0,8 мм, у задній — 0,3...1,5 мм, причому задній зазор має бути більшим.

Для рівномірного зносу ножа коромисло встановлюють так, щоб центр головки ножа за оберт кривошипа зміщувався не більше ніж на 2,5 мм відносно центра кульового болта. При середньому положенні ножа шатун має бути паралельний боковині (відхилення — не більше 1 мм). За потреби шатун регулюється через овальний отвір у головці.

Шнек жатки монтується симетрично боковинам і паралельно днищу. Відстань між кожухом і боковинами — 12 ± 4 мм, максимальна різниця зазорів між шнеком і днищем — до 3 мм, регулюється положенням шнека і вирівнюванням днища. Запобіжна муфта налаштовується на крутний момент 200 ± 10 Н·м.

Центральна труба мотовила і труба граблин повинні бути прямими. Допустиме биття — до 10 мм, усувається натягуванням розтяжок. Запобіжна муфта мотовила регулюється на 120 ± 10 Н·м. При складанні варіатора ущільнювальні кільця встановлюються в кільцеві пази циліндра, а манжета — у торцеву проточку.

Ведені диски варіатора повинні вільно переміщуватися по направляючих, а відстань між ними у повністю розведеному стані — 25 ± 1 мм. Після складання жатка з похилою камерою обкатується протягом 10 хв при частоті $7,5\text{ с}^{-1}$ (450 об/хв). Ріжучий апарат і шнек повинні працювати без заїдань і сторонніх шумів.

Ремонт похилих камер. Типові дефекти включають деформацію корпусу, знос днища та боковин, руйнування зварних з'єднань, знос ланцюгів та гребінок транспортерів.

Огляд дефектів проводиться візуально, подовження ланцюгів визначається спеціальними пристроями. Ремонт транспортера здійснюється на стенді ОР-6689. Гребінки вирівнюють на пресі та заклепують після переналаштування обладнання. Деформації корпусу контролюють на стенді ОР-6723. Корекція виконується гідроциліндрами з урахуванням показників шкал.

Місцеві пошкодження боковин і викривлення вікон виправляються гідравлічною оправкою з можливістю кантування корпусу. Після ремонту боковини повинні бути паралельними, різниця діагоналей — не більше 5 мм.

Верхній вал транспортера монтується з дотриманням осевого вирівнювання. Запобіжна муфта налаштовується на момент 150 ± 10 Н·м. Після складання камеру обкатують 5 хв при частоті $7,5 \text{ с}^{-1}$ (450 об/хв).

Ремонт молотильних апаратів. До характерних дефектів відносяться знос рифів бичів, деформація остову барабана та його вала, а також зношування і викривлення планок підбарабання.

Ремонт проводиться на стенді ОР-6718. Знос рифів визначають рифоміром — при висоті меншій 6 мм бичі підлягають заміні. Болти кріплення фіксуються накладками, глибина утоплення — до 1,5 мм. Радіальне биття бичів — не більше 1 мм.

Вал барабана випресовується за допомогою пристрою 70-7823-1304, після чого встановлюється за шаблоном з фіксацією клиновими шпонками. Радіальне биття з боку приводу — до 0,6 мм, при перевищенні усувається на пресі.

Завершальний етап — статичне балансування барабана. Воно вважається задовільним, якщо при зупинці кожного разу верхнє положення займає інший біч. Допускається дисбаланс, при якому вантаж масою 30 г порушує рівновагу барабана, розташованого в горизонтальній площині.

Приклади ремонту жаток наведено на рис. 2.2.



До ремонту



після ремонту



Рисунок 2.2 – Процес ремонту жаток

2.5.2. Розрахунок кількості працівників дільниці

Структура та чисельність виробничих працівників майстерні визначається з урахуванням:

- переліку видів робіт, що виконуються у майстерні
- застосовуваних технологій ремонту та технічного обслуговування

Кількість робітників кожної спеціальності обчислюється за формулою (2.19) [10]:

$$P = \frac{T_p}{\Phi \cdot \kappa}, \quad (2.19)$$

де T_p – річні трудовитрати на конкретний вид робіт (люд.-год.)

Φ – річний бюджет робочого часу для даної професії (год.)

κ – плановий коефіцієнт перевиконання норм ($\eta = 1,05-1,15$)

Кількість працівників дільниці ремонту жаток та молотильних апаратів становить:

$$P_{осн} = \frac{T_p}{\Phi \cdot \kappa} = \frac{1713,5}{2070 \cdot 1,1} = 0,8 \text{ чол.}$$

Приймаємо одного слюсаря-ремонтника на дільницю ремонту жаток та молотильних апаратів

2.5.3. Вибір основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання

Вибір основного ремонтно-технологічного обладнання здійснюється відповідно до методичних рекомендацій щодо організації дільниць спеціалізованих ремонтних підприємств агропромислового комплексу. При цьому враховуються вимоги технологічного процесу ремонту, а також досягається оптимальне завантаження обладнання.

Допоміжне обладнання та оснащення добирається з урахуванням технологічної доцільності виконання окремих ремонтних операцій. Повний перелік основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання наведено у відомості (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Перелік обладнання дільниці

Поз. на плануванні	Найменування обладнання	Марка	Кільк.	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м ²
1	Контейнер для вибракуваних деталей	ОРГ-1598	2	600×700	0,84
2	Слюсарний верстак на одне робоче місце	ТУ 70/1-15101	2	800×1200	1,92
3	Зварювальний трансформатор (пересувний)	СТШ-315	1	800×800	-
4	Шафа для газових балонів	P-402	1	400×1225	0,49
5	Кантувач для каркасів підбарабань	ОР-6766	1	600×2000	1,2
6	Стелаж для дрібних деталей	ОРГ-1468-06-870	2	400×900	0,72
7	Стенд для правки каркасів підбарабань	ОР-6634	1	600×1500	0,9
8	Стенд для ремонту малотильних барабанів	ОР-6718	1	900×2000	1,8
9	Шафа для монтажних пристосувань	ОРГ-1603	1	500×1200	0,6
10	Стелаж для вузлів та деталей	ОРГ-1468-06-300А	1	500×1500	0,75
11	Підвісний кран	Q=2т.	1	-	-
12	Настільно-свердлильний верстак	НС-12А	1	400×550	0,22
13	Пневмопрес для ремонту ножів ріжучого апарату	Власного виготовлення	1	640×5010	3,2
14	Підставка для розбирання, складання мотовила комбайнів	ОР-6706	1	700×5000	3,5
15	Стелаж для ножів та деталей мотовила	цеховий	1	700×4300	3,01
16	Стіл монтажний металевий	ОРГ-1468-01-080	1	600×1100	0,66
17	Стенд для ремонту транспортерів похилих камер	ОР-6689	1	900×1600	1,44
18	Стелаж для деталей і вузлів похилої камери	70-7831-1359	1	500×1500	0,75
19	Стенд для ремонту жаток	ОР-13220	1	2600×7500	19,5
20	Візок для транспортування жаток	ОР-6700	1	1100×1500	-
Всього:					41,5

2.5.4. Розрахунок площі дільниці

Площа, що відводиться для ремонтної дільниці, включає виробничі, адміністративно-конторські, побутові та складські приміщення. Основна увага приділяється виробничим площам, до складу яких входять зони розміщення технологічного обладнання, робочих місць, місць зберігання заготовок, деталей та вузлів, що знаходяться безпосередньо біля постів ремонту.

Площа виробничого приміщення обчислюється з урахуванням таких параметрів:

1. Сумарна площа, яку займає технологічне обладнання
2. Додатковий простір для:
 - Робочих зон обслуговування
 - Технологічних проходів
 - Зон безпечного переміщення

Розрахункова формула [10]:

$$F_{д} = F_{об} \cdot [\sigma], \quad (2.20)$$

де $F_{об}$ – загальна площа обладнання (м²);

$[\sigma]$ – нормативний коефіцієнт збільшення площі.

Для ділянки поточного ремонту жаток і молотильних апаратів, на основі технологічного планування та вимог до безпечного і ефективного розміщення обладнання, прийнято:

$$F_{д} = 41,5 \cdot 3,0 = 124,5 \text{ м}^2.$$

Таким чином, загальна площа ділянки становить 144 м². Розміщення технологічного обладнання та робочих зон представлено на другому аркуші графічної частини проекту.

2.6. Проектування технологічного процесу відновлення молотильного барабану

2.6.1. Опис деталі, аналіз дефектів та ознаки браку

Молотильний барабан складається з вала, дисків, підбичників, маточин і бичів. Виготовлений він з круга 40-Т-5, диски зроблені з листа 2-111-Б-20,

підбичники — з листа 2-111-Б-20ЮЛ, маточини — зі сталі 35-2-а, а бичі виготовляються з профілю бичевого ребристого 50Г.

Ресурс відновленої деталі має становити не менше 100% від ресурсу нової деталі.

Основні показники допуску:

- Радіальне биття поверхні рифів бичів щодо опорної поверхні вала не повинно перевищувати 1 мм по всій ширині остова барабана.
- Виступання бичів щодо підбичників допускається не більше ніж 2 мм.
- Дисбаланс барабана не більше 6 г·м.
- Відхилення підбичників від прямолінійності на довжині 1000 мм не повинно перевищувати 1,5 мм.

Основні дефекти барабана:

1. Відхилення від прямолінійності підбичників.
2. Пошкодження або ослаблення заклепок.
3. Тріщини підбичників і дисків.

2.6.2. Методи виявлення та усунення дефектів

Під час приймання деталі в ремонт здійснюється первинний огляд неозброєним оком або за допомогою лупи, перевіряється на дотик та простукується.

- **Огляд** — основний метод дефектування, за допомогою якого виявляються зовнішні пошкодження: деформації, тріщини, задири, обломи тощо.
- **Простукування** — застосовується для виявлення порушень цілісності деталей, засноване на зміні звуку при ударах по деталі.
- **Вимірювання розмірів** — необхідне для виявлення дефектів, пов'язаних із зносом, викривленням чи порушенням взаємного розташування поверхонь.

Методи дефектації:

- Для виявлення відхилення підбичників від прямолінійності (деф.1) використовуються лінійки та повірочні плити.

- Для виявлення пошкоджених або ослаблених заклепок (деф.2) проводиться огляд.
- Для виявлення тріщин (деф.3) проводяться огляд і простукування.
Відновлення дефектів:
- **Рихтування підбичників** — усунення деформацій підбичників.
- **Заміна заклепок** — установка нових заклепок замість пошкоджених.
- **Зварювання тріщин** — заварювання тріщин газовим зварюванням.

2.6.3. Обґрунтування технологічного маршруту відновлення деталі та оснащення робочих місць

Технологічний маршрут відновлення деталі має забезпечити оптимальну послідовність операцій з точки зору технології та економії, з мінімізацією втрат часу та зниженням матеріальних витрат. Операції повинні виконуватись з урахуванням таких принципів:

- Спочатку виконуються операції відновлення або виготовлення технологічних баз.
- Операції з механічної обробки виконуються за системою координування розмірів на кресленні.
- Дрібні отвори свердляться на завершальній стадії обробки.
- Окремі операції для чорнової та чистової обробки з великими припусками.
- Кожна наступна операція покращує якість поверхні.

Технологічний маршрут відновлення молотильного барабана:

1. 005 Слюсарна (деф.2)
2. 010 Слюсарна (деф.3)
3. 015 Зварювальна (деф.3)
4. 020 Слюсарна (деф.3)
5. 025 Слюсарна (деф.1)
6. 030 Балансувальна (деф.1)
7. 035 Контрольна (деф.1,2,3)

Операції:

1. **Слюсарна операція (деф.2)** — видалення ослаблених заклепок і заміна їх на нові.
2. **Слюсарна операція (деф.3)** — підготовка тріщин до зварювальної операції.
3. **Зварювальна операція (деф.3)** — заварювання тріщин за допомогою напівавтомата та зварювального струму.
4. **Слюсарна операція (деф.3)** — обробка зварювального шва для виключення дисбалансу.
5. **Слюсарна операція (деф.1)** — рихтування підбичників.
6. **Балансувальна операція** — статичне балансування барабана на балансувальній машині.
7. **Контрольна операція** — перевірка всіх розмірів і геометричних характеристик деталі.

Необхідне обладнання:

- ОР-6807 для видалення заклепок.
- Оправка 6847.01.300 для встановлення нових заклепок.
- Молоток.
- Електродріль для свердління отворів.
- Шліфувальна машинка ИЭ-2102А.
- Зварювальний напівавтомат А1197С.
- Машина для балансування БМ-4У.
- Контрольний стіл ОРГ-1468-01-080-А.
- Інструменти для вимірювання (лінійка ШД-2-1000, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1, щуп 4-2).

Цей маршрут дозволяє ефективно відновлювати молотильний барабан з мінімальними витратами часу та матеріалів.

2.6.4. Розрахунок і вибір режимів операцій запропонованого технологічного процесу відновлення молотильного барабану

Для прикладу приведений розрахунок зварювальної операції.

015 Зварювальна

Заварити місце тріщини (деф.3).

Вага наплавленого металу визначається по формулі:

$$G = L \cdot F \cdot \gamma = 5 \cdot 0,4 \cdot 7,5 = 15,0 \text{ г.} \quad (2.21)$$

де L – довжина шва не більше, $L = 5 \text{ см}$;

F – площа поперечного перерізу шва, $F = 1,8 \text{ см}^2$ табл. 93 [14, 15];

γ – щільність металу електроду, $\gamma = 7,5 \text{ г/см}^3$.

Основний час визначаємо по формулі:

$$T_o = \frac{60G}{\beta} Am = \frac{60 \cdot 15,0}{500} \cdot 1,07 \cdot 1,0 = 1,93 \text{ хв.} \quad (2.22)$$

де β – витрата ацетилену, $\beta = 500 \text{ л/год}$ табл. 113 [14];

A – коефіцієнт, який враховує довжину шва, $A = 1,07$ [14];

m – коефіцієнт, який враховує положення шва в просторі, для зручного положення $m = 1,0 \text{ мм}$.

Допоміжний час визначаємо по формулі:

$$T_e = T_{e1} + T_{e2} + T_{e3} = 1,6 + 1,4 + 0,9 = 3,9 \text{ хв.} \quad (2.23)$$

де T_{e1} – допоміжний час на огляд та очищення зварювального шва,

$T_{e1} = 1,6 \text{ хв}$ таблиця 114 [14];

T_{e2} – допоміжний час на встановлення, повороти і зняття деталі, $T_{e2} = 1,4 \text{ хв}$
таблиця 97 [14];

T_{e3} – допоміжний час на перехід зварювальника, $T_{e3} = 0,9 \text{ хв}$ таблиця 98 [14].

Оперативний час на операцію визначається по формулі:

$$T_{on} = T_o + T_g = 1,93 + 3,9 = 5,83 \text{ хв.}$$

Технологічна норма часу визначається по формулі:

$$T_n = T_o + T_g + T_{on} \cdot K_{дон} + T_{on} \cdot K_{нз} = \\ = 1,93 + 3,9 + 5,83 \cdot 0,08 + 5,83 \cdot 0,02 = 6,4 \text{ хв.} \quad (2.25)$$

де $K_{дон}$ – коефіцієнт відношення додаткового часу до оперативного $K_{дон} = 8\%$;

$K_{нз}$ – коефіцієнт відношення підготовчо-заключного часу до оперативного $K_{нз} = 2\%$.

Інші операції розраховуються аналогічно, загальний час на відновлення молотильного барабану становить 60,7 хв.

Ремонтне креслення та маршрут відновлення молотильного барабану наведені на другому аркуші графічної частини проекту.

2.7. Висновки

В результаті проведеної роботи була розрахована виробнича програма ремонтів господарства яка склала 33 ум. ремонти, загальна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт в майстерні становить 9791,4 люд-год. Розроблений загальний технологічний процес поточного ремонту комбайнів та проведений розподіл трудомісткості між дільницями майстерні. Проведені заходи з організації дільниці ремонту жаток та молотильних апаратів, а саме, сформований штат дільниці, вибране основне та допоміжне ремонтно-технологічне обладнання, площа необхідна для організації дільниці становить 144 м². Розроблена технологія відновлення молотильного барабану, яка дозволить покращити якість ремонту та значно знизити собівартість ремонтних робіт в цілому.

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Обґрунтування доцільності конструкторської розробки

Жатка це машина для скошування сільськогосподарських культур, формування і транспортування скошеної маси до наступних робочих органів (жатки комбайна) або з укладанням її на поле (жатка для роздільного збирання). Основними робочими органами жатки є: подільники, ріжучий апарат, мотовило, транспортери.

Ріжучий апарат це пристрій призначений для зрізання рослин, від роботи якого в більшій мірі залежить швидкість скошування рослин, та якість роботи жатки. На комбайнових і валкових жатках встановлюють ріжучі апарати декількох типів: сегментно-палацові закритого типу; безпальцеві або сегментно-пальцеві відкритого типу.

Ріжучий апарат жатки зрізає стебла за принципом ножиць. Нерухома його частина складається з чавунних або сталевих пальців з протиріжучими пластинками-вкладишами. Рухома частина (ніж) являє собою сталеву смугу з прикріпленими трапецеїдальними ножами-сегментами. Ніж рухається зворотно-поступально, і гострі кромки сегментів перерізують стебла рослин.

Основними дефектами ріжучого апарату, які впливають на ресурс жатки є деформація пальцевого бруса, обриви і руйнування сегментів та викришування різальних кромок.

Видалення пошкоджених сегментів ріжучого апарату є досить складною і трудомісткою операцією, для якої необхідно використовувати спеціальне обладнання.

При видаленні сегментів необхідно зберігати діаметр отворів в спинці ножа. Щільне з'єднання забезпечується попереднім підтисканням та приклепуванням сегментів до ножа.

3.2. Аналіз існуючих конструкцій обладнання для ремонту ножів ріжучого апарату жатки

Ручне пристосування для зрізання заклепок опис винаходу до патенту №979037.

Винахід відноситься до обробки металів тиском, вчасності до ручного інструменту для зрізання заклепок.

Пристрій для зрізання заклепок (рис. 3.1) містить корпус-упор 1, ріжучий елемент, виконаний у вигляді ексцентрика 2, ріжучу кромку 3, яка виконана у вигляді гвинтової спіралі зі зростаючим кутом підйому. Рукоятка 4 закріплена на ексцентрику 2, який встановлений на осі 5, закріпленої в корпусі-упорі 1.

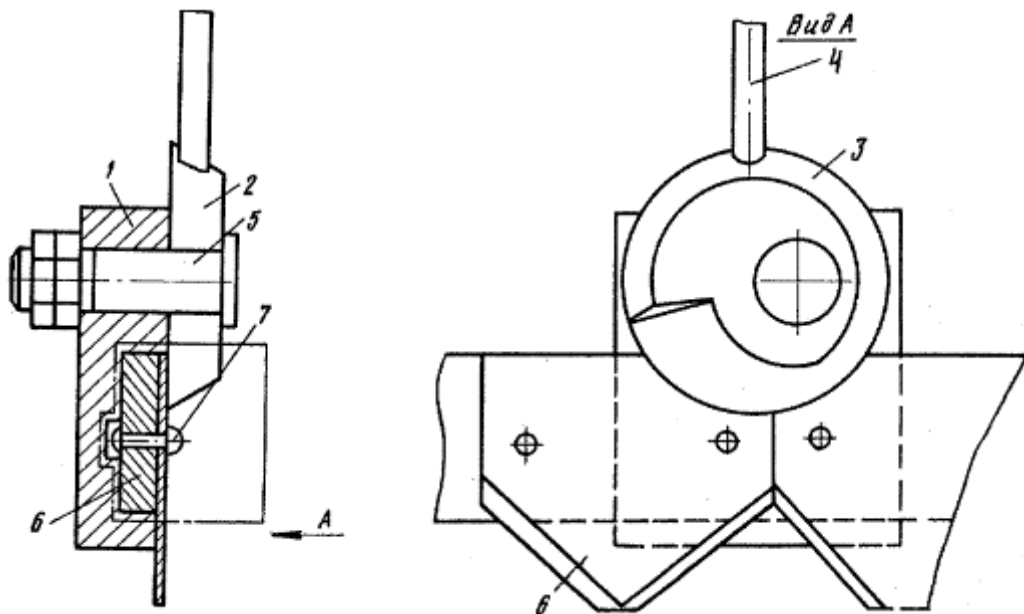


Рис. 3.1 – Схема ручного пристосування для зрізання заклепок патент №979037:

1 – корпус-упор; 2 – ексцентрик; 3 – ріжуча кромка; 4 – рукоятка; 5 – вісь;
6 – сегмент; 7 – заклепка

Пристрій для зрізання заклепок працює наступним чином.

В паз корпусу-упора вставляється демонтуємий сегмент 6 із заклепками 7. Обертаючи ексцентрик 2 за рукоятку 4 підводять ріжучу кромку 3 до головки заклепки 7, яку необхідно зрізати. При впровадженні ріжучої кромки 3 під

головку заклепки 7 відбувається зрізання стержня заклепки 7 і відрив її головки за рахунок зростаючого кута підйому гвинтової спіралі ріжучої кромки 3.

Основними перевагами даного пристосування є простота конструкції та мобільність, що дає можливість зрізати заклепки безпосередньо на комбайні.

Основними недоліками даного пристосування є трудомісткість процесу зрізання заклепок та необхідність прикладання значних зусиль що призводить до неякісного зрізання заклепок.

Пристрій для зрізання заклепок опис винаходу до патенту №2210456.

Винахід відноситься до області обробки металів, зокрема до ручного інструменту, призначеного для зрізання заклепок при демонтажі металовиробів.

Пристрій (рис. 3.2) містить корпус у вигляді скоби 1 з горизонтальною ділянкою 2. При необхідності ділянка 2 може бути виконана телескопічною. Пристрій забезпечений П-подібним важелем 3, зміщеним до одного з кінців скоби 1 і шарнірно закріпленим на осі 4, що проходить під скобою 1. Важіль 3, завдяки шарнірному кріпленню, може верхньою частиною відхилитися по осі під кутом $3...5^\circ$ по відношенню до корпусу скоби 1. За важелем 3 на ділянці 5 скоби 1 виконаний ложемент 6, в якому розміщений силовий привід 7, що містить силовий циліндр 8 і шток 9. силовий циліндр 8 жорстко закріплений на ложементі 6 з можливістю переміщення зі скобою 1. На вихідному кінці штока 9 закріплена опорна п'ята 10, на одній осі з якою з боку силового приводу 7, на верхній частині важеля встановлена зустрічна п'ята 11. на протилежному вертикальній ділянці 12 скоби 1 виконаний П-подібний паз 13, в якому встановлений різальний вузол, що містить ножедержач 14 зі знімним ріжучим елементом 15. Ріжуча кромка елемента 15 виконана відповідної форми головки заклепки, забезпечує його самовстановлення в процесі різання. Положення різального елемента 15 фіксується гвинтом 16 з ручкою 17. Тиск в силовому приводі 7 створюється через швидкоз'ємне з'єднання 18 гідравлічним насосом високого тиску (на кресленні не показаний). На бічних поверхнях скоби 1 з боку ріжучого вузла закріплені гвинти 20 і встановлені захисні екрани 21, в яких

виконані пази 22, за якими екрани 21 переміщуються по гвинтам 20. Деталь 23, з якої необхідно зрізати заклепки 24, встановлюють між ріжучим елементом 15 і важелем 3.

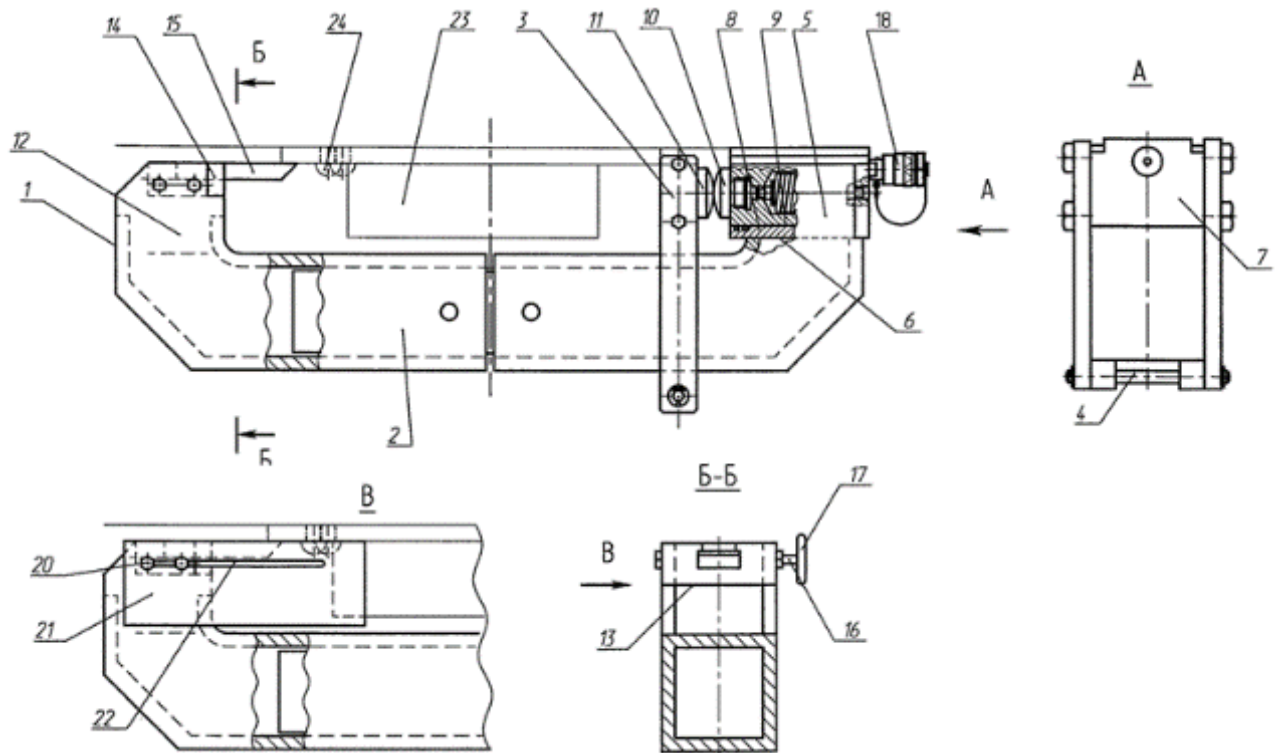


Рис. 3.2 – Схема пристрою для зрізання заклепок патент №2210456:

- 1 – скоба; 2 – горизонтальна ділянка; 3 – важіль; 4 – вісь; 5 – ділянка;
 6 – ложемент; 7 – силовий привід; 8 – силовий циліндр; 9 – шток; 10 – опорна п'ята;
 11 – зустрічна п'ята; 12 – вертикальна ділянка; 13,22 – паз;
 14 – ножетримач; 15 – ріжуча кромка; 16,20 – гвинт; 17 – ручка;
 18 – швидкоз'ємне з'єднання; 21 – захисні екрани; 23 – деталь; 24 – заклепки

Пристрій працює наступним чином.

За допомогою підйомного пристрою, наприклад технологічної візки (на кресленні не показано), пристрій для зрізання заклепок підводиться до деталі 23, з якої необхідно зрізати заклепки, таким чином, щоб деталь 23 розмістилась між ріжучим елементом 15 і важелем 3, а ріжучий елемент 15 підведений під головку заклепки 24. При цьому верхня частина важеля 3 завдяки шарнірному кріпленню впирається в бічну поверхню деталі 23 всієї своєї площиною, а з протилежного

кінця деталь 23 через заклепку впирається в ріжучий елемент 15. Переміщаючи екрани 21, закриваємо зону різання по обидва боки. Потім насосом створюється тиск в силовому приводі 7, в результаті чого шток 9 висувається і п'ятої 10 впирається в п'яту 11, і завдяки шарнірному кріпленню важеля 3 він щільно притискається до деталі 23. Після упору п'яти 11 в деталь 23 шток 9 припиняє рух, а тиск продовжуємо нагнітати, в результаті чого силовий циліндр 8 силового приводу 7 починає переміщатися в протилежну від штока 9 сторону. Так як силовий циліндр 8 приводу 7 жорстко закріплений на ложементі 6 скоби 1, то разом з ним починає переміщатися скоба 1 з ріжучим елементом 15, який здійснює в цей час зрізання заклепки 24. Відстріляна головка заклепки 24, вдаряючись об екран 21, падає на підставу скоби 1. Після зрізання заклепки 24 деталь 23 впирається в вертикальний виступ ділянки 12 скоби 1. Потім тиск скидається, шток 9, корпус 8 і скоба 1 повертаються в початкове положення. Деталь 23 переміщується для зрізу наступної заклепки і цикл повторюємо знову.

Основною перевагою даного пристрою є його маневреність, так як завдяки компоунанню і розробленим конструктивним вузлам він може використовуватися в будь-якому положенні по відношенню до деталі.

Основним недоліком даного пристрою є досить складна конструкція та необхідність комплектування його додатковим обладнанні, таким як гідравлічний насос високого тиску та технологічний візок.

Стенд для ремонту ножа ріжучого апарату сінокосарки.

Ремонт ножової полоси сінокосарки здійснюється на спеціальному стенді (рис. 3.3), який складається з рами 1, механізму кріплення ножа у вертикальному положенні, шпренгелів 4, рукоятки 6 і пари пневматичних циліндрів 5 для повороту ножа при виправленні. Виправлення спинки ножа (при згині) здійснюється на плиті 3 рами з попередньою фіксацією ножа за допомогою притискачів 7. Для заміни сегментів ніж слід укласти на плиту і зафіксувати затискачами таким чином, щоб заклепки розташовувалися навпроти отворів плити. Далі за допомогою пневматичного зубила необхідно зрубати заклепки з негідних сегментів, а потім вибити їх бородком. Допустимий просвіт між

площиною повірочної плити і виправленої спинкою ножа сінокосарки становить не більше 2 мм, прогин широкої сторони спинки повинен бути не більше 0,5 мм, прогин вузької сторони – не більше 0,1% її довжини.

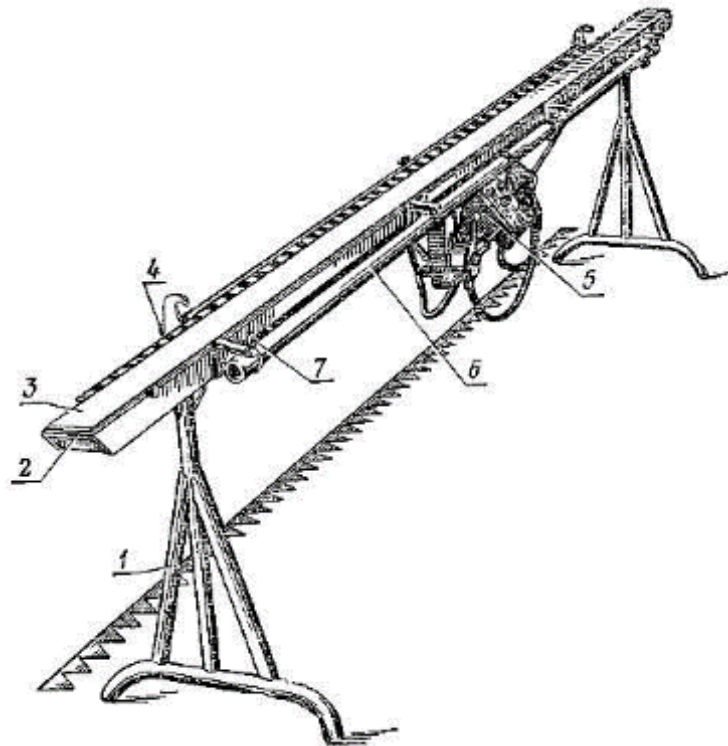


Рис. 3.3 – Схема стану для ремонту ножа ріжучого апарату сінокосарки:

1 – рама; 2 – паз кріплення ножа; 3 – плита; 4 – шпренгель; 5 – пневматичних циліндрів; 6 – рукоятка; 7 – притискач

Основними перевагами даного стану є можливість одночасного правлення та заміни сегментів ножа.

Основними недоліками даного стану є необхідність додаткового обладнання для зрізання заклепок зношених сегментів ножового апарату.

Стенд для ремонту ножів ріжучого апарату.

Стенд призначений для зрізання заклепок зношених сегментів ножового апарату та рихтування і перевірки прямолінійності сегментів після складання ножа.

Стенд (рис. 3.4) складається з основи пресу 1, рами лівих секцій зі стійками 5, рами правих секцій зі стійками 10 та щита керування.

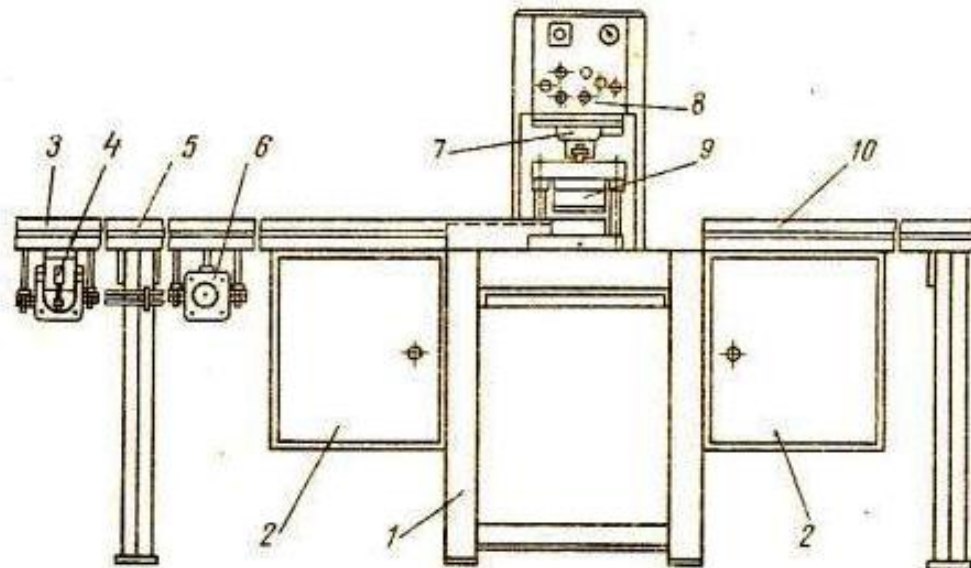


Рис. 3.4 – Схема Стенду для ремонту ножів ріжучого апарату:

1 – основа; 2 – тумбочки інструментальні; 3 – плита для рихтувальна; 4 – кран; 5 – рами лівих секцій; 6 – гідроциліндри для правки спинки ножа; 7 – гідроциліндр для пресу; 8 – щит керування; 9 – штамп; 10 – рама правих секцій

1. Ніж подається з рами правих секцій 10 у пресовий штамп 9, де пуансони видаляють заклепки зношених сегментів, відокремлюючи їх від спинки ножа.

2. На рамі лівих секцій 5 здійснюється:

- Контроль прямолінійності спинки ножа
 - Правлення за допомогою гідроциліндрів 6
- Допустиме відхилення: ≤ 1 мм/1 м довжини

3. Після заміни блоку штампа:

- Виконується клепка нових сегментів

4. На рамі лівих секцій 5:

- Ніж встановлюють на ребро
- Фіксують гідроциліндрами 6
- Контролюють прямолінійність сегментів

Критерії якості:

- Відхилення ріжучих кромки $\leq 0,5$ мм
- При невідповідності - рихтування спецвилкою

5. При обриві спинки:

- Видаляють два сусідніх сегмента
- Фіксують спинку на штифтах кондуктора
- Виконують двостороннє зварювання

(деталі процесу на рис. 3.5)

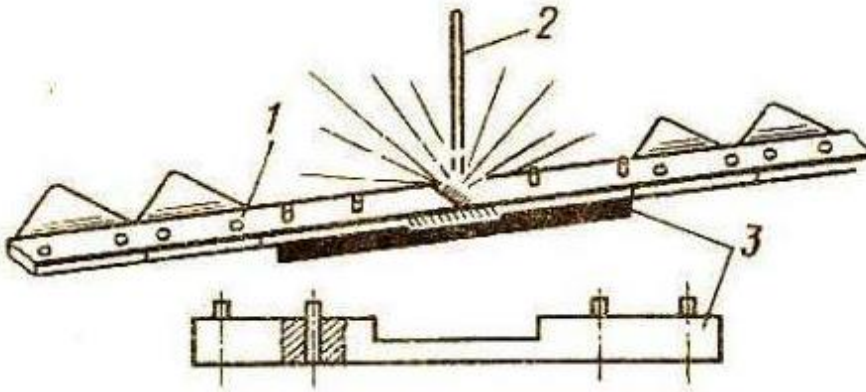


Рис. 3.5 – Схема зварювання спинки ножа в кондукторі:

1 – ніж; 2 – електрод; 3 – кондуктор

Основними перевагами даного стану є можливість одночасного зрізання заклепок, правлення спинки ножа та заміна його сегментів.

Основними недоліками даного стану є досить складна конструкція, досить великі габарити та наявність декількох гідроциліндрів, для живлення яких необхідно комплектувати станд гідравлічною станцією, що негативно впливає на вартість стану.

Враховуючі наведені переваги та недоліки наявних пристосувань та станів для ремонту ножів ріжучого апарату необхідно розробити прес, який відповідатиме наступним вимогам:

- мати нескладну конструкцію, та високий рівень нормалізації та уніфікації, тобто містити якомога більше стандартних деталей;
- необхідно обладнаний станд пневматичним силовим механізмом з приводом від пневмомагістралі ремонтної маймтерні;
- бути універсальним, мати можливість виконувати декілька функцій;
- бути простим в експлуатації та обслуговуванні;

– бути надійним та довговічним.

3.3. Призначення, будова та принцип дії пневмопресу

Запропонований прес призначений для зрізання заклепок зношених сегментів ножового апарату та рихтування і перевірки прямолінійності сегментів ножа. Окрім основних функцій на даному пресі можливе проведення різноманітних пресових операцій, для чого стенд необхідно укомплектувати допоміжними надставками.

Запропонований прес доцільно застосовувати на ремонтно-монтажних ділянках і спеціалізованих постах ремонтних майстерень господарств. Також застосування запропонованого пресу актуальне на спеціалізованих підприємствах з ремонту комбайнів.

Прес (рис. 3.6) складається з основи 1 та рами правих і лівих секцій зі стійками 2. Для передачі зусилля на основі 1 пресу встановлений пневматичний циліндр 3, який коромислом 5 через важіль 4 з'єднаний зі штоком 6 на кінці якого встановлений пуассон 8. Шток пуассона 6 переміщується по напрямній втулці 7.

Ножі ріжучого апарату 9 утримуються у вертикальному напрямі між напрямною 10 та опорою 11, які встановлені на плиті. Внутрішня поверхня напрямної 10 повторює окреслення пуассона 8, який і виконує зрізання заклепок.

Живлення пневматичного циліндра 3 виконується з централізованої магістралі стисного повітря ремонтної майстерні господарства ($p = 0,63$ МПа). Керування пневмоцилінром відбувається за допомогою двопозиційного пневморозподільника 12.

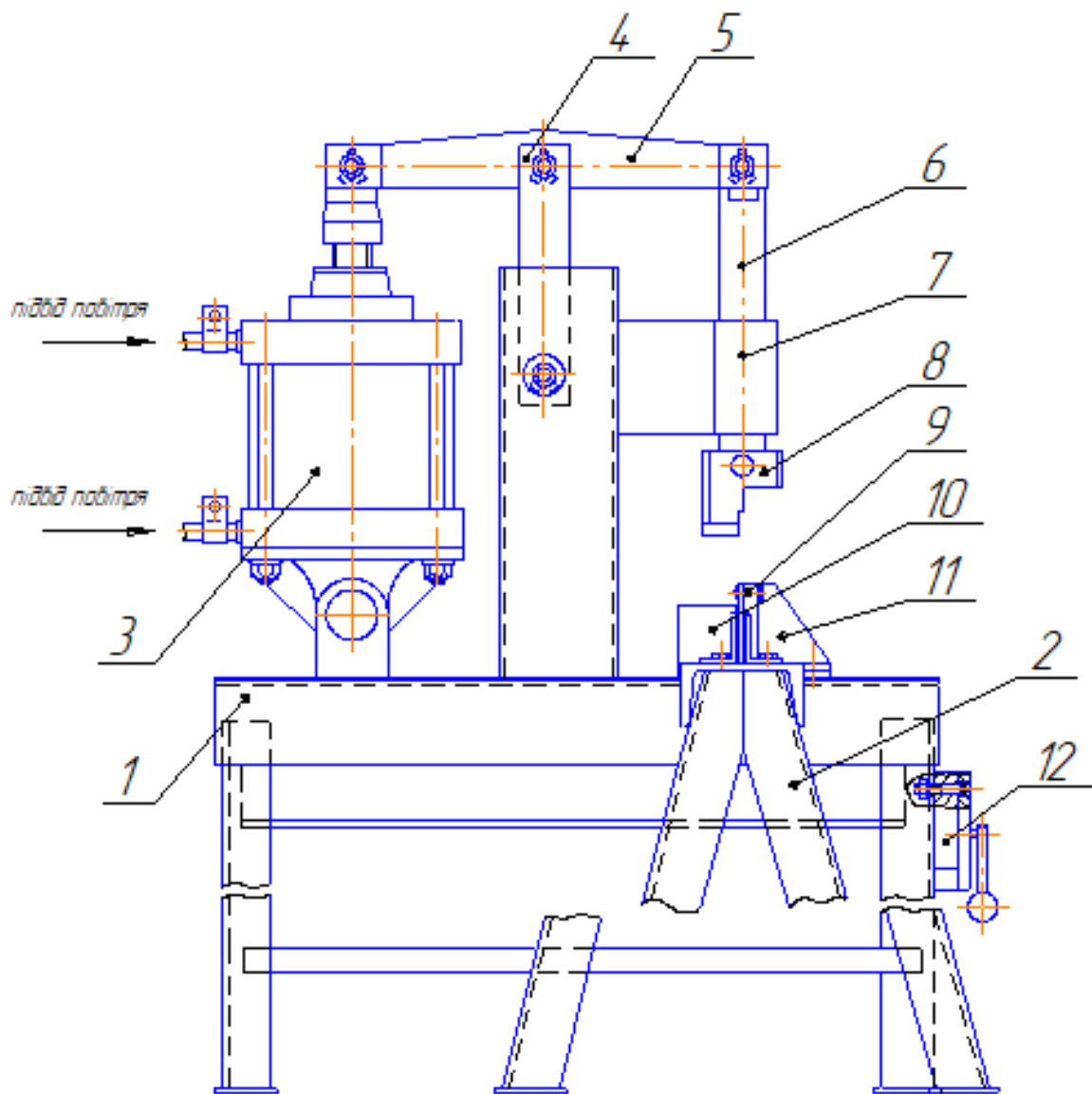


Рис. 3.6 – Схема пневмопреса для ремонту ножів ріжучого апарату:

1 – основа; 2 – рама правих і лівих секцій зі стійками; 3 – пневматичний циліндр; 4 – важіль; 5 – коромисло; 6 – шток; 7 – напрямна втулка; 8 – пуассон;
9 – ніж; 10 – напрямна; 11 – опора; 12 – пневморозподільник

3.4. Розрахунок елементів пневмопресу

3.4.1. Розрахунок і вибір пневматичного циліндра

З умови міцності на зріз [18] визначаємо силу необхідну для зрізання заклепок по формулі:

$$F_3 = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot z \cdot i \cdot [\tau_{зр}]}{4} = \frac{3,14 \cdot 6^2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 100}{4} = 5652 \text{ Н.} \quad (3.1)$$

де d – діаметр заклепки, $d = 6$ мм;

z – кількість заклепок, $z = 2$ шт;

i – число площин зрізу заклепок, $i = 1$;

$[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження зрізу, для сталеві заклепки $[\tau_{зр}] = 100$ МПа.

Враховуючі коефіцієнт запасу пневматичного циліндра, розрахункове зусилля, яке необхідно створити для зрізання заклепок становить:

$$F_p = k_3 \cdot F = 2,0 \cdot 5652 = 11304 \text{ Н.} \quad (3.2)$$

Для створення необхідного зусилля розрахунковий діаметр пневматичного циліндра визначаємо по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11304}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,9}} = 159,4 \text{ мм.} \quad (3.3)$$

де p – тиск повітря в пневматичній системі, $p = 0,63$ МПа;

η – ККД втрат в пневматичному циліндрі, $\eta = 0,85 \dots 0,95$.

Приймаємо пневмоциліндр ПЦ 11-160-100 УХЛ4 ISO 6431:

- виконання: односторонньої дії з пружинним поверненням і одностороннім штоком;
- номінальний тиск – 1,0 МПа;
- діаметр поршня – 160 мм;
- хід поршня – 100 мм;
- діаметр штока – 40 мм.

Дійсне зусилля, яке створює пневматичний циліндр визначаємо по формулі:

$$F = \frac{\pi \cdot D_n^2 \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{3,14 \cdot 160^2 \cdot 0,63 \cdot 0,9}{4} = 11394 \text{ Н.} \quad (3.4)$$

Оскільки дійсне зусилля, яке створює пневматичний циліндр більше розрахункового то прийнятий пневматичний циліндр ПЦ 11-160-100 УХЛ4 ISO 6431 нам підходить.

Час спрацювання пневматичного циліндра визначаємо по формулі:

$$t = \frac{D_n \cdot L}{d_0^2 \cdot v_n} = \frac{160 \cdot 100}{10 \cdot 17 \cdot 10^3} = 0,1 \text{ с.} \quad (3.5)$$

де D_n – діаметр поршня, $D_n = 160 \text{ мм}$;

L – хід поршня, $L = 100 \text{ мм}$;

d_0^2 – діаметр трубопроводу, $d_0^2 = 10 \text{ мм}$;

v_n – швидкість руху повітря в трубопроводі, $v_n = 17 \text{ м/с}$.

Швидкість руху поршня визначаємо по формулі:

$$v = \frac{L}{1000 \cdot t} = \frac{100}{1000 \cdot 0,1} = 1,0 \text{ м/с.} \quad (3.6)$$

Витрату повітря за один робочий або холостий хід поршня визначаємо по формулі:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L \cdot p \cdot n}{4 \cdot 10^5} = \frac{3,14 \cdot 160^2 \cdot 100 \cdot 0,63 \cdot 15}{4 \cdot 10^5} = 190 \text{ л/хв} = 11,4 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (3.7)$$

де n – кількість циклів, $n = 15 \text{ хв.}^{-1}$

3.4.2. Вибір пневмоапаратури

Для безперебійної роботи пневмоприводу потрібно забезпечити осушення повітря, можливість змащування системи, а також захист від коливань тиску. На рисунку 3.7 показано схему підключення пневмоциліндра, яка враховує ці вимоги. Система повинна включати фільтри для видалення вологи, пристрої для подачі мастила, регулятори тиску та запобіжні клапани, що дозволить уникнути поломок і забезпечить тривалий термін служби обладнання.

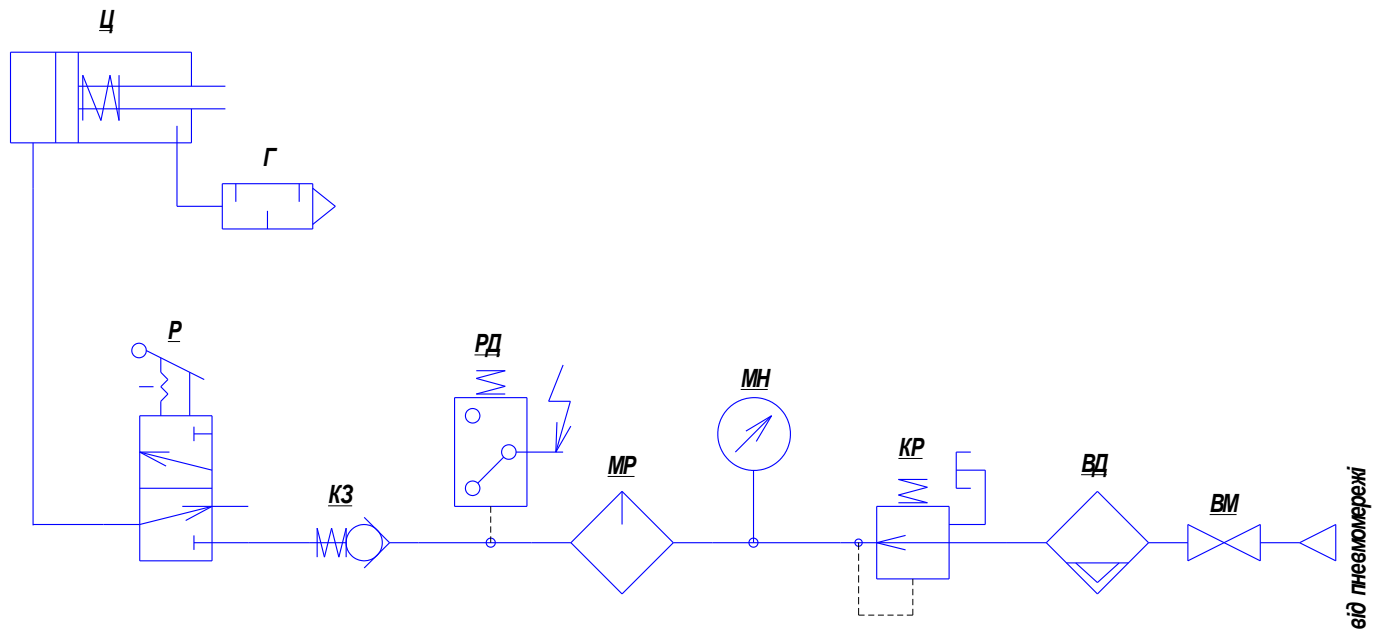


Рис. 3.7 – Схема підключення пневмоциліндра:

Ц – пневмоциліндр; *Г* – пневмоглушник; *Р* – пневморозподільник;
КЗ – зворотний клапан; *РД* – реле; *МР* – маслорозпилювач; *МН* – манометр;
КР – клапан редуційний; *ВД* – фільтр-осушувач; *ВМ* – вентиль

Пневмоциліндр (рис. 3.7) працює наступним чином.

Стиснене повітря спочатку проходить через вхідний вентиль *ВМ*, потім надходить у фільтр-осушувач *ВД* для очищення від вологи. Редуційний клапан *КР* регулює тиск, знижуючи його з мережного до робочого значення 0,63 МПа. Поточний контроль тиску здійснюється манометром *МН*.

Для змащення системи в повітряний потік впорскується мастильна рідина через маслорозпилювач *МР*. Реле тиску *РД* постійно моніторить показники в діапазоні 0,1-1,0 МПа, подаючи сигнал при досягненні заданих параметрів і

аварійно відключаючи прес при критичному падінні тиску. Додатковий захист забезпечує зворотний клапан КЗ, що запобігає небезпечному зниженню тиску в системі.

Робочий цикл пневмоциліндра Ц регулюється пневморозподільником Р, який керує подачею стисненого повітря. Відпрацьоване повітря видаляється через глушник Г, що зменшує шум при скиданні в атмосферу.

Пневмоапаратуру вибираємо за номінальним тиском і номінальною витратою повітря.

– Пневмоглушник 2113-10 ТУ 4152-002-00220859-95:

- умовний прохід – 10 мм;
- пропускна здатність не менше – 1,6 м³/год;
- максимальний тиск в пневмоприводі – 1,0 МПа;

– Пневморозподільник ЗР-6-262-3:

- умовний прохід – 10 мм;
- тип – пневматичний, 3-х лінійний, 2-х позиційний;
- номінальний тиск – 1,0 МПа;
- пропускна здатність, не менше – 0,75 м³/год;
- керування – ручне, з фіксацією в крайніх положеннях.

– Зворотний клапан ПО-10-2 ГОСТ14691-69:

- умовний прохід – 10 мм;
- номінальний тиск – 1,0 МПа;
- тиск відкриття клапана – 0,03 МПа;
- пропускна здатність, не менше – 1,6 м³/год.

– Реле тиску РД23 УХЛ4 ТУ2.053.574-8469.001-88:

- номінальний тиск – 1,0 МПа;
- діапазон контрольованих тисків – 0,1...1,0 МПа.

– Маслорозпилювач ПМ-10-1-0:

- умовний прохід – 10 мм;
- номінальний тиск – 1,0 МПа;

- номінальна витрата повітря при тиску 0,63 МПа на вході, не менше – 1,25 м³/хв.
– Манометр 6,3 ГОСТ 8625-77.
– Редукційний пневмоклапан ПРК-10-0-2(1):
- умовний прохід – 10 мм;
- номінальний тиск – 1,0 МПа;
- межі регулювання тиску повітря на виході з клапана – 0,05...0,63 МПа;
- номінальна витрата повітря при тиску 0,4 МПа на виході, не менше – 0,63 м³/хв.
– Фільтр-осушувач П-ФВ-10-1-0:
- умовний прохід – 10 мм;
- номінальний тиск – 1,0 МПа;
- абсолютна тонкість фільтрації – 40 мкм.

3.4.3. Перевірочний розрахунок опорного пальця пневмоциліндра

Оскільки пневмоциліндр кріпиться до основи пресу за допомогою проушини, то необхідно виконати перевірочний розрахунок опорного пальця на зріз та зминання.

Умова міцності опорного пальця на зріз [18]:

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_n^2} \leq [\tau_{зр}], \quad (3.8)$$

де d_n – діаметр опорного пальця, $d_n = 30$ мм;

$[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження на зріз, для сталі Ст3 $[\tau_{зр}] = 40$ МПа.

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot 11394}{3,14 \cdot 30^2} = 16,2 \text{ МПа} \leq [\tau_{зр}] = 40 \text{ МПа.}$$

Умова міцності опорного вальця на зріз виконується.

Внутрішня частина проушини діє на поверхню опорного пальця, тому зминанню підлягає циліндрична поверхня опорного пальця.

Умова міцності опорного пальця на зминання [5]:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.9)$$

де $A_{зм}$ – площа зминання опорного пальця пневмоциліндра, мм²;

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження зминання, для сталі Ст3 $[\sigma_{зм}] = 160$ МПа.

Площу зминання опорного пальця пневмоциліндра визначаємо по формулі:

$$A_{зм} = d_n \cdot h = 30 \cdot 45 = 1350 \text{ мм}^2. \quad (3.10)$$

де h – ширина проушини пневмоциліндра, $h = 45$ мм.

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A_{зм}} = \frac{11394}{480} = 23,8 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 160 \text{ МПа}.$$

Умова міцності опорного пальця пневмоциліндра на зминання виконується.

3.4.4. Визначення діаметра штифта коромисла

Коромисло пневмоциліндра кріпиться до важеля пресу за допомогою штифта, який отримує напруження різну, згідно схеми рис. 3.8.

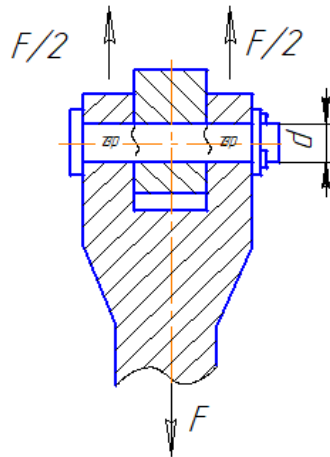


Рис. 3.8 – Схема розрахунку штифта на зріз

З умови міцності на зріз [5] визначаємо діаметр штифта:

$$d_{ш} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot i \cdot [\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11394}{3,14 \cdot 2 \cdot 40}} = 15,1 \text{ мм.} \quad (3.11)$$

де i – число площин зрізу, згідно схеми з'єднання коромисла (рис. 3.8),
 $i = 2$;

$[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження на зріз, для сталі Ст3 $[\tau_{зр}] = 40 \text{ МПа}$.

Приймаємо діаметр штифта для кріплення коромисла $d_{ш} = 16 \text{ мм}$.

3.4.5. Розрахунок штока пресу на жорсткість

Шток пресу працює на стиск і має велику вільну довжину. Розрахункова схема штока та епюра повздовжньої сили наведені на рис. 3.9.

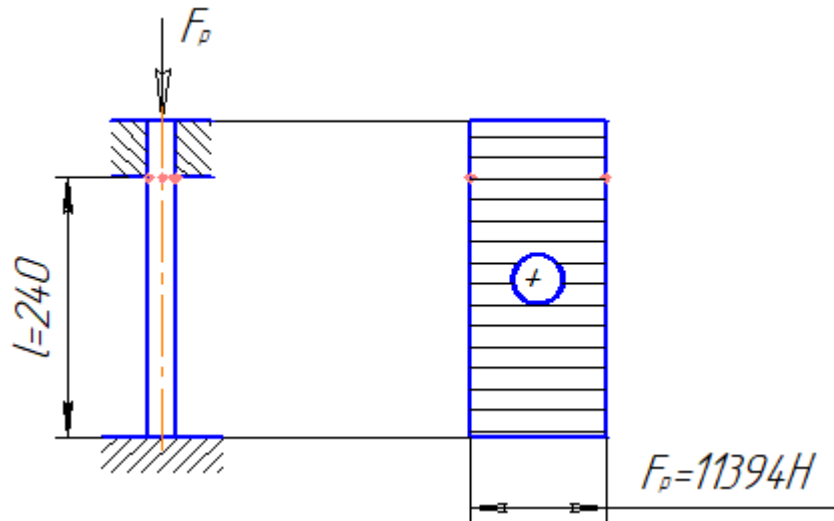


Рис. 3.7 – Розрахункова схема штока та епюра повздовжньої сили

Умова жорсткості [5] штока має вигляд:

$$Y \leq [Y], \quad (3.12)$$

де Y – фактичний прогин штока, мм.

$[Y]$ – допустимий прогин штока, мм.

Фактичний прогин штока визначаємо по формулі:

$$Y = \frac{F_p \cdot L^3}{48E \cdot J} = \frac{11394 \cdot 240^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 125600} = 0,015 \text{ мм.} \quad (3.13)$$

де L – довжина між опорами штока, визначається конструктивно $L = 240 \text{ мм}$;

E – модуль пружності, для сталі $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

J – осьовий момент пору, мм^4 .

Осьовий момент опору штока визначаємо по формулі:

$$J = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 40^4}{64} = 125600 \text{ мм}^4. \quad (3.14)$$

де d – діаметр штока, $d = 40$ мм.

Допустимий прогин штока визначаємо по формулі:

$$[Y] = (0,002 \dots 0,003) \cdot L = (0,002 \dots 0,003) \cdot 240 = 0,48 \dots 0,72 \text{ мм.} \quad (3.15)$$

Оскільки:

$$Y = 0,015 \text{ мм} \leq [Y] = 0,48 \text{ мм.}$$

Умова міцності штока виконується.

3.5. Рівень нормалізаційної оцінки та уніфікації розробленої конструкції пневмопреса

В процесі проектування пристроїв та стендів необхідно дотримуватися того, щоб конструкція включила в себе як можна більше стандартизованих елементів. Їх застосування в конструкціях стендів дозволяє проводити швидко заміну, коли вони виходять із ладу і підвищує оцінку уніфікації.

Нормалізація і стандартизація дає економічний ефект на всіх етапах створення і використання пристроїв. Так, на етапі проектування нормалізовані і стандартизовані деталі та складальні одиниці не конструюються заново.

При виготовленні різних пристроїв, в яких застосовуються нормалізовані і стандартизовані складальні одиниці, збільшується число однакових деталей і їх можна виготовляти партіями.

В умовах експлуатації ряд швидко зношених деталей потрібно замінювати. При застосуванні нормалізованих і стандартизованих елементів прискорюється і зменшується в ціні ремонт пристроїв.

Уніфікація розробленого пневмопреса визначається ступенем уніфікації за виразом:

$$R_{np} = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100, \quad (3.16)$$

де R_{np} – ступінь уніфікації;

n – загальна кількість типорозмірів складових частин пневмопреса;

n_0 – загальна кількість оригінальних деталей.

В розробленій конструкції пневсопреса кількість складових частин і деталей $n = 78$, із них кількість оригінальних деталей $n_0 = 27$, тоді ступінь уніфікації становить:

$$R_{np} = \frac{78 - 27}{78} \cdot 100 = 65\%$$

Отримане значення ступеня уніфікації розробленої конструкції свідчить про вдалу конструкцію розробленого пневмопреса.

3.6. Вимоги безпеки

Для нормального і безпечного використання пресу до роботи повинні бути допущені особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки. Персонал повинен знати будову станду, його технічні характеристики, технологію проведення робіт, заходи щодо його технічного обслуговування і ремонту. Використання станду дозволяється тільки в рамках галузі застосування, описаної в пункті 3.3 даного розділу.

Вимоги безпеки:

- 1) не допускається робота на несправному обладнанні;
- 2) всі з'єднання станду повинні бути надійно затягнуті номінальним моментом за допомогою динамометричного ключа;
- 3) рухомі частини (шток пневмоциліндрі, шток пуассона) повинні переміщатися плавно, без ривків і ударів;
- 4) необхідно стежити за мащенням пневматичного обладнання та штока пуассона;
- 5) пневматичні вузли станда (з'єднання пневмоциліндра, пневморозподільника, з'єднувальні рукави) повинні бути герметичні.

3.7. Технічне обслуговування

Один раз на тиждень необхідно змащувати направляючу штока пуассона консистентним мастилом Літол-24.

Технічне обслуговування обладнання виконується з наступною періодичністю:

1. Кожні 3 місяці:

- Контроль і підтягування всіх різьбових з'єднань

- Детальна перевірка герметичності пневмомагістралей методом "омилювання"

2. Щорічно:

- Повне розбирання пневмоциліндра з подальшою заміною гумотехнічних елементів (манжет, ущільнень)

- При виявленні корозійних пошкоджень - відновлення захисного покриття стенду емаллю ПФ-115 сірого кольору

Додаткові зауваження:

- Під час сезонного ТО (перед початком зимового періоду) рекомендується посилений контроль стану пневмосистеми

- Заміна фарбувального покриття виконується за наявності механічних пошкоджень або відшарування емалі. При будь-якому обслуговуванні, у разі виявлення «розтріскування» з'єднувальних шлангів проводиться їх заміна.

3.8. Технічна характеристика пневмопресу

Розроблена конструкція пневмопресу для зрізання заклепок з ріжучого апарату жаток є універсальною і має наступні технічні характеристики, які наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика стенда

№ з/п	Назва показника та одиниці вимірювання	Значення показника
1	Конструкція	розбірно-зварна
2	Привід	пневматичний
3	Номінальний тиск у пневмосистемі, МПа	0,63
4	Витрата повітря, л/хв	190
5	Кількість циклів, хв. ⁻¹	15
6	Пневмоциліндр	1411-160×100 УХЛ4 ГОСТ 15608-81
7	Пневморозподільник	ЗР-6-262-3
9	Габаритні розміри, мм	640×5010×1350
10	Вага стенда, кг	250

3.9. Висновок

Розроблений пневматичний прес є універсальним, оскільки дозволяє окрім основних функцій зрізання зношених сегментів ножового апарату та рихтування і перевірки прямолінійності сегментів проводити різноманітні пресові операції. Використання пневматичного силового механізму в конструкції пресу дозволить значно спростити операцію зрізання заклепок та зменшити трудомісткість ремонтних робіт. Роботоздатність стенду підтверджена розрахунками а ступінь уніфікації пресу на рівні 65% свідчить про вдачу його конструкцію.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Марганецька птахофабрика як велике агропромислове підприємство має високий рівень організації охорони праці, що відповідає вимогам законодавства України. На підприємстві діє система управління охороною праці (СУОП), яка включає:

- навчання та інструктажі працівників з ТБ;
- медичні огляди та видачу спецодягу;
- контроль виробничої санітарії (освітлення, вентиляція, шум);
- розробку інструкцій з безпечного виконання робіт.

Основні проблеми в ремонтній майстерні:

- недостатня вентиляція при зварювальних роботах;
- наявність пилу та випарів мийних розчинів;
- ризик механічних травм під час роботи з обладнанням.

4.2. Шкідливі та небезпечні фактори при ремонті жаток

Під час ремонту жаток комбайнів працівники стикаються з такими небезпеками:

1. Фізичні фактори:

- рухомі частини механізмів (ризик защемлення, пошкодження кінцівок);
- високий рівень шуму (до 85 дБ при роботі пневмоінструментів);
- використання стисненого повітря (можливі травми очей).

2. Хімічні фактори:

- випари мастил, палива, мийних засобів;
- пил при шліфуванні металів.

3. Ергономічні фактори:

- незручні пози під час ремонту (нахили, тривале стояння);

- підйом важких деталей (ризик травм хребта).

4.3. Рекомендації щодо покращення умов праці

Для зниження травматизму та професійних захворювань необхідно:

1. Технічні заходи:

- встановити витяжну вентиляцію в зоні зварювання;
- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту (окуляри, респіратори, рукавиці);
- використовувати підйомні механізми для важких деталей.

2. Організаційні заходи:

- проводити щорічне навчання з ТБ;
- впровадити систему попереджувальних знаків (наприклад, у зонах з підвищеним шумом);
- забезпечити регулярний медогляд працівників.

3. Індивідуальні заходи:

- дотримуватися режиму праці та відпочинку (перерви кожні 1,5–2 години);
- уникати роботи у втомленому стані.

4.4. Висновок

Стан охорони праці на Марганецькій птахофабриці в цілому відповідає нормам, але в ремонтній майстерні існують ризики, пов'язані з механічними, хімічними та ергономічними факторами. Для їх усунення необхідно вдосконалити систему вентиляції, забезпечити персонал якісними засобами захисту та підвищити культуру безпеки через регулярні інструктажі. Ці заходи дозволять знизити травматизм і підвищити ефективність роботи.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

З метою підвищення ефективності організації ремонтних процесів комбайнів в центральній ремонтній майстерні ТОВ «Марганецька птахофабрика» було розроблено комплекс заходів, спрямованих на її модернізацію та реконструкцію. У рамках реалізації цих заходів у ремонтній майстерні господарства було створено окрему дільницю ремонту зерно та кормозбиральних комбайнів, а також здійснено закупівлю сучасного ремонтно-технологічного обладнання, що відповідає сучасним вимогам до якості та продуктивності ремонтних робіт.

Відповідно до зведених даних, наведених у таблиці 2.4, для забезпечення впровадження нових технологій та технічних засобів потрібно додатково інвестувати 1270000 грн на придбання обладнання. Крім того, витрати на реконструкцію приміщень і технічну модернізацію майстерні становлять 810000 грн.

У цьому контексті основними техніко-економічними показниками, які характеризують ефективність реалізації проекту, виступають рівень рентабельності інвестицій та розрахунковий період окупності капіталовкладень. Ці показники дозволяють зробити обґрунтовані висновки щодо доцільності впровадження запропонованих змін.

Початковими вихідними даними для економічного аналізу слугують показники, узагальнені в додатку А. Для здійснення повної економічної оцінки доцільності реконструкції та оновлення технічної бази необхідно провести розрахунок, який здійснено у програмі Microsoft Excel, а результати наведено у додатку Б та на слайді графічної частини.

Висновок. Здійснений економічний аналіз проекту підтверджує його доцільність та ефективність. Розрахований рівень рентабельності ремонтно-відновлювальних робіт становить 36,4 %, що свідчить про високий потенціал прибутковості інвестицій. Окрім того, прогнозований термін окупності

капіталовкладень дорівнює 4,4 роки, що є прийнятним показником для подібних інженерно-технічних проектів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Для забезпечення своєчасного та ефективного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт із залученням необхідної кількості кваліфікованих працівників було розроблено оптимальну програму ремонту машинно-тракторного парку господарства. Згідно з розрахунками, річна потреба становить 33 умовних ремонти. Загальна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих процесів у межах ремонтної майстерні складає 9791,4 людино-години.

З метою забезпечення належної якості ремонтних робіт розроблено уніфікований технологічний процес поточного ремонту зернозбиральних комбайнів. Крім того, було здійснено техніко-економічне обґрунтування складу основних виробничих дільниць майстерні. Аналіз розподілу трудомісткості показав, що на дільницю ремонту жаток і молотильних апаратів припадає 1713,5 люд.-год.

Для ефективної роботи цієї дільниці запропоновано низку організаційно-технічних заходів, зокрема:

- розроблено типовий технологічний процес ремонту жаток та молотильних апаратів;
- сформовано штатний розпис, що передбачає одну посаду слюсаря-ремонтника;
- здійснено підбір основного та допоміжного ремонтно-технологічного обладнання;
- визначено площу для організації дільниці, яка становить 144 м².

У рамках підвищення технічного рівня ремонтних робіт розроблено технологію відновлення молотильного барабана, яка дозволяє не лише підвищити якість ремонту, але й знизити загальну собівартість виконаних робіт.

Як елемент конструкторської частини проекту спроектовано пневматичний прес, призначений для зрізання заклепок зношених сегментів ножового апарата, а також для рихтування та контролю прямолінійності ножів. Застосування пневматичного приводу у конструкції дозволяє значно зменшити

трудомісткість операцій, пов'язаних з ремонтом, та спростити технологічний процес. Роботоздатність пристрою підтверджена інженерними розрахунками, а ступінь уніфікації складових елементів преса, що досягає 65 %, свідчить про високий рівень технічного рішення.

Окрема увага приділена питанням охорони праці. Проведено аналіз наявного стану безпеки праці в господарстві та запропоновано комплекс заходів щодо підвищення рівня безпеки під час виконання газозварювальних робіт. Також сформовано рекомендації з покращення загальної системи охорони праці.

Результати техніко-економічного обґрунтування запропонованих проектних рішень засвідчують їхню ефективність: очікуваний річний економічний ефект складає близько 500000 грн, а термін окупності капітальних інвестицій становить 4,4 років.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України. (2023). *Сільське господарство України: статистичний збірник*. Київ.
2. Міністерство аграрної політики України. (2023). *Стан машинно-тракторного парку в аграрному секторі*. Офіційний звіт.
3. Хлудеєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудеєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
4. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2013. – №108. – С. 133-142.
5. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19.
6. Внутрішні дані технічного відділу Марганецької птахофабрики (2024).
7. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
8. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.
9. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.

10. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.
11. John Deere Harvester Works. (2015). *John Deere 9500 combine repair manual* (Publication No. 1108 s). United States: John Deere Harvester Works.
12. John Deere. (2016). *Operator's manual: John Deere 9640, 9660, 9680 WTS combines*. United States: John Deere (Publication No. 653 s). United States: John Deere Harvester Works.
13. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John D серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
14. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.
15. Калганков Є.В. Розробка ТПВД / Калганков Є.В. – ДДАЕУ, 2013. – 75 с.
16. Пат. 119244 Україна, МПК7 МПК G01N 33/44 (2006.01). Пристрій для випробувань гумових елементів на стирання [Текст] / Дирда В.І.; Калганков Є.В.; Черній О.А.; Цаніді І.М.; Калганков Б.В.. u201602207; заявл. 09.03.2016 ; опубл. 25.09.2017, бюл. № 18- 4с.
17. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Є.В.; Грачова В.М.; Косенко А.В. - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.
18. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.

19. Калганков Е.В. Расчет долговечности резиновых футеровок шаровых рудоразмольных мельниц с учетом старения резины / Калганков Е.В. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб . наук . Праць , Ін- т геотехнічної механіки ім. М .С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – No 113. С. 181–202.

20. Годяєв С. Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці», ОКР бакалавр за напрям підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». / С.Г. Годяєв, Л.Д. Устимович. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 21 с.

21. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документація</u>						
A1			46ДП.06 7000.000.ВЗ	Вид загальний		
<u>Складальні одиниці</u>						
	1		46ДП.06 7000.100.СК	Основа преса	1	
	2		46ДП.06 7000.200.СК	Стійка ліва	1	
	3		46ДП.06 7000.300.СК	Стійка права	1	
<u>Деталі</u>						
	4		46ДП.06 7000.004	Гайка	1	
A4	5		46ДП.06 7000.005	Важіль	1	
	6		46ДП.06 7000.006	Коромисло	1	
	7		46ДП.06 7000.007	Шток	1	
A3	8		46ДП.06 7000.008	П'юссон	1	
A4	9		46ДП.06 7000.009	Напрямна	1	
A3	10		46ДП.06 7000.010	Опора	1	
A3	11		46ДП.06 7000.011	Плита	1	
	12		46ДП.06 7000.012	Опорний палець	1	
<u>Стандартні вироби</u>						
	13			Пневмоцилінд 1212-160×100 УХ/14 ГОСТ 15608-81	1	
	14			Штифт Clevis pin ISO 2341-A-16×80-St	2	
	15			Шлинт 1×20.4 ГОСТ 397-79	5	
			46ДП.06 7000.000			
			Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разраб.	Горб		
			Проб.	Калганков		
			Н.контр.	Юлев		
			Утв.	Дудін		
				Пневмопрес для ремонту ножів ріжучого апарату		
				Лит.	Лист	Листов
					1	2
				ДДАЕУ		

Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення	Значення показників	
	показників	Базовий варіант	Проектний варіант
Обсяг ремонтних робіт, ум. рем.	Q	37	42
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц1ум рем	65000,00	85000,00
Кількість основних робітників, осіб	Кпр	5	6
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням,	ЗПср	15000,00	18000,00
Вартість діючого обладнання (балансова), грн.	Бд	410000,00	
Вартість придбаного обладнання, грн.	Бпр	—	1270000,00
Вартість будівлі за балансом, грн.	Ббуд	67000,00	—
Витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію	Брек	—	810000,00
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	Qел	39400	41700
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	Цел	6,40	8,20

Техніко-економічні показники проекту

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
	Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	37	42
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	65000,00	85000,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	2405000,00	3570000,00
Кількість основних робітників, осіб.	5	6
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	—	2080000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн..	1518020,04	2565197,45
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1098000,00	1581120,00
- амортизаційні відрахування, грн.	95112,20	436479,20
- вартість електроенергії, грн.	252160,00	341940,00
- витрати на ПР та ТО, грн.	28533,66	130943,76
- інші витрати, грн..	44214,18	74714,49
Повна собівартість продукції, грн	1920680,44	2616501,40
Загальний прибуток, грн.	484319,56	953498,60
Рівень рентабельності, %	25,2	36,4
Приріст прибутку, грн.	—	469179,04
Термін окупності додаткових вкладень, років	—	4,4

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

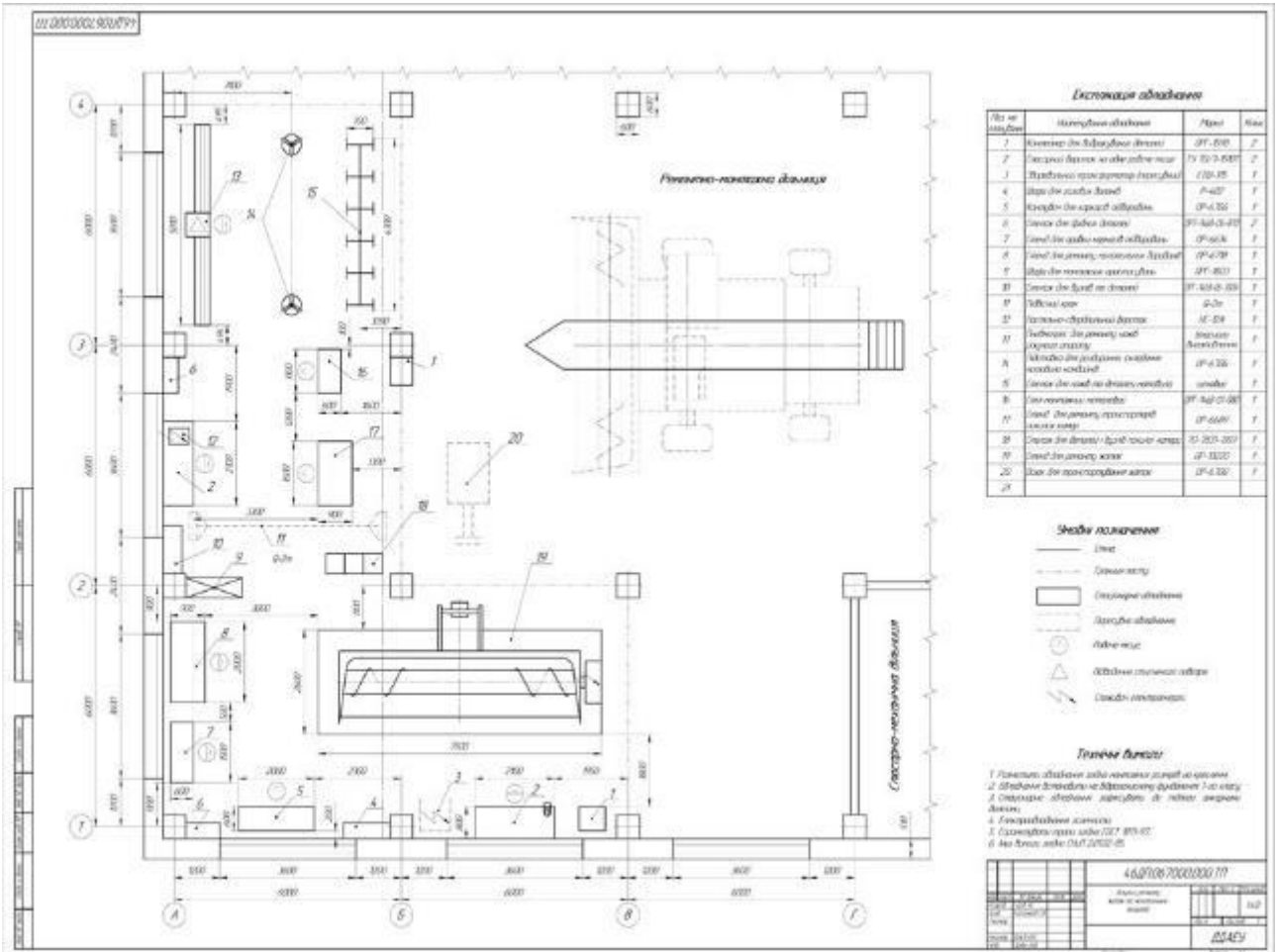
**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ - 1- 21
Горб Ярослав Ігорович

Керівник: ст. викладач
Калганков Євген Васильович

Дніпро - 2025



Детализация освещения

№ п/п	Наименование светильника	Мощн.	Кол-во
1	Светильник для общего освещения	27-300	2
2	Светильник для общего освещения	75-100-000	2
3	Светильник для общего освещения	100-05	1
4	Светильник для общего освещения	4-02	1
5	Светильник для общего освещения	100-02	1
6	Светильник для общего освещения	100-03-02	2
7	Светильник для общего освещения	100-04	1
8	Светильник для общего освещения	100-09	1
9	Светильник для общего освещения	100-01	1
10	Светильник для общего освещения	100-03-03	1
11	Светильник для общего освещения	4-01	1
12	Светильник для общего освещения	10-04	1
13	Светильник для общего освещения	100-05	1
14	Светильник для общего освещения	100-06	1
15	Светильник для общего освещения	100-07	1
16	Светильник для общего освещения	100-08	1
17	Светильник для общего освещения	100-10	1
18	Светильник для общего освещения	100-11	1
19	Светильник для общего освещения	100-12	1
20	Светильник для общего освещения	100-13	1

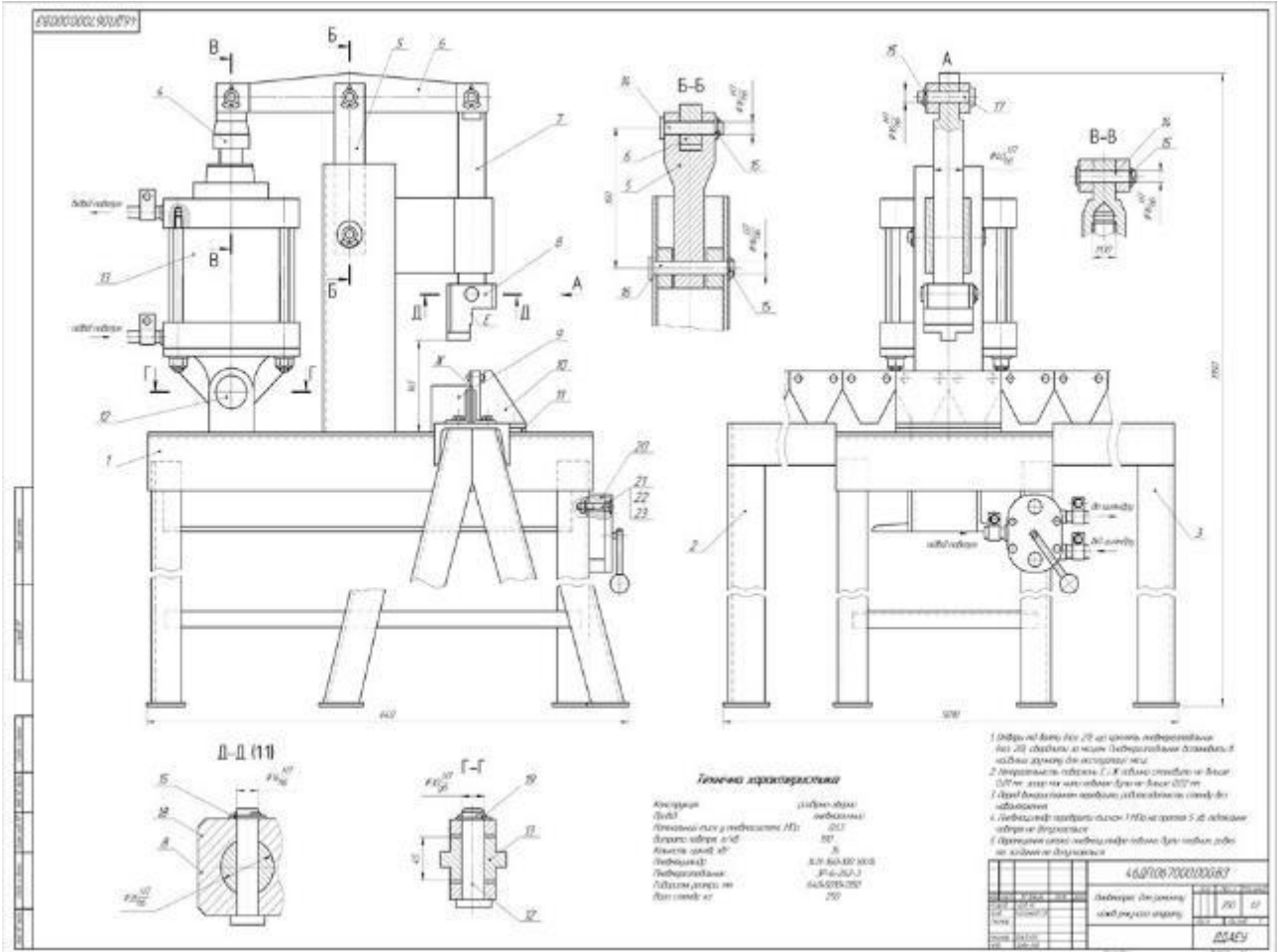
Символы освещения

- Свет
- Светильник
- Светильник общего освещения
- Светильник общего освещения
- Светильник
- △ Светильник общего освещения
- ⚡ Светильник общего освещения

Техническое задание

1. Освещение помещений должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 113-01-02.
2. Освещение должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 113-01-02.
3. Освещение должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 113-01-02.
4. Освещение должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 113-01-02.
5. Освещение должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 113-01-02.
6. Освещение должно выполняться в соответствии с требованиями СНиП 113-01-02.

4.6.01.06.7000.000.011	
Исполнитель:	И.И.И.
Место и дата составления:	И.И.И.
Масштаб:	И.И.И.
Дата:	И.И.И.
И.И.И.	И.И.И.



Техническая спецификация

Изготовитель	Иркутский завод
Материал	сталь
Изделие	деталь
Код изделия	ИЗ-100
Изделие	ИЗ-100
Изделие	ИЗ-100
Изделие	ИЗ-100
Изделие	ИЗ-100
Изделие	ИЗ-100

1. Изделие является частью станка и предназначено для обработки деталей.
2. Изделие должно выдерживать нагрузку в течение всего срока службы.
3. Изделие должно быть изготовлено из стали.
4. Изделие должно быть изготовлено в соответствии с чертежом.
5. Изделие должно быть изготовлено в соответствии с требованиями стандарта.

4.6.0108.7000.00000000	
Исполнитель	ИЗ-100
Проверенный	ИЗ-100
Спецификация	ИЗ-100
ИЗ-100	ИЗ-100

