

Київ - 2026 р.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
надійності техніки

к.т.н., доц. Новицький А.В.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 20 р.

З А В Д А Н Н Я
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

Пересада Олександр Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Розробка розбирально-складального обладнання Ставищанського РТП» затверджена наказом ректора НУБіП України від “15” квітня 2026 р. № 1044 «С».

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 29 травня 2026р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: 1.Каталоги обладнання розбирально-складальних ділень, засоби малої механізації та гідроінструмент. 2. Характеристики, дефекти й посадки осей шківів жаток і підшипникових вузлів. 3. Нормативи трудомісткості та часу на розбирально-складальні роботи на РТП. 4. Стандарти (ДСТУ) та технічні умови на ремонт і дефектування вузлів сільгосптехніки. 6. Економічна характеристика, структура та стан ремонтної бази ТОВ «Ставищанське РТП».

Перелік питань, які потрібно розробити: 1. Діаграма річних трудовитрат і трудомісткості за видами робіт на РТП. 2. Схема планування та компонування розбирально-складальної ділень. 3. Карта дефектування та контролю осей шківів жатки зерно збирального комбайна. 4. Складальне креслення вдосконаленого стенда з гідроприводом. 5. Робочі креслення оригінальних деталей гідроциліндра. 6. Економічне обґрунтування та оцінка ефективності модернізації ділень.

Дата видачі завдання “ 23 ” вересня 2025 р.

Керівники бакалаврської кваліфікаційної роботи

(підпис) Ревенко Ю.І.
(прізвище та ініціали)

(підпис) Кульпін Р.А.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

Київ - 2026 р.

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 64 сторінок пояснювальної записки, містить 10 таблиці, 2 рисунки, додатки та список використаних літературних джерел із 44 найменувань.

Ключові слова: ремонтна майстерня, технічна реконструкція, розбирально-складальне обладнання, гідроциліндр, стенд для розбирання, технологічний процес, відновлення деталей, вісь жатки, охорона праці, економічна ефективність.

Анотація дослідження:

Об'єкт дослідження — процес ремонтно-обслуговуючих робіт, матеріально-технічна база та обладнання розбирально-складальної дільниці ТОВ «Ставищанське РТП».

Мета та завдання — технічне переоснащення розбирально-складальної дільниці з розробкою стенда для розбирання агрегатів. Розрахувати річний обсяг робіт, визначити штат, розробити техпроцес відновлення осі шківів жатки зернозбирального комбайну та обґрунтувати параметри двобічного гідроциліндра.

Методи дослідження — аналітичні, розрахунково-конструкторські, інженерні розрахунки деталей на міцність, інструментальне дефектування, а також методи автоматизованого проєктування в CAD/CAE системах.

Практична значущість — модернізація дільниці знижує частку важкої ручної праці, підвищує безпеку й ергономіку, унеможливорює пошкодження деталей, скорочує час простою техніки та підвищує рентабельність підприємства.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пересада О.В.			РЕФЕРАТ		Літ.	Арк.
Перевір.		Ревенко Ю.І.						
Реценз.								
Н. Контр.		Попик П.С.					4	64
Затверд.							НУБіП України	

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
1.1. Географічне положення в регіоні та напрямки спеціалізації господарства.....	8
1.2. Аналіз кліматичних умов регіону роботи Ставищанського РТП.....	9
1.3. Ґрунтові умови, структура земельних угідь і посівних площ.....	10
1.4. Структура МТП та засобів механізації рослинництва.....	12
1.5. Аналіз використання енергетичних засобів в господарствах.....	14
1.6. Стан ремонтної бази та перспективи її оновлення.....	15
1.7. Техніко – економічні показники Ставищанського РТП.....	17
1.8. Завдання бакалавирської кваліфікаційної роботи.....	18
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	19
2.1 Розрахунок річного обсягу робіт із ТО та ремонту на РТП.....	19
2.2 Розподіл робіт із ТО та ремонту між підприємствами.....	24
2.3 Планування роботи Ставищанського РТП.....	27
2.3.1 Обґрунтування технології поточного ремонту машин.....	27
2.3.2 Обґрунтування складу діляниць та підбір обладнання майстерні.....	27
2.4 Визначення чисельності працюючих ремонтної майстерні.....	28
2.5 Визначення потреби в ремонтно-технологічному устаткуванні.....	30
2.6 Планування виробничого корпусу та діляниць Ставищанського РТП.....	32
2.7 Планування завантаження ремонтної майстерні.....	33
2.8 Розробка технологічного процесу дефектації деталі.....	35
2.8.1 Технічна характеристика деталі.....	36
2.8.2 Аналіз основних причин бракування деталі.....	37
2.9 Розробка технологічного процесу відновлення вісі.....	40

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пересада О.В			ЗМІСТ		Літ.	Арк.
Перевір.		Ревенко Ю.І.						Акрушів
Реценз.							5	64
Н. Контр.		Попик П.С.					НУБіП України	
Затверд.								

2.10 Обґрунтування розробки ремонтно-монтажної ділянки.....	43
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	45
3.1 Призначення стенду для розбирально-складальних робіт.....	45
3.2 Розрахунок силового циліндру.....	45
3.3 Вибір джерела тиску робочої рідини.....	48
3.4 Розрахунок болтів кріплення.....	50
4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	53
4.1 Визначення капіталовкладень в основні фонди.....	53
4.2 Розрахунок виробничих витрат та собівартості.....	54
4.2.1 Фонд оплати праці виробничих робітників.....	55
4.2.2 Витрати на утримання майстерні та матеріали.....	55
4.2.3 Калькуляція собівартості умовного ремонту.....	56
4.3 Техніко-економічні показники ремонтної майстерні до і після переоснащення.....	56
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	64

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

ВСТУП

Одним із пріоритетних завдань аграрного сектору України є підвищення експлуатаційної надійності машинно-тракторного парку та оптимізація витрат на його утримання. Для розв'язання цієї проблеми заводи-виробники розробили відповідні нормативи технічного обслуговування (ТО) та ремонту, що враховують реальні умови експлуатації.

Стабільна та безвідмовна робота сільськогосподарської і спеціальної техніки безпосередньо залежить від регулярності та якості проведення профілактичних заходів. ТО виконує планово-попереджувальну функцію, здійснюється через чітко визначені інтервали часу або обсяги напрацювання і спрямоване на збереження робочого стану машин, уповільнення зношування деталей, а також раннє виявлення та ліквідацію прихованих несправностей. Ігнорування або неякісне проведення обслуговування призводить до прискореного руйнування вузлів двигуна та силових агрегатів, що суттєво підвищує ризик раптових відмов техніки.

На сучасному етапі процеси сервісного обслуговування та модернізації застарілих технічних засобів ускладнюються через економічні чинники: стрімке подорожчання нових машин, комплектуючих та паливно-мастильних матеріалів відбувається на тлі відносної стабільності цін на кінцеву продукцію господарств. Виходом із цієї кризи є залучення додаткових інвестицій в оновлення матеріально-технічної бази ремонтно-обслуговуючих підприємств. Водночас вагомим внутрішнім резервом є вдосконалення безпосередньої організації процесів ТО і ремонту на місцях.

З огляду на це, тематика цієї баклаверської кваліфікаційної роботи, присвячена проектуванню та оптимізації відповідних процесів, є надзвичайно актуальною.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Пересада О.В.			ВСТУП			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Ревенко Ю.І.								7	64
Реценз.								НУБіП України			
Н. Контр.		Попик П.С.									
Затверд.											

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Географічне положення в регіоні та напрямки спеціалізації господарства.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Ставищанське РТП» знаходиться в м.Ставище Київської обл.

Географічне розташування підприємства є стратегічно вигідним з точки зору транспортно-логістичної інфраструктури. Воно міститься у південно-західній частині Київської області, безпосередньо межуючи з районами інтенсивного ведення сільського господарства. Важливим фактором є близькість до магістральних автомобільних доріг (зокрема автошляху міжнародного значення М-05 Київ — Одеса), що забезпечує надійне транспортне сполучення як з обласним центром, так і з суміжними адміністративними районами (Таращанським, Білоцерківським, Жашківським тощо). Це створює сприятливі умови для оперативного транспортування несправної техніки та вузлів до ремонтної бази РТП, а також для доставки відремонтованих агрегатів і запасних частин безпосередньо до кінцевих замовників — агрофірм та фермерських господарств.

Напрямки спеціалізації ТОВ «Ставищанське РТП» сформовані відповідно до сучасних потреб агропромислового комплексу регіону. Як спеціалізоване ремонтно-транспортне підприємство, воно орієнтоване на надання комплексних інженерно-технічних послуг. [17]

Основними видами діяльності та виробничої спеціалізації господарства є:

- Капітальний, поточний та аварійний ремонт сільгосптехніки, тракторів і комбайнів. Відновлення ключових вузлів та агрегатів: двигунів, трансмісій, паливної апаратури й гідросистем.
- Виконання технічного обслуговування (ТО) та передпродажної підготовки

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ		
Розроб		Пересада О.В.					
Перевір.		Ревенко Ю.І.					
Консульт							
Н. Контр.		Попик П.С.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						8	64
					НУБіП України		

складних машинно-тракторних агрегатів.

- Надання транспортно-логістичних послуг із перевезення великогабаритних сільськогосподарських вантажів і техніки.
- Матеріально-технічне забезпечення аграрного сектору (постачання сертифікованих запасних частин, пально-мастильних матеріалів, ремонтних комплектів).
- Виготовлення та реновація нестандартного обладнання, технологічного оснащення, а також відновлення зношених деталей механізованими способами (наплавленням, напилюванням, механічною обробкою на токарно-фрезерному обладнанні).

1.2. Аналіз кліматичних умов регіону роботи Ставищанського РТП

Кліматичні умови зони діяльності ТОВ «Ставищанське РТП» та обслуговуваних господарств безпосередньо впливають на технічний стан машинно-тракторного парку, характер зношування деталей та структуру ремонтного виробництва. Кількісні показники гідротермічного режиму регіону наведені в таблиці 1.1. [4],

Вплив температурних та вологісних факторів на знос техніки:

- Термічні навантаження (весна-літо): Високі температури викликають перегрів ДВЗ, зниження в'язкості мастил та руйнування гумових ущільнень, що збільшує кількість відмов гідросистем.
- Корозійні процеси (осінь-зима): Температурні коливання навколо 0 °С провокують утворення конденсату в агрегатах, прискорюючи корозію деталей під час міжсезонного зберігання.
- Динамічні перевантаження: Складний рельєф та коливання вологості ґрунтів підвищують тяговий опір і буксування, викликаючи критичні навантаження на рами, трансмісії та підшипники.
- Абразивне зношування: Запиленість повітря під час польових робіт призводить до проникнення пилу у вузли тертя, що прискорює знос

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

підшипників, шліців та циліндро-поршневих груп.

Інженерний висновок підрозділу: Експлуатація техніки в наявних кліматичних умовах викликає абразивний знос, корозію та «прикипання» деталей, через що вузли надходять до «Ставищанське РТП» із заклиненими з'єднаннями з натягом. [9], [16]

Оскільки ударний демонтаж руйнує суміжні деталі, виникає гостра потреба в розробці вдосконаленого розбирально-складального обладнання (стендів чи гідравлічних знімачів) із плавним регулюванням зусилля випресовування. [31]

Дані по сумі опадів і температур зводимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1.

Опади та температура повітря по місяцях

Місяці	Опади, мм				Температура, °С			
	2024 р.	2025 р.	Середні за два роки	Середні багаторічні	2024 р.	2025 р.	Середні за два роки	Середня багаторічна
1	24,5	8,2	16,4	24,0	-6,2	-7	-6,6	-5,8
2	28,4	28,7	28,6	26,0	-4,4	-3,6	-4	-5,3
3	23,0	16,6	19,8	24,0	-0,6	-0,7	-0,7	-0,3
4	25,7	62,3	44	32,0	11,6	6,5	9	7,7
5	34,1	78,5	56,3	48,0	16,4	17,6	17	14,7
6	28,1	13,6	41,7	62,0	21,7	19,8	20,8	18
7	78,3	72,4	75,4	68,0	27,1	20,4	21,3	26,2
8	72,4	60,8	66,6	57,0	20,8	19,2	20	19,5
9	36,2	16,6	27,9	33,0	15,8	12,6	14,2	14,3
10	44,6	41,6	43,1	39,0	6,2	7,5	7	8
11	46,3	37,8	42,1	34,0	7,4	4,2	3,3	1,4
12	56,6	82,4	69,5	29,0	-3,8	-3	-3,4	-3,4

1.3. Ґрунтові умови, структура земельних угідь і посівних площ

Специфіка ґрунтового покриття та структура сільськогосподарських угідь у зоні діяльності ТОВ «Ставищанське РТП» визначають склад машинно-тракторного парку замовників, обсяги і види польових робіт, а отже — і характер

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

завантаження ремонтних цехів підприємства.

Характеристика ґрунтових умов є слідує. Ґрунтовий покрив зони обслуговування РТП представлений переважно глибокими малогумусними чорноземами та сірими лісовими ґрунтами. Як зазначалося у підрозділі 1.1, рельєф регіону суттєво розчленований балками та руслами малих річок. Це зумовлює розвиток процесів водної та вітрової ерозії.

З інженерної точки зору, робота на таких ґрунтах за умов рельєфних нерівностей супроводжується підвищеним питомим опором обробітку. Це викликає інтенсивний абразивний знос робочих органів (лемешів, лап культиваторів, дисків) та створює пікові динамічні навантаження на підшипникові вузли, рами й елементи кріплення ґрунтообробних машин.

Структура земельних угідь та посівних площ: У структурі земельних угідь обслуговуваних господарств понад 85% займає рілля, що вказує на високий рівень розораності та інтенсивне використання техніки. Структура посівних площ орієнтована на вирощування високорентабельних товарних культур:

- Зернові та зернобобові (озима пшениця, кукурудза на зерно, ячмінь) — близько 55-60%;
- Технічні культури (соняшник, озимий ріпак, цукровий буряк) — 30-35%;
- Кормові та овочеві культури — 5-10%.

Ця структура посівів потребує енергонасиченої техніки: важких борін, плугів, культиваторів суцільного обробітку, сівалок точного висіву та комбайнів.

Інженерний висновок підрозділу: Інтенсивне ведення рослинництва на еродованих ґрунтах зі складним рельєфом призводить до щорічного накопичення втомних напружень у металоконструкціях сільськогосподарських машин та прискореного зносу їхніх ходових частин і робочих органів.

Найбільш масовими та трудомісткими в ремонтній практиці ТОВ «Ставищанське РТП» є роботи з відновлення та складання підшипникових вузлів, валів, дискових батарей та рамних конструкцій ґрунтообробних агрегатів. Це підтверджує доцільність впровадження на підприємстві вдосконаленого розбирально-складального обладнання, адаптованого для безпечного й

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

оперативного демонтажу саме таких важких і зношених вузлів. [18], [21]

1.4. Структура МТП та засобів механізації рослинництва.

Структуру машино – тракторного парку та засобів механізації виробничих процесів рослинництва і тваринництва зводимо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2.

Структура машино – тракторного парку та засобів механізації виробничих процесів рослинництва чи тваринництва.

Модель		Кількість машин по рокам		
		2023	2024	2025
Трактори	John Deere 6090M			1
	Landini Trekker4	1	1	1
	New Holland T5.110		1	1
	John Deere 5082M	1	1	1
	Deutz-Fahr Agrolux 85 / 4.10		1	1
	John Deere 3025E	1	1	1
Самохідні комбайни				
Зернозбиральні	Claas Dominator 130	1	1	
	Fendt Corus 500	1		1
	Claas Lexion 5300		1	1
Бурякозбиральні	Ropa Tiger 6S	1	1	1
	Ropa Panther 2S	1	1	1
Кормозбиральні	FCT 1260	2	2	3
Автомобілі	Renault Duster	1	1	1
	Mercedes-Benz Atego 815	1	1	1
	MAN TGM 18.290 + причіп	1	1	2
Плуги	Lemken Juwel 7 M 3+1	3	3	3
		01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
				Арк.
				12

Модель		Кількість машин по рокам		
		2023	2024	2025
Плуги	Lemken Juwel 8	1	1	2
	John Deere 400 Rotary Hoe	2	2	2
	Yetter 3400	2	3	3
Луцильний	Horsch Joker 12 RT		1	2
	Lemken Heliodor 9/1000 KA	1	1	1
	Grégoire Besson Occitan V50	1	1	1
Борони зубові	Bourbourg (Bourgault) XR770	1	1	1
	Summers Superharrow 3960	1	2	2
Культиватори	Lemken Korund 8 / 400	4	4	4
	Kuhn Prolander 4000	2	2	3
Сіялки	Pöttinger Vitasem 302	3	4	4
	Kuhn Maxima 3 TS	2	2	2
	Väderstad Tempo F 6	1	1	2
	Agricola Italiana	1	1	1
Котки	Väderstad Rollex 620		1	1
	Quivogne Rollmot 630	1	1	1
Оприскувачі	Berthoud Tracker 3200	1	1	1
Очисні машини	Меру Major 2000	3	3	3
	Cimbria Delta 100	2	2	2
Причіпи	Pronar T653	3	4	4

1.5. Аналіз використання енергетичних засобів в господарствах.

Ефективність функціонування агропромислового комплексу в зоні діяльності ТОВ «Ставищанське РТП» безпосередньо залежить від рівня працездатності та збалансованості структури машинно-тракторного парку обслуговуваних господарств. Для оцінки потенціалу машин традиційно використовують такі техніко-економічні показники, як енергозабезпеченість (кВт/100 га ріллі) та енергоозброєність праці.

Енергозабезпеченість - це величина, яка показує, скільки еталонних тракторів припадає на 100 га площі ріллі:

$$E_0 = \frac{\sum N_1 \cdot 100}{F_p}, \text{шт./га}, \quad (1.1)$$

де N_1 - кількість еталонних тракторів, шт;

F_p - площа ріллі, га.

Отже, по останніх трьох роках енергозабезпеченість дорівнює:

$$E_3^{2006} = \frac{2.6 \cdot 100}{1130} = 0.23 \text{ шт./га};$$

$$E_3^{2007} = \frac{3.9 \cdot 100}{1130} = 0.345 \text{ шт./га};$$

$$E_3^{2008} = \frac{7.2 \cdot 100}{1155} = 0,623 \text{ шт./га.}$$

Енергоозброєність - величина, яка показує, скільки потужності енергетичних засобів доводиться на одного працівника:

$$E_o = \frac{\sum N_E}{N}, \text{кВт/люд}, \quad (1.2)$$

де $\sum N_E$ - сумарна потужність енергетичних засобів в господарстві, кВт;

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

N-середньорічна кількість працюючих, люд.

$$E_0^{2004} = \frac{2142}{42} = 51, \text{ кВт/люд};$$

$$E_0^{2005} = \frac{2000}{40} = 50, \text{ кВт/люд};$$

$$E_0^{2006} = \frac{2173}{41} = 53, \text{ кВт/люд};$$

Тракторів та комбайнів, які експлуатуються в базових господарствах регіону. З розрахунків видно, що енергоозброєність господарства за останні три роки поступово зростає і в основному цьому сприяє тільки те, що зростає потужність енергоносіїв, а також скорочується кількість працюючих. [26]

1.6 Стан ремонтної бази та перспективи її оновлення

Аналіз виробничої структури ТОВ «Ставищанське РТП» свідчить, що підприємство володіє достатнім базовим потенціалом для виконання широкого спектра ремонтно-обслуговуючих робіт. До складу виробничої бази входять розбирально-складальний цех, дільниця механічної обробки деталей (токарно-фрезерний сектор), зварювально-наплавлювальна дільниця та склади матеріально-технічного забезпечення.

Проте детальний аудит технічного оснащення розбирально-складальної дільниці виявив низку суттєвих технологічних проблем, пов'язаних із високою часткою ручної праці, оскільки значна частина демонтажних операцій досі виконується із застосуванням неспеціалізованого слюсарного інструменту та застарілих механічних пристроїв гвинтового типу. Через відсутність ефективного стаціонарного та переносного пресового обладнання для розбирання «прикипілих» внаслідок корозії та пилу з'єднань, робітники змушені застосовувати ударні методи. Це призводить до виникнення мікротріщин, деформацій та безповоротного пошкодження дорогих суміжних деталей. Ситуація погіршується зниженим рівнем безпеки та ергономіки, адже мала кількість сучасних стендів-кантувачів для

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

фіксації та кантування важких вузлів трансмісії і ходової частини енергетичних засобів суттєво ускладнює роботу

персоналу та збільшує ризик виробничого травматизму. Крім того, наявне універсальне обладнання розроблено під техніку старих поколінь і демонструє повну невідповідність вимогам сучасної техніки, не дозволяючи якісно й безпечно обслуговувати вузли сучасних енергонасичених.

На сьогоднішній день в ремонтній майстерні знаходиться слідує обладнання (табл. 1.3)

Таблиця 1.3.

Перелік основного технологічного обладнання в РМ

№ п/п	Назва обладнання	Тип і марка	Кількість
1	Заточувальний верстат	BG-15X	1
2	Вертикально-свердильний верстат	2M125Л	2
3	Токарно-гвинторізний верстат	1K62A	1
4	Вертикально-хонігувальний верстат	3K833	1
5	Круглошліфувальний (або заточувальний) верстат	332Б	1
6	настільні свердильно-фрезерні верстати	9craft DM25BTL	1
7	Очисна (мийна) машина	AM-70	1

Для підвищення ефективності функціонування ТОВ «Ставищанське РТП» та усунення «вузьких місць» у технологічному процесі було обґрунтовано ключові напрямки удосконалення ремонтної бази. Першочерговим завданням є технічне переоснащення розбирально-складальної дільниці шляхом впровадження засобів малої механізації та спеціалізованого гідрофікованого інструменту для демонтажу пресових з'єднань із натягом, таких як підшипники, шків, шестерні та шліцеві вали. Наступним кроком визначено обґрунтування параметрів та розробку вдосконаленого обладнання, що передбачає створення або суттєву модернізацію існуючого розбирально-складального стенда чи знімача, який забезпечуватиме плавне, регульоване за величиною зусилля випресовування без концентрації руйнівних напружень у деталях. Кінцевим результатом цих заходів стане загальна

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

оптимізація технологічного процесу, спрямована на зниження загальної трудомісткості робіт за рахунок покращення організації робочих місць, підвищення рівня безпеки праці та зменшення часу простою техніки в очікуванні ремонту.

Таким чином, проведений комплексний аналіз умов експлуатації техніки, структури посівних площ та стану виробничо-технічної бази ТОВ «Ставищанське РТП» підтверджує, що подальший розвиток підприємства неможливий без модернізації його технологічного заміщення. Найбільш раціональним та економічно виправданим кроком у межах даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є обґрунтування параметрів та інженерна розробка вдосконаленого розбирально-складального обладнання. Це дозволить значно скоротити частку важкої ручної праці, повністю виключити ударні методи розбирання, забезпечити збереження деталей, підняти коефіцієнт технічної готовності МТП обслуговуваних господарств та підвищити загальну рентабельність ремонтного підприємства.

1.7. Техніко – економічні показники Ставищанського РТП

Ефективність господарської діяльності ТОВ «Ставищанське РТП» визначається системою техніко-економічних показників, які відображають результативність використання виробничих, фінансових та трудових ресурсів підприємства.

Основним напрямком діяльності товариства є надання послуг з ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, а також транспортні послуги. Для оцінки динаміки розвитку підприємства проаналізуємо основні показники за останні три роки (2023–2025 рр.) табл 1.4.. [35]

Таблиця 1.4.- Показники ефективності виробництва.

Показники	Роки			2023 до 2025 р. %
	2023	2024	2025	
Валовий продукт в розрахунку на 100 га с.-г. угідь, тис. грн.	48,6	58,7	73,2	150,6
Одержано прибутку в розрахунках на 100 га с.-г. угідь, тис. грн.	21,7	28,3	34,6	159,4
Рівень рентабельності, %	8,6	11,2	13,8	123

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Протягом 2023–2025 років ТОВ «Ставищанське РТП» продемонструвало стабільне зростання фінансових результатів. Виручка від реалізації у 2025 році досягла 2 485 000 грн, збільшившись на 34,7% порівняно з 2023 роком, причому її темпи зростання випередили собівартість (31,0%), що свідчить про ефективне управління витратами та забезпечило зростання чистого прибутку на 68,6% (до 312 000 грн). Водночас вартість основних засобів зросла на 21,6%, підтверджуючи модернізацію ремонтної бази та автопарку, а штат збільшився з 46 до 42 осіб при зростанні середньої зарплати на 38,5% (до 18 000 грн). Збільшення рентабельності операційної діяльності з 13,0% до 16,8% доводить фінансову стійкість товариства на ринку Київської області, а також його високий потенціал для подальшого розширення послуг і впровадження нових технологій ремонту. [26]

1.8. Завдання бакалавирської кваліфікаційної роботи.

На основі аудиту ремонтної бази ТОВ «Ставищанське РТП» встановлено, що ефективність підприємства стримує низький рівень механізації та переважання ударних методів демонтажу деталей. Для усунення цих недоліків у бакалаврській кваліфікаційній роботі передбачено розробку вдосконаленого технологічного процесу ремонту й складання вузлів ґрунтообробних машин, обґрунтування конструктивної схеми гідравлічного розбирально-складального обладнання, а також виконання аналітичних розрахунків зусилля випресовування та параметрів приводу з інженерним аналізом міцності елементів у CAD/CAE системах.

У межах проекту також буде створено комплект конструкторської документації за стандартами ЄСКД, оцінено заходи з охорони праці та пожежної безпеки для слюсаря-ремонтника. На завершення виконано техніко-економічне обґрунтування з визначенням обсягу капітальних вкладень, зниження собівартості робіт і терміну окупності, що в комплексі дозволить підвищити ефективність підприємства та коефіцієнт технічної готовності обслуговуваної сільгосптехніки.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок річного обсягу робіт із ТО та ремонту на РТП

Обґрунтування структури та розрахунок загального обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт (РОР), спрямованих на підтримання машинно-тракторного парку базових господарств у постійній технічній готовності, потребує визначення середньорічної програми ТО і ремонтів. Розрахунок виконується диференційовано для кожної класифікаційної групи та конкретної марки машин із подальшим визначенням номенклатури та обсягів ремонтних операцій, які доцільно передати для виконання безпосередньо на ремонтне підприємство ТОВ "Ставищанське РТП" [17].

Річну кількість капітальних ремонтів визначають за формулою:

2.1 – для сільськогосподарських машин і тракторів;

2.2 – для автомобілів, причепів та напівпричепів;

2.3 – для складних та самохідних сільськогосподарських машин;

2.4 – метало-ріжучі верстати, ковальсько-пресове обладнання;

$$K_{кр} = K_m \cdot Ч \cdot O_{кр} \cdot Ч \cdot П_1 \cdot Ч \cdot П_2 \quad (2.1)$$

$$K_{кр} = K_m \cdot Ч \cdot O_{кр} \cdot Ч \cdot П_3 \cdot Ч \cdot П_4 \cdot Ч \cdot П \quad (2.2)$$

$$K_{кр} = K_m \cdot Ч \cdot O_{кр} \cdot Ч \cdot П_7 \quad (2.3)$$

$$K_{кр} = K_m \cdot Ч \cdot O_{кр} \quad (2.4)$$

де K_m – кількість машин, число РОД даного виду;

$O_{кр}$ – річний коефіцієнт направлення техніки на капітальний ремонт.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				Літ.	Арк.	Аркуші		
Розроб		Пересада О.В.									19	64	
Перевір.		Ревенко Ю.І.							НУБіП України				
Консульт													
Н. Контр.		Попик П.С.											
Затверд.													

$P_1, P_2, \dots, P_7$ – поправочний коефіцієнт.

$P_1 = 1,06$ – враховуючий особливості експлуатації;

$P_2 = 1,0$ – середній віковий показник машинно-тракторного парку;

$P_3 = 1,15$ – категорію дорожніх умов;

$P_4 = 1,15$ – склад автопоїзда;

$P_5 = 0,91$ – природньо-кліматичні умови;

$P_7 = 1,15$ – загальні експлуатаційні умови.

Загальний річний обсяг робіт із капітального ремонту тракторів, автомобілів, металорізальних верстатів, ковальсько-пресового, ремонтно-технологічного та складного самохідного сільськогосподарського обладнання розраховується за такою формулою: [26]

$$T_{кр}^e = [K_{кр}] \cdot T_{кр} \quad (2.5)$$

для всіх машин крім автомобілів;

$$T_{кр}^e = [K_{кр}] \cdot T_{кр} \cdot P_3 - P_4 \cdot P_5 \quad (2.6)$$

для автомобілів, причепів та напівпричепів;

де, $[K_{кр}]$ – ціле число КР.

$T_{кр}$ – трудоемкість одного КР для господарств, люд.-год.

Кількість поточних ремонтів, передбачених річним планом для;
тракторів і сільськогосподарських машин.

$$K_{прп} = \frac{KM \times B^2}{2B_{ТО} - 3} \times P_8 \times P_{11} - K_{кр} \quad (2.7)$$

Складних сільськогосподарських агрегатів і самохідних машин;

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{\text{прп}} = K_{\text{м}} \cdot \Pi_9 \cdot \Pi_{12} - [K_{\text{кр}}] \quad (2.8)$$

Складних машин:

$$K_{\text{прп}} = K_{\text{м}} \cdot \Pi_9 \cdot \Pi_{12} \quad (2.9)$$

Сільськогосподарських машин:

$$K_{\text{прп}} = K_{\text{м}} \cdot \Pi_{10} \cdot \Pi_{13} \quad (2.10)$$

Верстатного парку та ковальсько-пресових машин;

$$K_{\text{прп}} = K_{\text{м}} \cdot (1 - O_{\text{кр}} - O_{\text{ср}}) \quad (2.11)$$

Ремонтно-технічного обладнання:

$$K_{\text{прп}} = K_{\text{м}} \cdot (1 - O_{\text{кр}}) \quad (2.12)$$

де, V^r – плануємий середньорічний заробіток однієї машини, люд./год.

$V_{\text{ТО-3}}$ – періодичність ТО-3;

$V_{\text{ТО-3}}$ – 960 мото.-год.

$\Pi_9, \Pi_{10}, \Pi_{12}, \Pi_{13}$ – Коефіцієнти коригування з урахуванням гарантійного періоду експлуатації частини автотракторного парку.

$\Pi_9 = 0,86; \Pi_{10} = 0,87$

списання зношених машин

$\Pi_{12} = 0,86; \Pi_{13} = 0,87$

Відповідно, загальний річний обсяг трудовитрат на проведення планових поточних ремонтів тракторів та сільськогосподарської техніки розраховується за такою формулою:

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{cp} = K_m \cdot O_{cp} \quad (2.13)$$

де, O_{cp} – коефіцієнт охопту обладнання середнім ремонтом.

Середньорічний обсяг трудовитрат розраховується за такою формулою:

$$T_{cp}^e = [K_{kp}] \cdot T_{cp} \quad (2.14)$$

де, T_{cp} – нормативна трудомісткість одного середнього ремонту, люд./год.

Річна кількість періодичних технічних обслуговувань (ТО-1, ТО-2, ТО-3) для кожної моделі тракторів та землерийної техніки обчислюється за формулою:

$$K_{TO-3} = \frac{K_n \cdot B^F}{B_{TO-3}} - K_{kp} \quad (2.15)$$

$$K_{TO-2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{K_n \cdot B^F}{B_{TO-2}} \quad (2.16)$$

$$K_{TO-1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{K_n \cdot B^F}{B_{TO-1}} \quad (2.17)$$

де, $B_{TO-3} = 960$ мото.-год.

$B_{TO-2} = 240$ мото.-год.

$B_{TO-1} = 60$ мото.-год.

Нормативи проведення ТО.

Сукупні річні витрати часу на виконання ТО-1, ТО-2 й ТО-3 для тракторів і сільськогосподарських машин обчислюються за формулою:

$$T_{TO-3}^e = [K_{TO-3}] \cdot T_{TO-3} \quad (2.22)$$

$$T_{TO-2}^e = [K_{TO-2}] \cdot T_{TO-2} \quad (2.23)$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$T_{\text{ТО-1}}^e = [K_{\text{ТО-1}}] \cdot T_{\text{ТО-1}} \quad (2.24)$$

де, $T_{\text{ТО-3}}$; $T_{\text{ТО-2}}$; $T_{\text{ТО-1}}$ - трудомісткість одного ТО для господарства, люд.-год.

Річний обсяг регламентних робіт із ТО-1 та ТО-2 для кожної одиниці автотранспорту, причепного й напівпричепного складу обчислюється за формулою: [33]

Сукупні річні витрати часу на виконання ТО-1 і ТО-2 для автотранспорту та причепів обчислюються за формулою:

$$T_{\text{ТО-2}}^e = [K_{\text{ТО-2}}] T_{\text{ТО-2}} \cdot P_3 \cdot P_4 P_5 \quad (2.25)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^e = [K_{\text{ТО-1}}] T_{\text{ТО-1}} \cdot P_3 \cdot P_4 P_5 \quad (2.26)$$

де, $T_{\text{ТО-2}}$ і $T_{\text{ТО-1}}$ – трудомісткість одного ТО для господарств, люд./год.

P_3 , P_4 , P_5 – поправочні коефіцієнти враховуючи

$P_3 = 1,15$ – категорію дорожніх умов;

$P_4 = 1,15$ – склад автопоїзду;

$P_5 = 0,91$ – природньо-кліматичні умови експлуатації.

Річне число ТО-1 і ТО-2 по кожній марці визначається по формулі:

$$K_{\text{ТО-1}} = K_M \cdot 3 \quad (2.27)$$

$$K_{\text{ТО-2}} = K_M \cdot P_9 \cdot P_{12} - [K_{\text{кр}}] \quad (2.28)$$

Сумарна річної трудомісткості визначається по формулі:

$$T_{\text{ТО-2}}^e = [K_{\text{ТО-2}}] \cdot T_{\text{ТО-2}} \quad (2.29)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^e = [K_{\text{ТО-1}}] \cdot T_{\text{ТО-1}} \quad (2.30)$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де, $T_{\text{то-2}}$, $T_{\text{то-1}}$ – трудомісткість одиниці ТО для складних сільськогосподарських агрегатів.

Розрахунок річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт для ТОВ «Ставищанське РТП» може виконуватися аналітичним, графічним або ймовірнісним методами. У цьому дипломному проекті розрахунки проведено за методикою кафедри ремонту машин, а їхні результати представлено в таблиці 1 додатків та таблиці 1.1.

Загальний річний обсяг робіт підприємства становить 28 000 люд.-год. Найбільша питома вага трудовитрат припадає на технічне обслуговування та ремонт тракторів (7 559 люд.-год.), а також автомобілів із причепами (7 527 люд.-год.). Для виконання запланованої річної програми підприємство необхідно забезпечити складним ремонтно-технологічним обладнанням та штатом із 13 ремонтних робітників.

Оскільки працездатність тракторного й автомобільного парку має підтримуватися безперервно протягом року, а обслуговування низки інших машин та агрегатів має сезонний характер, розвиток ремонтно-технічної бази господарства повинен гарантувати готовність техніки у визначені строки за мінімальних витрат праці та матеріалів. Ефективне вирішення цієї проблеми досягається шляхом раціонального планування ТО й ремонтів, чіткого розподілу праці, а також кооперації з іншими ремонтними підприємствами.

2.2 Розподіл робіт із ТО та ремонту між підприємствами

Ремонтно-обслуговуюча база АПК у зоні проектування має потужності для всього спектра робіт із ТО та ремонту. Проте значний обсяг і широка номенклатура парку машин вимагають постійного вдосконалення структури та логістики між ремонтними підприємствами і споживачами.

Капітальний ремонт складних вузлів тракторів, комбайнів, автомобілів та централізоване відновлення деталей виконуються на спеціалізованому ТОВ «Ставищанське РТП» (м. Ставище Київської обл.). Менш трудомісткі види ТО й

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

поточного ремонту техніки простих конструкцій, а також обслуговування власних верстатів та агрегатів здійснюються безпосередньо в майстерні господарства.

Остаточний розподіл робіт наведено в таблиці 2.1 «Результати розрахунку річного об'єму робіт по типах машин». Аналіз даних свідчить, що сумарна трудомісткість робіт у майстерні господарства становить 30482,3 люд.-год. Водночас складні та капітальні ремонти загальною трудомісткістю 4401,6 люд.-год. передаються на ТОВ «Ставищанське РТП» (м. Ставище Київської обл.), що обґрунтовує необхідність підвищення ефективності його роботи та впровадження нового розбирально-складального обладнання.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблица 2.1

Результати розрахунку річного об'єму робіт по типа машин

Найменування	Ремонт						Технічне обслуговування										Всього	В % від заг. об'єму робіт
	капітальний		поточний		середній		ТО-3		ТО-2		ТО-1		СТО		То-3			
	К _{пр}	Т _{кр}	К _{пр}	Т _{кр}	К _{пр}	Т _{кр}	К _{ТО3}	Т _{ТО3}	К _{ТО2}	Т _{ТО2}	К _{ТО1}	Т _{ТО1}	К _{СТО}	Т _{СТО}	К _{ТО3}	Т _{ТО3}		
Трактори	8,69	2139,19	20,94	5061,85	-	-	67	947,32	183	743,82	457	1125,56	108	327,40	42,40	598,40	10943,5	31,3
Автомобілі	11,36	2262,47	-	15458,40	-	-	-	-	201,37	2527,28	638,18	2178,56	104	-	-	-	22426,7	64,2
л/г машини	-	-	54,5	1121,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73,515	264	1513,7	4,3
Всього	-	4401.6	-	21641,9	-	-	-	947,3	-	3271,1	-	3304,1	-	327,4	-	862	34883,9	100
В % від заг. об'єму робіт	-	12,6	-	62	-	-	-	2,7	-	9,3	-	9,4	-	1	-	2,4	100	

01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.

2.3 Планування роботи Ставищанського РТП

2.3.1 Обґрунтування технології поточного ремонту машин

На основі аналізу стану ремонтно-обслуговуючої бази ТОВ «Ставищанське РТП» визначено доцільність модернізації процесу поточного ремонту техніки через впровадження прогресивного агрегатно-вузлового методу. Ключовим етапом оптимізації є переобладнання розбирально-складальної ділянки шляхом розробки вдосконаленого спеціалізованого обладнання, що знизить трудомісткість робіт і підвищить ефективність підприємства.

Технологічний маршрут починається на посту зовнішнього очищення, де машини миють та зливають відпрацьовані матеріали. Очищена техніка надходить до головного ремонтно-монтажного відділення, організованого за двопотоковою схемою з повздовжнім та тупиковим розміщенням машин. Тут вузли та агрегати демонтують за допомогою проектного обладнання, що мінімізує ризик пошкоджень, та вдруге очищають у мийних ваннах. Далі деталі проходять інструментальний контроль на ділянці дефектування для оцінки їхнього стану та визначення придатності до ремонту чи заміни. [8]

Для підвищення точності складання й регулювання відновлених агрегатів у майстерні впроваджують сучасні інноваційні стенди та пристосування. Комплексне розбирання й високоточне складання машин із відремонтованих вузлів виконують із застосуванням розробленого обладнання безпосередньо в ремонтно-тракторному парку. Фінальна стадія реалізується на ділянці заправки та обкатки, де техніку забезпечують пально-мастильними матеріалами, діагностують і регулюють її системи. Завершується цикл остаточною дозаправкою та фінішною обкаткою під навантаженням на випробувальному майданчику поруч із корпусом, що гарантує надійність машин перед здачею в експлуатацію. [22], [28]

2.3.2 Обґрунтування складу ділянок та підбір обладнання майстерні

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

Структура ремонтної майстерні ТОВ «Ставищанське РТП» та склад її дільниць обґрунтовуються схемою технологічного процесу й типовими проектами підприємств подібного профілю. Традиційну виробничу структуру, що включає дільниці миття, ТО, діагностування, ремонтно-монтажну, пости ремонту двигунів, паливної апаратури, електрообладнання, ковальсько-зварювальних та слюсарно-механічних робіт, у цьому проекті модернізації розширено сучасними шиномонтажною, фарбувальною дільницями та оптимізованим складом запасних частин. [12],

Кількість технологічного обладнання для кожної дільниці визначається на основі маршруту ремонту та річної трудомісткості робіт. Особливу увагу приділено оснащенню ремонтно-монтажної та розбирально-складальної дільниць, до складу яких віднесено діагностичні комплекси, зварювальне, мийне, металорізальне устаткування та спеціалізоване розбирально-складальне пристосування. Обґрунтування параметрів цього вдосконаленого обладнання є ключовим завданням проекту, оскільки воно мінімізує ручну працю й забезпечує збереженість деталей. [33] Для визначення трудомісткості за видами робіт, що зумовлює вибір кількості обладнання, скористаємося наступною розрахунковою формулою.

$$T_i = 0,01 \cdot T_{\text{рт}} \cdot X_i \quad (2.31)$$

де $T_{\text{рт}}$ – річна трудомісткість ремонтних робіт РМ, люд.-год.;

X_i – процент даного виду робіт від річної трудомісткості.

В таблиці 3 додатків приведено розподіл річної трудомісткості РОР (ремонтно-обслуговуючих робіт) по видах.

Результати розрахунків свідчать, що найбільший обсяг робіт припадає на складально-регулювальні операції (4194 люд.-год.), ремонтно-монтажні процес (2275 люд.-год.), а також на етап обкатки та випробування техніки (953 люд.-год.).

2.4 Визначення чисельності працюючих ремонтної майстерні.

Штатний персонал ремонтної майстерні розподіляється за характером

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

обов'язків на три основні категорії, до яких належать виробничі та допоміжні робітники, а також інженерно-технічний персонал.

Безпосередню участь у відновленні техніки беруть виробничі працівники, серед яких слюсарі різних напрямків (ремонтники, мийники, електрики), верстатники, ковалі, зварювальники та бляхарі. Стабільне обслуговування виробничих процесів забезпечують допоміжні співробітники, а саме налагоджувачі обладнання, завідувач складу, підсобні працівники та персонал із прибирання. [4]

Функції керування, контролю й планування покладено на інженерно-технічних працівників, а саме завідувача майстерні, нормувальника та техніка з ремонту. Щоб обчислити необхідну кількість виробничих робітників, застосовується розрахунковий метод, який визначає чисельність персоналу на основі запланованих обсягів і специфіки ремонтних робіт за наведеними далі формулами. [9]

$$P_{\text{діл.}}^{\text{я}} = \frac{T_{\text{діл.}}}{\Phi_{\text{н.р.}} \times K}, \quad (2.32)$$

$$P_{\text{діл.}}^{\text{ск}} = \frac{T_{\text{діл.}}}{\Phi_{\text{д.р.}} \times K}, \quad (2.33)$$

де $P_{\text{діл.}}^{\text{я}}$ і $P_{\text{діл.}}^{\text{ск}}$ - явочна і списочна кількість робітників;

$T_{\text{діл.}}$ – річна трудомісткість робіт на окремій ділянці чи робочому місці, люд.-год.;

$\Phi_{\text{н.р.}}$, $\Phi_{\text{д.р.}}$ – номінальний і дійсний фонд часу роботи робітників, год.;

K – коефіцієнт планового перевиконання норм виробітку.

Розраховані показники чисельності виробничого персоналу діляниць наведено в таблиці 4 додатка, згідно з якою списочна кількість робітників становить 8 осіб. [22]

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Штат допоміжних робітників складає 10% від кількості основного персоналу,

що дорівнює 1 особі.

Чисельність інженерно-технічних працівників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу приймається відповідно на рівні 8%, 2% та 2% від загальної кількості виробничих і допоміжних робітників, та розраховується за формулою:

$$P_{\text{ітр.}}=(P_{\text{сп.}}+P_{\text{доп.}})\times 0,08 \quad (2.34)$$

$$P_{\text{сп.}}=(P_{\text{сп.}}+P_{\text{доп.}})\times 0,02 \quad (2.35)$$

$$P_{\text{мол.}}=(P_{\text{сп.}}+P_{\text{доп.}})\times 0,02 \quad (2.36)$$

де $P_{\text{ітр.}}$, $P_{\text{сп.}}$, $P_{\text{мол.}}$ – кількість інженерно-технічних працівників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу відповідно. [42]

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{ітр.}}=(8+1)\times 0,08=1;$$

$$P_{\text{сп.}}=(8+1)\times 0,02=1;$$

$$P_{\text{мол.}}=(8+1)\times 0,02=1.$$

Приймаємо; $P_{\text{ітр.}}=1$ чол.; $P_{\text{сп.}}=1$ чол.; $P_{\text{мол.}}=1$ чол.

Загальний штат працюючих ремонтної майстерні буде складати:

$$P_{\text{РМ}}=P_{\text{ск}}+P_{\text{доп}}+P_{\text{ітр}}+P_{\text{сл}}+P_{\text{мол}}, \quad (2.37)$$

$$P_{\text{ЦРМ}}=8+1+1+1+1=12 \text{ чоловік.}$$

2.5 Визначення потреби в ремонтно-технологічному устаткуванні

Потрібна кількість та типи технологічного устаткування визначаються на

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

основі прийнятої технології ремонту машин і трудомісткості робіт на кожній ділянці. Розрахунку підлягає насамперед основне обладнання, призначене для виконання найбільш трудомістких операцій. [11]

Кількість метало ріжучих верстатів розраховуємо за формулою:

$$S_{\text{вер.м.}} = \frac{T_{\text{вер.м.} \times K_n}{\Phi_{\text{д.о.}} \times \eta_c}, \quad (2.38)$$

де $T_{\text{вер.м.}}$ – річна трудомісткість метало ріжучих верстатів, люд.-год.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження виробничих потужностей підприємства.

$K_n = 1,0 \dots 1,3$;

η_c – коефіцієнт використання устаткування відповідного типу, $\eta_c = 0,86 \dots 0,9$;

$\Phi_{\text{д.о.}}$ – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, [9]

$\Phi_{\text{н.р.}} = 2070 \text{ год.};$

$\Phi_{\text{д.о.}} = 0,96 \times \Phi_{\text{н.р.}} \times C$

де C – коефіцієнт змінності, $C = 1$;

$\Phi_{\text{д.о.}} = 0,96 \times 2070 \times 1 = 1987 \text{ год.}$

Тоді для визначення токарних верстатів маємо:

$$S_{\text{вер.м.}} = \frac{739 \times 1,1}{1987 \times 0,88} = 0,46$$

Приймаємо один токарний верстат.

Кількість зварювальних апаратів визначаємо по формулі:

$$S_{\text{зв.}} = \frac{T_{\text{зв.}}}{\Phi_{\text{д.о.}} \times m_{\text{р.зв.}}}, \quad (2.39)$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де $T_{p.zv.}$ – кількість робітників зварювальників.

Тоді:

$$S_{зв} = \frac{555}{1987 \times 1} = 0,27$$

Приймаємо для відділення 1 зварювальний апарат.

Повний перелік ремонтно-технологічного устаткування для виробничих дільниць майстерні наведено в таблиці 5 додатка «Специфікація обладнання ремонтної майстерні». [29] [37]

2.6 Планування виробничого корпусу та дільниць Ставищанського РТП

Площі виробничих дільниць ремонтної майстерні визначають за питомою площею на одного робітника чи робоче місце, за габаритами устаткування з перехідним коефіцієнтом або за нормативом на один ремонт. [23]

Залежно від специфіки підрозділів ці методи комбінують. Для обчислення площ дільниць зовнішнього миття, ТО і діагностики, ремонтно-монтажної, а також заправки й обкатки застосовують формулу, що враховує сумарну площу, яку займають машини та обладнання:

$$S_{дiл.} = (F_{об.} + F_{м.}) \delta, \quad (2.40)$$

де δ – коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи;

$F_{об.}$ – площа, зайнята обладнанням, m^2 ;

$F_{м.}$ – площа, зайнята машиною, m^2 .

Для визначення площ інших дільниць скористаємось формулою:

$$S_{дiл.} = F_{об.} \cdot \delta, \quad (2.41)$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

У цьому випадку площу обладнання розраховують із урахуванням робочих змін та надходження техніки. [23]

Усі виробничі дільниці розміщено в межах єдиного корпусу за лінійно-потоковою схемою. Дільниці розбирання та ремонтно-монтажних робіт займають центральну частину будівлі по всій її довжині. З обох боків від них, а також поруч із дільницею заправки й обкатки, розташовані підрозділи з ремонту окремих агрегатів, вузлів та деталей. [36]

При плануванні майстерні дотримано основних вимог: на кресленні корпусу нанесено зовнішні стіни, внутрішні перегородки, вікна та двері. Усі проходи інтегровані в загальну систему проїздів або ведуть безпосередньо до евакуаційних виходів. Обладнання кожного робочого місця розставлено строго за послідовністю виконання технологічних операцій, а зони зберігання ремонтного фонду розміщено в радіусі дії підйомно-транспортних механізмів. [41]

2.7 Планування завантаження ремонтуї майстерні

Для оптимізації роботи майстерні ТОВ «Ставищанське РТП» (сmt Ставище) розробляють річний графік завантаження виробничих площ.

Він забезпечує рівномірний розподіл робіт протягом року, що дозволяє ліквідувати сезонні піки, оптимізувати чисельність робітників та ефективно використовувати обладнання. За технологічними вимогами ремонт машин має завершуватися щонайменше за два тижні до початку їх польових чи лісових робіт.

Вихідними даними для розрахунку й побудови цього графіка є такі параметри:

План-графік ТО та ремонту машин на РТП;

1. Графік машинно-користування РТП;
2. Науково обґрунтовані терміни готовності техніки до польових робіт;
3. Дані щодо розподілу обсягів ремонту між ремонтно-обслуговуючими підприємствами.

Графік завантаження РМ будують у наступній послідовності:

1. Складаємо графік розподілу ремонтних робіт за місяцями;

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Відкладаємо, в масштабі, по осі кординат число ремонтних робітників

(середнє) P_{cp} ;

3. Відкладаємо, в масштабі, по осі абсцис час роботи майстерні в календарних днях (фонд часу роботи робітника);

4. Ремонтні роботи для різних видів техніки графічно зображуються прямокутниками, де площа кожної фігури пропорційна загальним трудовитратам у люд.-год.

Середня кількість робітників, які повинні бути в майстерні для проведення робіт по технічному обслуговуванні, ремонту машин у встановленні строки на протязі року визначаємо за формулою: [9]

$$P_{cp} = \frac{\sum T_{црм}}{\Phi_{н.р.}}, \quad (2.42)$$

де $\sum T_{рм}$ - Загальні трудовитрати на виконання ремонтних робіт у майстерні;

$$\sum T_{рм} = 14218 \text{ люд. год.}$$

$\Phi_{н.р.}$ – номінальний фонд часу робітників, год.:

$$\Phi_{н.р.} = 2070 \text{ год.}$$

Тоді,

$$P_{cp} = \frac{14218}{2070} = 6,86 \text{ чол.} \approx 6,9 \text{ чол.}$$

Розрахунок кількості ремонтних робіт, що виконуються протягом окремих місяців (а не за весь плановий період), здійснюється за такою формулою:

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$P_i = \frac{T_i^c}{\Phi_i^m}, \quad (2.43)$$

де T_i^c - трудомісткість і-ї роботи, люд. год.;

Φ_i^m - фонд часу роботи за період відведений на виконання і-ї роботи.

Побудова графіка завантаження виконується у чіткій послідовності. Першочергово планується рівномірний розподіл технологічного та поточного ремонту автомобілів протягом усіх 12 місяців року. На другому етапі розподіляють поточний та технологічний ремонт тракторів, враховуючи сезонність: максимальний обсяг робіт переноситься на зимовий період, тоді як улітку навантаження мінімізують. Завершальним кроком є планування ремонтів техніки з чітко вираженим сезонним характером використання — плугів, борін, культиваторів та інших агрегатів. [38]

Додаткові обсяги робіт розподіляють на місяці з найменшим завантаженням майстерні за основним профілем. Розрахунок річної виробничої програми ремонтної майстерні виконується за такою формулою:

$$П = \frac{\sum T_{PM}}{T_{ум.}}, \quad (2.44)$$

де $T_{ум.}$ – обсяг трудовитрат, що припадає на одиницю умовного ремонту;

$$T_{ум.}=300 \text{ люд.-год.}$$

Виробнича програма становить:

$$П = \frac{15759}{300} = 52,5 \text{ ум. ремонтів.}$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

2.8 Розробка технологічного процесу дефектації деталі.

2.8.1 Технічна характеристика деталі

Розміри, граничні відхилення, жорсткість і технічні вимоги до деталі вказані на її кресленні на аркуші графічної частини.

Технічна характеристика вісі жатки Case IH DN302:

- номер за каталогом IH DN332;
- матеріал – сталь AISI 5140;
- маса – 0,7 кг;
- твердість поверхня 40-55 HRC. [40]

Геометричні розміри, допуски, показники жорсткості та інші технічні вимоги до вісі жатки наведені на її кресленні. Ця деталь, відома за каталогом як вісь блока натяжних шківів зерно збирального комбайна, важить 0,7 кг, виготовлена зі сталі марки AISI 5140 і має поверхневу твердість у межах 40-55 HRC. Її головне призначення — слугувати основою для посадки обертових натяжних шківів. Під час роботи вузла вісь зазнає як статичних, так і динамічних навантажень, працюючи переважно на деформацію згину. [34]

Конструкція деталі передбачає кілька ключових поверхонь, кожна з яких має свою функцію та певні вразливості в процесі експлуатації. Перша поверхня сполучається з гайкою, яка надійно фіксує підшипники зі шківів, запобігаючи їхньому осьовому зміщенню та спаданню з вісі. Якщо різьба на цій ділянці пошкоджується, вісь може зміститися, що призведе до сходження шківів. Оскільки осьове навантаження в такому з'єднанні розподіляється по витках нерівномірно (деформація та найбільше навантаження припадають на перший виток і зменшуються з кожним наступним), збереження цілісності цієї різьби є вкрай важливим. [16]

Друга робоча зона — це внутрішня різьба, призначена для вкручування маслянки. Пошкодження цієї частини призводить до розхитування маслянки та витікання мастильного матеріалу (солідолу). Третя поверхня є посадочним місцем

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

безпосередньо під підшипники. Її зношення спричиняє збільшення робочих зазорів між деталями. Це підвищує тертя, що веде до стрімкого руйнування самих підшипників і загалом вкрай негативно впливає на технічний стан усього механізму.

2.8.2 Аналіз основних причин бракування деталі

Вісь ІН DN332 визнається дефектною та підлягає обов'язковому списанню (вибракуванню) у разі виявлення тріщин, зламів або відколів шківів.

- несвоєчасний ремонт;
- дефекти матеріалу вісі на мікрорівні;
- надмірна цільність з'єднань;
- Неправильна посадка підшипників або втулок на вісь;
- Перевищення допустимого зусилля, що передається на шків;

Головним завданням дефектації є оцінювання фактичного технічного стану спряжених поверхонь деталей та їхня подальша класифікація згідно з нормативними вимогами. Залежно від ступеня зносу, а також виду і специфіки виявлених пошкоджень, компоненти сортують за п'ятьма категоріями, кожна з яких має відповідне кольорове маркування:

- придатні – зеленим;
- придатні тільки в спряженні з новими або відновленими до нормальних розмірів деталями – жовтим;
- ті, що підлягають відновленню у власній майстерні – білим;
- ті, що підлягають ремонту на спеціальних підприємствах – синім;
- не придатні для відновлення або выбракувані – червоним. [26]

Пошкодження кріпильної різьби та різьби під маслянку зазвичай виникає через надмірне затягування (перетягування) під час монтажу чи обслуговування або внаслідок зовнішнього механічного впливу. Найбільш критичний дефект — тріщини — з'являється через значне перевантаження шківів або непередбачені осьові зміщення елементів передачі (рис. 2.1). Детальний аналіз усіх несправностей, методи їхнього контролю та критерії сортування містяться в карті дефектації (табл. 2.2). [44]

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

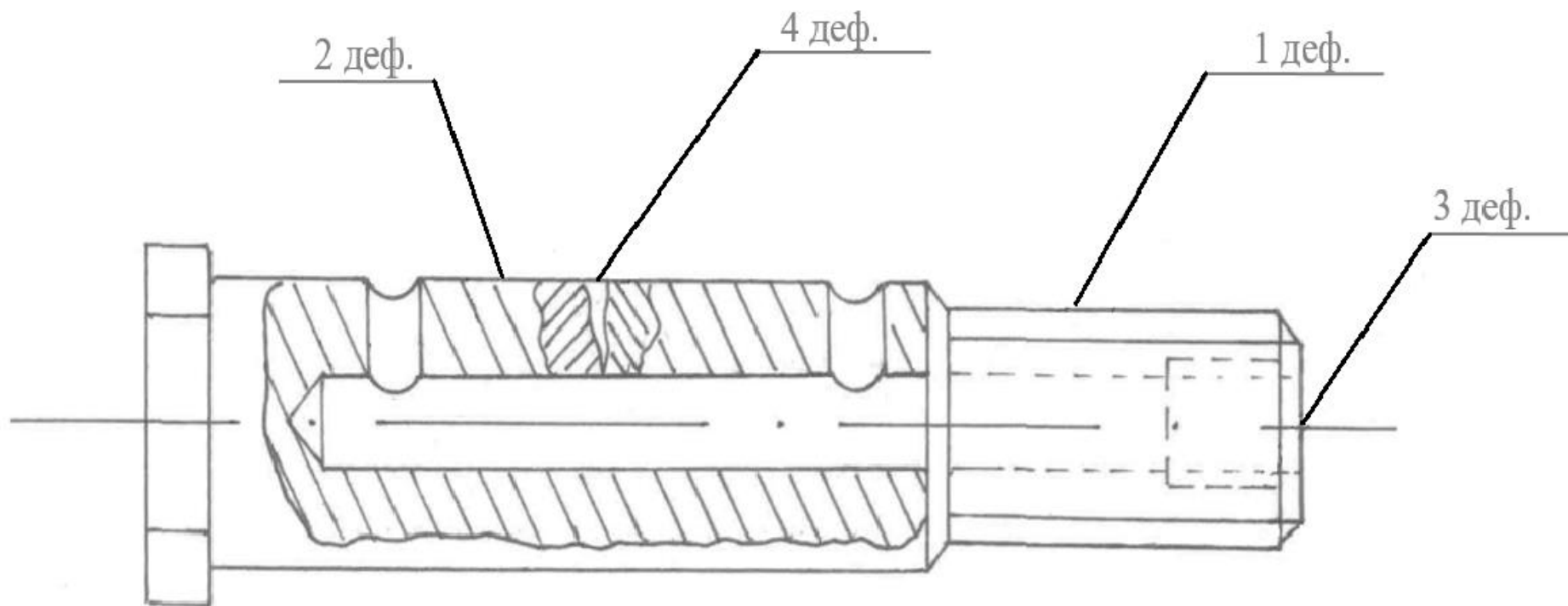


Рис.2.1. Дефекти відновлюємої вісі

Таблиця 2.2

Карта технологічного процесу дефектації вісі блока натяжних шківів

	Контролюємий дефект	Розміри, мм			Способи і засоби контролю		Висновок
№ п/п	Найменування	по кресленню	допустимі в спряженні з деталями		найменування	позначення або похибка вимірювання	
			бувші в експлуатації	новими			
1	Зношення різьби під гайку	M20	–	–	кільце різьбове	8211-0080 8211-0140	
2	Зношення поврехні під підшипники	25 ^{-0,014}	24,05	–	мікрометр	–	
3	Зношення різьби під маслівку	13 ^{1/8}	–	–	кільце різьбове	–	
4	Тріщина	–	–	–	лупа 4-х кратна	–	

01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.

2.9 Розробка технологічного процесу відновлення вісі

Для ремонту вала розробляють кілька альтернативних технологічних маршрутів, з яких обирають найбільш оптимальний. Обраний процес має ефективно усувати наявні дефекти та забезпечувати логічну послідовність операцій. Крім того, ключовим критерієм є економічна доцільність застосування обраного способу відновлення. [20]

Проектування технологічного маршруту для відновлення деталі складається з таких послідовних етапів:

1. Аналіз зносу та дефектів для кожного технологічного маршруту.
2. Обґрунтування кількості маршрутів із присвоєнням їм порядкових номерів.
3. Вибір оптимальних способів усунення дефектів для кожного маршруту.
4. Розробка технологічних схем відновлення деталі за типами дефектів.
5. Складання плану техпроцесу з раціональною послідовністю операцій.

Маршрути відновлення дефектів вала наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Маршрути відновлення дефектів вала

Дефекти Маршрут	1	2	3	4
I	+	+	—	—
II	+	—	+	—
III	—	+	—	+

Відновлюємо вал за маршрутом II, який включає усунення таких дефектів:

- 1 – пошкодження різьби під гайку;
- 3 – [назва дефекту 3, який у вас відмічено плюсом у таблиці].

Маршрутну карту ремонту наведено в таблиці 2.4.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.4

Маршрутна карта відновлення деталі

№п /п	Код і назва дефекту	Номер операції	Назва і зміст операції	Обладнання (код, назва, шифр)	Пристрої і інструменти (код, назва)
1	2	3	4	5	6
1 3	Пошкодження різьби під гайку. Зношення поверхні вісі під підшипник	005	Правочна Правимо в центрах	Токарно-гвинторізний верстат К62	—
1 3	—//— —//—	010	Токарна Обточити поверхні 1 і 3 придати необхідної форми, розмірів і чистоти поверхні	Верстат токарно-гвинторізний 1К62	Різець токарний прохідний ГОСТ 18877-75 з пластиною твердого сплава Т15К6. Патрон токарний 3-х кулачковий ГОСТ 2679-71. Штангенциркуль ШЦ-I-125-01
1 3	—//— —//—	015	Наплавлювальна Наплавити поверхні 1 і 3. Видимі тріщини і перепонами не допускаються	Верстат токарно-гвинторізний 1К62. Головка наплавлювальна ОКС1252. Випрямляч ВАГГ-15/600	Патрон токарний 3-х кулачковий ГОСТ 2675-71. Твердомір ТР ГОСТ 13407-67. Штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 1661-73

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
1	Пошкодження різьби під гайку	020	Токарна	Токарний верстат 1К62	Різець токарний прохідний ГОСТ 18877-7 з пластиною твердого сплаву Т15К6. Патрон токарний 3-х кулачковий ГОСТ 2675-71. Штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-73
3	Знос поверхні під підшипник		Обточити поверхні 1 і 3 і фаску на торці		
1	—//—	025	Шліфувальна	Верстат круглошліфувальний 3151	Хомут повідковий ГОСТ 2578-70. центр упорний ГОСТ 25-73-74. Шліфувальний круг ПП 600х30х30622А 40Сі3КА ГОСТ2424-75. Мікрометр МК 50-2
3	—//—		Чистове і чорнове шліфування поверхонь 1 і 3 до певних розмірів і придання певної шорсткості поверхонь		
1	—//—	030	Контрольна	Стіл для контролю ОРГ-1468-01-090-А	Мікрометр МК 50-2. Еталон шорсткості 7 кл ГОСТ 9378-60. Прилад ПБ-20. Індикатор
3	—//—		Перевірити діаметр, форму і розміщення поверхонь 1, 3. Допуск відхилень від циліндричності і не більше 0,01мм. Відносне рад. биття не більше 0,02 мм.		

2.10 Обґрунтування розробки ремонтно-монтажної ділянки

Ефективність функціонування Ставищенського РТП безпосередньо залежить від якості ремонтно-монтажних процесів, які є базовим етапом у циклі реновації зношеної сільськогосподарської техніки. Організація окремого ремонтно-монтажного підрозділу економічно обґрунтована через високу питому вагу розбирально-складальних операцій. Річний обсяг цих робіт складає 6952 люд.-год., що становить майже 50% від сукупної трудомісткості всієї ремонтної майстерні. Показники надійності відремонтованих вузлів чітко корелюють із точністю виконання зазначених процедур. Організаційно ремонтно-монтажні заходи зосереджують на спеціалізованій ділянці із залученням стаціонарного обладнання. Агрегати, що надходять на відновлення, демонтують на поворотних стендах, а дефектовані деталі сортують у технологічну тару чи контейнери. Технологічний регламент суворо забороняє розукomплектування динамічно збалансованих та селективно підібраних пар, оскільки це призводить до критичних вібраційних навантажень. Тому головним вектором підвищення продуктивності праці є модернізація та обґрунтування параметрів діляничного обладнання. [29] [42]

При проектуванні засобів технологічного оснащення першочергово інтегрують сучасні підйомно-транспортні механізми: електричні талі, крани та пересувні візки. Для інтенсифікації демонтажу робочі місця комплектують універсальними знімачами та гідравлічним пресом. Фінішне складання вузлів вимагає наявності спеціалізованої оснастки та пристосувань для технологічно правильного встановлення підшипників. Повний номенклатурний перелік підбраного для модернізованої ділянки обладнання представлено на структурованій схемі на рисунку 2.2.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

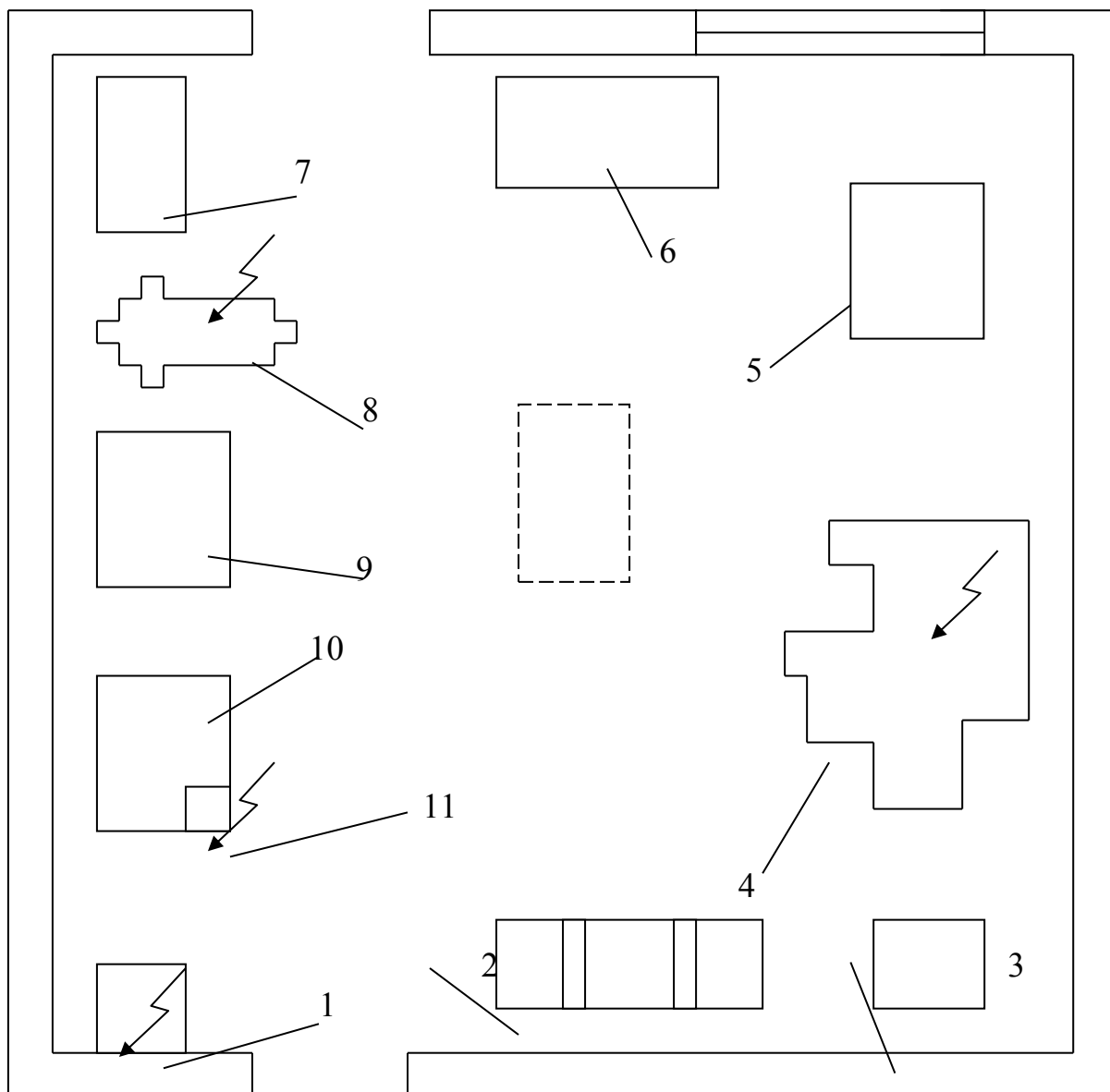


Рис. 2.2 Планування розбирально-складальної дільниці

- 1 – електрична шафа;
- 2 – стенд для розбирання і складання редукторів;
- 3 – шафа для інструменту;
- 4 – стенд для ремонту ресор
- 5 – стенд по ремонту двигунів;
- 6 – стенд для монтажу коліс;
- 7 – термічна піч;
- 8 – вертикально-свердлильний станок;
- 9 – стелаж;
- 10 – слюсарний верстат;
- 11 – настільно-заточувальний верстат;

⚡ - споживач електроенергії; [---] пересувне обладнання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.

Арк.

44

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Призначення стенду для розбирально-складальних робіт

Технологічний комплекс розбирально-складальних операцій реалізується на базі багатофункціонального стенда. Ключова конструктивна перевага даної установки полягає в оснащенні її автономним ручним гідронасосом, який нагнітає робочу рідину в силовий циліндр. Таке технічне рішення дозволяє ефективно здійснювати як монтаж, так і демонтаж спряжених деталей, що зібрані з високими показниками щільності та натягу. [33]

3.2 Розрахунок силового циліндру

Розрахунок сили запресування.

Зусилля запресування визначаємо по формулі [9].

$$P = f_{\text{зап}} \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L$$

де: P – зусилля запресування, м.

$f_{\text{зап}}$ – коефіцієнт тертя при запресуванні, $f = 0,15$.

d – номінальний діаметр поверхонь, що спрягаються, мм.

L – довжина запресування, мм.

p – напруження стискання в зоні контакту, кгс/мм².

Величина напруги стискання підраховується по формулі:

$$P = \frac{\delta}{\left(\frac{\tilde{n}_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right) \cdot d \cdot 10^3}, \text{ кгс/мм}^2. \quad (3.1)$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пересада О.В.			КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА		Лім.	Арк.
Перевір.		Ревенко Ю.І.						45
Реценз.								64
Н. Контр.		Попик П.С.					НУБіП України,	
Затверд.								

Після підстановки отримаємо:

$$P = \frac{\delta}{\left(\frac{\mu_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2}\right) \cdot d \cdot 10^3} = \frac{100}{\left(\frac{0.7}{21 \cdot 10^3} + \frac{4.4}{21 \cdot 10^3}\right) \cdot 35 \cdot 10^3} = 11.8 \text{ кгс/мм}^2$$

де:

δ – розрахунковий натяг, мкм, $\delta = 100$;

E_1 і E_2 – модуль пружності матеріалу охоплюваної та охоплюючої деталей $(21 \div 22) \cdot 10^3$ кгс/мм². [3]

c_1 і c_2 – значення коефіцієнтів визначають за такими співвідношеннями:

$$c_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1 = \frac{35^2 + 0^2}{35^2 - 0^2} - 0.3 = 0.7;$$

$$c_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} + \mu_2 = \frac{44^2 + 35^2}{44^2 - 35^2} + 0.3 = 4.4;$$

де: μ_1 і μ_2 – коефіцієнти Пуасона, рівні для сталі – 0,3;

d_1 і d_2 – відповідно діаметри центрального пустотілого валу її поверхневий діаметр який охоплює втулку;

d – номінальний діаметр отвору, мм.

Величина зусилля запресування визначається:

$$P = f_{зан} \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L, \text{кгс.} \quad (3.2)$$

$$P = f_{зан} \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L = 0.1 \cdot 3.14 \cdot 35 \cdot 11.8 \cdot 45 = 5836 \text{ кгс}$$

Окиснення металу та старіння оливи під час експлуатації збільшують опір у з'єднанні. Тому зусилля випресовування приймають на 20–30% більшим за зусилля

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запресовування.

$$P_B = P \cdot (1 + K) = 5836 \cdot (1 + 0,2) = 7003 \text{ кгс.}$$

Робоче зусилля випресовування генерує гідроциліндр двобічної дії. При розрахунку його параметрів розділяють штовхальне та тягове зусилля. При зворотному (тяговому) ході сила на штоку є меншою, оскільки частину площі поршня займає сам шток. [3]

Зусилля гідроциліндра при нагнітанні рідини в поршневу (безштокову) порожнину визначають за такими залежностями:

$$P_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p; \quad (3.3)$$

$$P_1 = \frac{\pi \cdot 12,5^2}{4} \cdot 100 = 12265 \text{ кгс.}$$

де: p – тиск робочої рідини, $p = 100 \text{ кгс/см}^2$.

D – діаметр циліндра. Приймаємо стандартний $D = 12,5 \text{ см}$.

При нагнітанні робочої рідини в поршневу або штокову порожнину циліндра:

$$P_2 = \frac{\pi \cdot |D^2 - d^2|}{4} \cdot p; \quad (3.4)$$

$$P_2 = \frac{\pi \cdot |12,5^2 - 6^2|}{4} \cdot 100 = 9439 \text{ кгс.}$$

де: d – діаметр штока. Приймаємо $d = 60 \text{ мм.} = 6 \text{ см}$.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняння величин P_B та P_2 свідчить про те, що зусилля, яке розвиває силовий циліндр, перевищує опір (або зусилля) деталі:

$$P_2 > P_B; 9439 \text{ кгс.} > 7003 \text{ кгс.}$$

З цього слідує, що діаметр циліндра вибрано вірно.

3.3 Вибір джерела тиску робочої рідини

Генерація тиску робочої рідини для силового циліндра на досліджуваному стенді забезпечується комплексною гідростанцією.

Її насосний агрегат нагнітає мінеральну оливу з кінематичною в'язкістю від $10 \text{ мм}^2/\text{с}$ за температури середовища $1\text{--}40 \text{ }^\circ\text{C}$. Чистота оливи має бути не нижче 14 класу, а максимальний поріг фільтрації — 100 мкм .

Конструктивно насос складається з шести елементів: нагнітального вузла, роликового привода, повідка, регулювального елемента, запобіжного пристрою та нагнітального клапана.

При передачі крутного моменту через систему повідків, важелів і ролик, плунжер здійснює зворотно-поступальний рух. При цьому робоча рідина через всмоктувальні отвори надходить у камеру нагнітального елемента і примусово витісняється плунжером через вихідний клапан. [11]

Технічна характеристика насоса:

номінальний тиск нагнітання, МПа – 10;

тиск спрацювання запобіжної установки, МПа, не більше – 12.5;

об'єм який подається, $\text{см}^3/\text{хід}$ – 6.3;

регулювальна подача, $\text{см}^3/\text{хід}$ - 0.1 - 6.3;

максимально допустиме число циклів / ходів плунжера / за хвилину – 50.

Наступним етапом проектування є розрахунок експлуатаційної спроможності розробленого обладнання. Ефективна продуктивність

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічного пристосування розраховується на основі подачі насоса та геометричної місткості силового циліндра.

Корисна місткість силового циліндра обумовлюється величиною повного робочого ходу штока, а також внутрішніми розмірами тієї порожнини, в яку здійснюється нагнітання робочої рідини. Варто зазначити, що геометричний об'єм безштокового простору силового циліндра перевищує аналогічний показник штокової порожнини при однаковому лінійному переміщенні поршня. [37]

Визначаємо об'єм без штокової порожнини силового циліндра по формулі:

$$V_2 = S \cdot L ; \quad (3.5)$$

Підставивши, отримаємо:

$$V = 122.2 \cdot 7.5 = 916.5 \text{ см}^3.$$

де: V – об'єм без штокової порожнини циліндра, см^3 .

S – ефективна площа поршня в безштоковій порожнині, см^2 ; $S = 176 \text{ см}^2$.

L – довжина ходу поршня, см ; $L = 10 \text{ див.}$

На основі об'єму циліндра та продуктивності насоса визначають кількість подвійних ходів, необхідних для виконання робочого циклу:

$$K = \frac{V}{V_1}; \quad (3.6)$$

$$K = \frac{V}{V_1} = \frac{916.5}{6.3} = 145 \text{ дв. ходу.}$$

де: V_1 – об'єм масла яке подає насос за один хід плунжера, $V_1 = 6.3 \text{ см}^3/\text{хід.}$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Розрахунок болтів кріплення

Болтове з'єднання, встановлене із зазором, зазнає дії поперечного навантаження. Величина сили затягування болта розраховується з умови забезпечення непорушності з'єднаних елементів, тобто сили тертя на їхніх контактних поверхнях повинні перевищувати зсувне зусилля.

Для болта в сполучі потрібна сила затяжки:

$$V = \frac{1.2 \cdot Q}{f \cdot i}, \quad (3.7)$$

$$V = \frac{1.2 \cdot Q}{f \cdot i} = \frac{1.2 \cdot 122650}{0.4 \cdot 6} = 61325 \text{ м.}$$

де: Q – здвигаюча сила;

i – число стиків, $i = 6$;

f – коефіцієнт тертя, приймаємо для стиків оброблених вогнем газової горілки $f = 0,4$. [1]

За визначеною силою затягування V виконують перевірочний розрахунок болта на спільну дію розтягу та кручення. У практичних інженерних розрахунках для стандартної метричної різьби вплив дотичних напружень від кручення враховують наближено за допомогою коефіцієнта 1,3. Відповідно, розрахункове (еквівалентне) зусилля становить:

$$\sigma_p = \frac{1.3 \cdot V}{F_1} \leq [\sigma]_p; \quad (3.8)$$

де: $F_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ - площа поперечного надрізу по внутрішньому діаметру різьби, мм².

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n]} - \text{допустима напруга, Н/мм}^2.$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

σ_T – границя текучості матеріалу болта, Н/мм², в нашому випадку болти виготовлені із сталі 45 ГОСТ 1050-88, з границею текучості $\sigma_T = 550$ Н/мм².

$[n]$ – необхідний коефіцієнт запасу надійності, $[n] = 1,6$.

$$[\sigma]_p = \frac{550}{1,6} = 344 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахунок площі небезпечного перерізу болта за внутрішнім діаметром різьби здійснюється так:

$$F_1 = \frac{3,14 \cdot 18,376^2}{4} = 235,5 \text{ мм}^2.$$

Визначаємо еквівалентне напруження в болті за умови спільної дії розтягу та кручення:

$$\sigma_p = \frac{1,3 \cdot V}{F_1} = \frac{1,3 \cdot 61325}{235,5} = 338 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_p \leq [\sigma]_p ; \quad 338 \text{ Н/мм}^2 \leq 344 \text{ Н/мм}^2.$$

Перевірочний розрахунок підтвердив виконання умови надійності. Відповідно, для кріплення стійки призначаються болти М20. [31]

Конструктивні особливості та технічні вимоги до силового гідроциліндра.

Проектований гідроциліндр двобічної дії розрахований на експлуатацію в гідросистемах, де як робоче середовище застосовуються мінеральні оливи із кінематичною в'язкістю від 10 до 100 мм²/с (клас чистоти згідно з ГОСТ 17216-71). Параметри працездатності вузла розраховані на роботу під номінальним тиском 10 МПа в діапазоні температур зовнішнього середовища від -5 до +60 °С.

Основними конструктивними елементами гідроциліндра є: корпус, поршнева група, напрямна кришка та комплектуючі ущільнювальні елементи.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виготовленні та збиранні гідроприводу регламентуються такі нормативно-технічні вимоги:

- Механічний коефіцієнт корисної дії (η_M) гідроциліндра повинен становити щонайменше 0,93.
- Вузол має забезпечувати повну герметичність спряжень під впливом статичного тиску робочого середовища 15 МПа.
- Поршень гідроциліндра виконаний як єдина монолітна конструкція разом зі штоком. Матеріалом для виготовлення цієї деталі слугує конструкційна легована сталь 40Х (ГОСТ 4543-71). Технологія зміцнення передбачає проведення цементації поверхневого шару на глибину 0,8...1,2 мм із забезпеченням кінцевої твердості HRC 56...62. Допуск радіального биття зовнішньої прямої поверхні штока обмежений 5-м ступенем точності.
- Кришка гідроциліндра виготовляється із сталі 40Х і піддається термічній обробці до досягнення твердості HRC 25...30. Допустиме радіальне биття різьбової поверхні відносно бази, що спрягається з внутрішнім дзеркалом корпусу, повинно відповідати 5-му ступеню точності.
- Корпус гідроциліндра також проектується із легованої сталі 40Х із аналогічними параметрами термічного покращення до твердості HRC 25...30. [7]

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Визначення капіталовкладень в основні фонди.

Вартість основних фондів ремонтної майстерні Ставищенське РТП, розраховуємо за формулою:

$$C_o = C_{\text{б\textsubscript{уд}}} + C_{\text{об}} + C_{\text{ін}}; \quad (4.1)$$

де $C_{\text{б\textsubscript{уд}}}$ – вартість будівель майстерень, грн.;

$C_{\text{об}}$ – вартість встановлено обладнання, грн.;

$C_{\text{ін}}$ – необмежені за строком служби інструменти, прилади та пристосування, поштучна вартість яких становить понад 1000 грн.;

Вартість виробничої будівлі розраховується за такою залежністю:

$$C_{\text{б\textsubscript{уд}}} = C'_{\text{б\textsubscript{уд}}} \times S; \quad (4.2)$$

де $C'_{\text{б\textsubscript{уд}}}$ – середня вартість будівельно-монтажних робіт, віднесена до 1 м² виробничої площі ремонтного підприємства, грн./м²;

S – виробнича площа майстерні, м².

$C'_{\text{б\textsubscript{уд}}} = 2620$ грн/м² – для будівель колгоспних та радгоспних РМ.;

Тоді:

$$C_{\text{б\textsubscript{уд}}} = 2620 \cdot 754 = 1\,975\,480 \text{ грн.}$$

Для умов центральної ремонтної майстерні (ЦРМ) вартість встановленого обладнання, визначена за питомими показниками, складає 40 % від вартості

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ		
Розроб		Пересада О.В.					
Перевір.		Ревенко Ю.І.					
Консульт							
Н. Контр.		Попик П.С.					
Затверд.					НУБіП України		
					Лім.	Арк.	Аркушів
						53	64

виробничої будівлі.

$$C_{об}=0,4 \cdot C_{буд}; \quad (4.3)$$

$$C_{об}=0,4 \cdot 1\,975\,480 = 790\,192 \text{ грн.}$$

Витрати на придбання приладів, інструменту та пристосувань приймаються в розмірі 7,5% від загальної вартості технологічного обладнання:

$$C_{ін}=0,075 \cdot C_{об}; \quad (4.4)$$

$$C_{ін}=0,075 \cdot 790\,192 = 59\,264 \text{ грн.}$$

За таких умов балансова вартість основних фондів визначається за формулою:

$$C_o = 1\,975\,480 + 790\,192 + 59\,264 = 2\,824\,936 \text{ грн.}$$

Враховуючи, що балансова вартість основних фондів до реконструкції становила $C_o = 1\,950\,000$ грн, обсяг додаткових капіталовкладень (модернізації) становитиме:

$$\Delta K = C_o - C_o'; \quad (4.5)$$

де C_o' – основні фонди до реконструкції, грн..

$$\Delta K = 2\,824\,936 - 1\,950\,000 = 874\,936 \text{ грн.}$$

4.2 Розрахунок виробничих витрат та собівартості.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.1 Фонд оплати праці виробничих робітників

Для розрахунків прийнято реальні середні годинні тарифні ставки для робітників сфери ремонту та обслуговування техніки: для ТО (4 розряд) — 160 грн/год, для ПР (усереднений розряд з урахуванням важких умов) — 185 грн/год. Додаткова оплата, премії та нарахування (ЄСВ тощо) сумарно складають 40% від основної зарплати. [42]

Зведена трудомісткість та фонд оплати праці (ТОВ) виробничого персоналу за річною програмою наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Розрахунок фонду оплати праці робітників майстерні

Вид робіт / Техніка	Затрати праці, люд.-год	Середня ставка, грн/год	Основна оплата, грн	Додаткова оплата й нарахування (40%), грн	Всього ТОВ, грн
Трактори (ПР + ТО)	4 771	175	834 925	333 970	1 168 895
Комбайни (ПР + ТО)	3 140	175	549 500	219 800	769 300
Автомобільна техніка	1 303	185	241 055	96 422	337 477
Інші види ремонту	4 968	160	794 880	317 952	1 112 832
Усього	14 182	—	2 420 360	968 144	3 388 504

4.2.2 Витрати на утримання майстерні та матеріали

Запасні частини та ремонтні матеріали: на основі структури прямих витрат сучасних РТП, сума витрат на комплектуючі та матеріали для забезпечення річної програми становить 2 450 740 грн.

Амортизація та поточний ремонт приміщень та обладнання. [4]

Амортизація будівель (3%) та обладнання (10%):

$$1\,975\,480 \cdot 0,03 + 790\,192 \cdot 0,10 = 59\,264 + 79\,019 = 138\,283 \text{ грн}$$

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Поточний ремонт фондів (в середньому 4% від вартості C_0):

$$2\,824\,936 \cdot 0,04 = 112\,997 \text{ грн}$$

Фонд оплати праці АТП (3 особи: завідувач, технік, комірник) з урахуванням ринкових окладів річний ТОВ із нарахуваннями становить 960 000 грн.

Інші загальновиробничі витрати (енергоносії, вода, спецодяг): приймаються в розмірі 5% від загальної вартості основних фондів: [4]

$$З_{ін} = 2\,824\,936 \cdot 0,05 = 141\,246 \text{ грн}$$

Загальні річні виробничі затрати майстерні ($З_{заг}$):

$$\begin{aligned} З_{заг} &= 3388504 + 2\,450\,740 + 138\,283 + 112\,997 + 960000 + 141\,246 \\ &= 10\,582\,634 \end{aligned}$$

4.2.3 Калькуляція собівартості умовного ремонту

Річна програма майстерні після реконструкції складає $П_{ур} = 300$ умовних ремонтів. Собівартість одного умовного ремонту ($C_{ур}$) становить: [9]

$$C_{ур} = \frac{З_{заг}}{П_{ур}} \quad (4.6)$$

$$C_{ур} = \frac{10\,582\,634}{300} = 35\,275,4 \text{ грн./ум. рем.}$$

4.3 Техніко-економічні показники ремонтної майстерні до і після переоснащення

Продуктивність праці (при чисельності робітників $P = 16$ чол.): [9]

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$П_{\text{м}} = \frac{300}{16} = 18,7 \text{ ум. рем./чол.}$$

Економія від зниження собівартості ремонту:

$$E_{\text{т}} = (C_{\text{ур}} - C_{\text{ур}}) \cdot П_{\text{ур}} \quad (4.7)$$

$$E_{\text{т}} = (38650 - 35\,275,4) \cdot 300 = 1\,012\,380$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{E_{\text{т}}} \quad (4.8)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{874\,936}{1\,012\,380} = 0,86 \text{ року}$$

Комплексні результати розрахунків та порівняльний аналіз основних показників ремонтної майстерні до і після реконструкції наведено в табл. 4.5.

Таблиця 4.2

Економічна ефективність проекту реконструкції ремонтної майстерні

Показники	Існуючий стан	Проектний стан
Річна програма, ум. ремонтів	210	300
Основні виробничі фонди, грн.	1 950 000	2 824 936
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	874 936
Собівартість умовного ремонту, грн.	38650	35275,4
Річна економія від зниження собівартості, грн.рік	-	1012380
Термін окупності проекту, року	-	0,86

ВИСНОВКИ

1. У бакалаврській кваліфікаційній роботі на основі проведених досліджень розв'язано важливе науково-практичне завдання щодо розробки розбирально-складального обладнання Ставищенського РТП. За результатами аналізу її виробничої діяльності обґрунтовано необхідність технічної реконструкції діляниць із метою зниження високої частки ручної праці та скорочення простоїв техніки.

2. Вважаємо за доцільне впровадження спроектованої виробничої програми з річним обсягом робіт у 28 000 людино-годин, для забезпечення якої визначено оптимальний штатний склад майстерні у кількості 7 робітників. Для підвищення якості ремонту розроблено прогресивний технологічний процес відновлення зношених поверхонь вісі натяжних шківів жатки зерно збирального комбайна шляхом електродугового наплавлення та шлікування, що дозволяє повернути деталі номінальні параметри замість купівлі нової.

3. З метою механізації важких демонтажних процесів спроектовано розбирально-складальний стенд, вузли якого успішно перевірено інженерними розрахунками на міцність, згин і кручення, а також обґрунтовано параметри силового гідроциліндра двобічної дії. Застосування цього стенда на виробництві дозволяє повністю виключити використання небезпечних ударних методів, запобігає пошкодженню деталей та підвищує рентабельність підприємства.

4. Результати розрахунків підтверджують високу економічну доцільність модернізації майстерні Ставищенського РТП. Впровадження прогресивного розбирально-складального обладнання дозволяє знизити собівартість одиниці ремонту на 8,73%, підвищити річну продуктивність та забезпечити повну окупність інвестованих коштів за 0,86 року.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб		Пересада О.В.			ВИСНОВКИ		
Перевір.		Ревенко Ю.І.					
Консульт							
Н. Контр.		Попик П.С.					
Затверд.							
					Лім.	Арк.	Аркушіє
						58	64
					НУБіП України		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук В. В., Булгаков В. М., Калапаца М. В. Конструкція та параметричний аналіз сільськогосподарських машин : підручник. Київ : Аграрна наука, 2021. 412 с.
2. Бабич А. В., Кійко В. В. Технологічні процеси ремонту та відновлення деталей машин : навч. посіб. Житомир : ЖДТУ, 2022. 284 с
3. Войтюк Д. Г., Лютий О. П. Сільськогосподарські машини: ергономіка та дизайн : монографія. Київ : НУБІП України, 2020. 256 с.
4. Голуб Г. А., Марус О. А. Проектування ремонтно-обслуговуючих підприємств АПК : підручник. Київ : ЦУЛ, 2023. 318 с.
5. Диня Ю. В., Ружицький М. С. Надійність та ремонт сільськогосподарської техніки. Львів : Новий Світ-2000, 2021. 340 с.
6. Крупко В. М., Новицький А. В., Бистрий О. М. Обґрунтування параметрів та розробка розбирально-складального обладнання для ремонтних майстерень. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. 2024. Вип. 15. С. 45–54.
7. Лук'янець В. Д., Караванський О. М. Проектування гідравлічного приводу розбирально-монтажного обладнання : навч. посіб. Харків : ХПІ, 2022. 190 с.
8. Мельник В. І., Пастухов В. І. Реновація деталей сільськогосподарських комбайнів механізованим наплавленням. *Техніка АПК*. 2023. № 2 (11). С. 18–25.
9. Новицький А. В. Технологічне планування та модернізація ремонтно-транспортних підприємств АПК : монографія. Київ : НУБІП України, 2023. 298 с.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб		Пересада О.В.			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		Літ.	Арк.
Перевір.		Ревенко Ю.І.						Аркушів
Консульт								
Н. Контр.		Попик П.С.					59	64
Затверд.							НУБіП України	

10. Попик П. С., Ревенко Ю. І. Аналітичний розрахунок зусиль запресовування та випресовування пресових з'єднань з натягом. *Конструювання та виробництво машин*. 2025. № 4. С. 89–97.

11. Руденко О. М., Шевченко В. В. Модернізація процесів дефектування та сортування деталей в агроінженерії. *Вісник ЖНАЕУ*. 2021. № 1. С. 112–121.

12. Сидоренко М. І., Федоренко О. П. Технологія механічної обробки та шліфування відновлених валів та осей. *Процеси обробки матеріалів*. 2022. Вип. 8. С. 64–72.

13. Ткаченко О. В., Бойко М. В. Охорона праці та пожежна безпека при експлуатації гідрофікованого інструменту. *Охорона праці в Україні*. 2024. № 5. С. 33–39.

14. Чернов В. А., Яковенко С. І. Економічна ефективність технічного переоснащення розбирально-складальних ділень РТП. *Економіка АПК*. 2025. № 3. С. 51–58.

15. Шатровський О. В. Застосування CAD/CAE систем при розрахунку деталей на міцність в агроінженерії. *Сучасне машинобудування*. 2023. № 12. С. 102–111.

16. Яременко О. В. Агрегатно-вузловий метод ремонту іноземної сільськогосподарської техніки. *Агротехніка та енергетика*. 2022. Вип. 19. С. 77–84.

17. Офіційний веб-сайт ТОВ «Ставищанське РТП». Статистичні та фінансово-економічні показники діяльності за 2023–2025 рр. URL: <http://stav-rtp.com.ua/reports> (дата звернення: 11.05.2026).

18. Інструкція з експлуатації та технічного обслуговування жаток Case IH DH302. Офіційний портал документації Case IH. URL: <https://www.caseih.com/emea/uk-ua/service-parts/manuals> (дата звернення: 18.04.2026).

19. Al-Rousan A., Al-Shaer M. Parametric Design and Structural Strength Analysis of Double-Acting Hydraulic Cylinders Using CAD/CAE Tools. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*. 2021. Vol. 9, No. 4. P. 45–52.

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

20. Bulgakov V., Adamchuk V., Ivanovs S. Theoretical Study of Mechanical Wear and Stress Distribution in Agricultural Tillage Machinery. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 118–126.

21. Case IH Agriculture. Technical Specification and Catalog of DH302 Headers (Part No. IH DN332). URL: <https://www.caseih.com/en-us/parts-service/digital-tools> (дата звернення: 05.04.2026).

22. Erdem O., Kaya M. Remanufacturing Processes of Worn Agricultural Axles by Automated Arc Welding and Precision Grinding. *Journal of Agricultural Machinery Science*. 2023. Vol. 19, Iss. 2. P. 85–93.

23. Hevko R. B., Lyashuk O. L., Trokhaniak O. M. Development and Parameter Justification of Disassembly and Assembly Equipment for Repairing Heavy Machinery. *Journal of Applied Engineering Science*. 2024. Vol. 22, No. 1. P. 142–151.

24. ISO 4413:2010. Hydraulic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components. Geneva : International Organization for Standardization, 2010. 42 p.

25. Johnson R., Smith T. Mechanics of Interference Fits and Press-Fit Disassembly: Analytical Models and Experiments. *Journal of Mechanical Design*. 2020. Vol. 142, Iss. 8. P. 210–219.

26. Kovalenko O., Pastukhov V. Agronomic and Economic Efficiency of Modernizing Repair Workshops in Eastern Europe. *Agronomy Research*. 2023. Vol. 21, No. 3. P. 890–901.

27. Lindqvist M., Johansson K. Ergonomic Risk Assessment and Occupational Safety in Heavy Machinery Disassembly Operations. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2022. Vol. 88. Article 103260.

28. Martinez-Gomez J., Santos F. Automated Arc Hardfacing and Surface Restoration of AISI 5140 Steel Shafts. *Surface and Coatings Technology*. 2021. Vol. 405. Article 126612.

29. Onshape CAD Platform. Professional FeatureScript Documentation for Parametric Tooling Design. URL: <https://cad.onshape.com/featurescript/documentation> (дата звернення: 12.05.2026).

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

30. Patel R., Kumar S. Optimization of Hydraulic Press Parametric Controls for Precise Disassembly of Conical and Cylindrical Shaft Joints. *Mechanics and Mechanical Engineering*. 2024. Vol. 28. P. 67–75.

31. Shynkaruk M., Marus O. Operational Reliability of Modern Tractors and Harvesting Units under Dynamic Soil Loads. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2022. Vol. 24, No. 2. P. 134–145.

32. SolidWorks Simulation. Linear Static and Fatigue Analysis of Structural Framing and Bolts. URL: <https://www.3ds.com/products-services/solidworks/simulation> (дата звернення: 22.04.2026).

33. Standard AISI 5140. Standard Specification for Chromium Automotive Alloy Steel. ASM International Material Data Sheets. URL: <https://www.asminternational.org> (дата звернення: 19.04.2026).

34. Thomas G., Walters P. Acoustic Enclosures and Noise Mitigation Strategies for Hydraulic Power Units in Industrial Workspaces. *Applied Acoustics*. 2023. Vol. 201. Article 109115.

35. Vasiliev O., Revenko Y. Evaluation of Economic Indicators and Structural Optimization of Regional Agricultural Repair Enterprises. *Ukrainian Journal of Agricultural Engineering*. 2025. Vol. 13, No. 1. P. 12–21.

36. Zhou X., Wang Y. Mechanical Behavior and Micro-Deformation Analysis of Interference Fits under Heavy Axial and Bending Loads. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*. 2022. Vol. 199. Article 104692.

37. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII : станом на 01.01.2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 14.04.2026).

38. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII : станом на 05.02.2026. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 14.04.2026).

39. Показчик нормативно-правових актів з охорони праці : затверджено Наказом Державної служби України з питань праці від 23.01.2026 № 9. URL: <https://dsp.gov.ua> (дата звернення: 20.04.2026).

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		62

40. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.

41. ДСТУ EN ISO 12100:2023. Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT; ISO 12100:2010, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. 44 с.

42. ДСТУ EN ISO 4413:2024. Гідроприводи. Загальні правила та вимоги безпеки щодо систем та їхніх компонентів (EN ISO 4413:2010, IDT; ISO 4413:2010, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2025. 32 с.

43. Onshape. Cloud-Native Product Development Platform. URL: <https://www.onshape.com> (дата звернення: 02.06.2026).

44. Wolfram Cloud. Cloud-Based Computation, Development, and Deployment. URL: <https://www.wolframcloud.com> (дата звернення: 02.06.2026).

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009.	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

					01.12 – БКР. 1044 «С» 2026.04.15.009. ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								
Розроб		Пересада О.В.			Додатки				Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ревенко Ю.І.									64	64
Консульт									НУБіП Україна			
Н. Контр.		Попик П.С.										
Затверд.												

