

**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:

**ПРОЕКТ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ АГРЕГАТИВ
ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-1-22
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ **ВЕРЕЩАКА** Тарас Максимович

Керівник: _____ **КАЛГАНКОВ** Євген Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

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

Верещаці Трасу Максимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект ділянки з ремонту агрегатів гідравлічних систем

керівник роботи Калганков Євген Васильович, ст. викладач

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2026р.

3. Вихідні дані до проєкту Матеріально – технічна база ПСП Колосок, кількісний склад машин господарства та навколишніх господарств і приватних власників тракторів. Існуючі технології ремонту та відновлення гідроагрегатів. Економічні показники роботи аналогічних підприємств з ремонту гідроагрегатів. Насиченість зони обслуговування сервісно-ремонтними підприємствами.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Стан питання. 2. Обґрунтування виробничої програми та удосконалення технології ремонту гідроагрегатів. 3. Розробка конструкції стенда для відновлення внутрішніх поверхонь електролітичним натиранням. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

№ п/п	фо- рмат	Позначення	Найменування	К-сть ар- ку- шів	Номер Арку- ша	Примі- тка
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	46ДП.173 000.000ПЗ	Пояснювальна записка	69		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	46ДП.173 000.000Т	Тема проекту	1	1	
3	A1	46ДП.173 000.000ТП	Технологічне планування дільниці	1	2	
4	A1	46ДП.173 000.000Р	Корпус гідророзподільника Р-80. (ремонтне креслення)	1	3	
5	A1	46ДП.173 100.000ВЗ	Креслення загального виду	1	4	
6	A3	46ДП.173 113.000СК	Складальне креслення	1	5	
			<u>Креслення деталей</u>			
7	A4	46ДП.173 113.001	Перехідник	1	5	
8	A4	46ДП.173 113.002	Ізолятор	1	5	
9	A4	46ДП.173 113.003	Вал конусний	1	5	
10	A4	46ДП.173 113.004	Конус	1	5	
11	A4	46ДП.173 113.008	Втулка	1	5	
12	A4	46ДП.173 113.009	Шайба	1	5	
13	A1	46ДП.173 000. 000 Е	Економічні показники	1	6	
14	A1	46ДП.173 000. 000 В	Висновки	1	7	
46ДП.173 000 000 ПЗ						
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість дипломного проекту	
Розроб	Верецака Т.М					
Перевір.	Калганков Є.В					
Н.контр.	Івлева В.В.					
Затв.	Дудін В.Ю.					
					Літер.	Лист
						1
					Листів	
					69	
					ДДАЕУ	

РЕФЕРАТ

Верещака, В. (2026). *Проект дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем: дипломний проект: Дипломний проект* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 69 с.

У дипломному проекті розглянуто питання організації дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем в умовах ремонтної майстерні господарства. Обґрунтовано необхідність створення спеціалізованого підрозділу для виконання розбирання, миття, дефектування, відновлення, складання та випробування гідронасосів, гідроциліндрів і гідророзподільників. Розраховано річну програму ремонту, яка становить 952 гідроагрегати, та визначено загальну трудомісткість робіт - 4464 люд.-год. На основі цих даних підібрано обладнання, визначено чисельність працівників і площу дільниці.

У роботі розроблено технологічний процес відновлення корпусу гідророзподільника Р-80, зокрема усунення зношування отворів під золотник, пошкодження різьби та дефектів привалочних площин. У конструкторській частині запропоновано стенд для електролітичного натирання корпусів розподільників, що дозволяє відновлювати внутрішні посадкові поверхні та знижувати трудомісткість ремонту. Також розроблено заходи з охорони праці та виконано техніко-економічну оцінку проекту.

Ключові слова: гідроагрегат, гідророзподільник, ремонтна дільниця, корпус Р-80, електролітичне натирання, відновлення деталей, технологічний процес, охорона праці. Ключові слова: гідроагрегат, гідророзподільник, ремонтна дільниця, корпус Р-80, електролітичне натирання, відновлення деталей, технологічний процес, ремонтна майстерня, трудомісткість, техніко-економічна оцінка.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. СТАН ПИТАННЯ	9
1.1. Форма власності та організаційно-правова форма господарства	9
1.2. Оброблювані земельні угіддя й матеріальні активи господарства	11
1.2. Загальна характеристика ремонтно-обслуговуючої бази.....	13
1.3. Аналіз технологічного процесу ремонту машинно-тракторного парку господарства	14
1.4. Обґрунтування теми та визначення задач дипломного проєкту.....	16
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ГІДРОАГРЕГАТИВ.....	19
2.1. Аналіз методів і способів ремонту гідроагрегатів та обґрунтування прийнятих рішень.....	19
2.2. Визначення виробничої програми ділянки з ремонту гідроагрегатів	21
2.3. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт, режим роботи та фонди часу	23
2.4. Удосконалення технологічного процесу відновлення корпусу гідророзподільника Р-80	26
2.4.1. План технологічних операцій відновлення корпусу гідророзподільника Р-80.....	28
2.4.2. Вибір режимів технології відновлення корпусу гідророзподільника	30
2.5. Розрахунок виробничої ділянки	34
2.5.1. Розрахунок потреби ділянки у працівниках та обґрунтування штату	34
2.5.2. Розрахунок кількості основного обладнання ділянки	35
2.5.3. Визначення площі ділянки та її планування	37
2.6. Висновок	39

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ НАТИРАННЯМ	40
3.1. Призначення та область застосування стенда для електролітичного натирання	41
3.2. Аналіз існуючих конструкцій та обґрунтування прийнятого технічного рішення	42
3.3. Опис конструкції та принцип роботи стенда	44
3.4. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції.....	46
3.5. Технічна характеристика стенда	48
3.6. Висновок	49
4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ АГРЕГАТИВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ	50
4.1. Загальні відомості з охорони праці в господарстві	50
4.2. Вимоги охорони праці при роботі на стенді для електролітичного натирання	52
4.3. Висновок	55
5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ..	56
5.1. Визначення основних техніко-економічних показників	56
5.2. Висновок	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
ЛІТЕРАТУРА	66
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Аграрний сектор традиційно займає важливе місце в економіці України, оскільки забезпечує продовольчу безпеку держави, формує значну частину експортного потенціалу та створює робочі місця у сільській місцевості. Однією з важливих складових сучасного сільського господарства є фермерські господарства, які поєднують підприємницьку ініціативу, раціональне використання земельних ресурсів і безпосередню участь власника у виробничому процесі. Саме фермерські господарства є тією формою аграрного виробництва, яка найбільш тісно пов'язана з розвитком села, підвищенням зайнятості населення та ефективним використанням місцевого виробничого потенціалу.

Розвиток фермерських господарств в Україні розпочався після переходу економіки до ринкових умов і реформування колективних сільськогосподарських підприємств [1]. У цей період було створено правові та організаційні передумови для формування приватного землекористування, розвитку підприємництва на селі та появи самостійних виробників сільськогосподарської продукції. Фермерські господарства поступово стали важливою ланкою аграрного виробництва, особливо у вирощуванні зернових, технічних, овочевих культур, а також у тваринництві, садівництві та переробці сільськогосподарської продукції.

Особливістю фермерських господарств є їхня гнучкість та здатність швидко пристосовуватися до змін виробничих, економічних і природно-кліматичних умов. На відміну від великих агрохолдингів, фермерські господарства часто мають компактнішу структуру управління, що дозволяє оперативно приймати рішення щодо вибору культур, технологій обробки ґрунту, використання техніки, організації праці та збуту продукції. Водночас ефективність їхньої діяльності значною мірою залежить від рівня технічного забезпечення, стану машинно-тракторного парку, наявності кваліфікованих

працівників і можливості своєчасного проведення технічного обслуговування та ремонту машин.

У сучасних умовах фермерські господарства України стикаються з низкою складних викликів. До них належать зростання цін на паливо, запасні частини, мастильні матеріали, добрива та засоби захисту рослин, нестабільність ринку збуту, дефіцит обігових коштів, а також необхідність оновлення застарілої техніки. Крім того, значна частина господарств експлуатує машини, які мають тривалий термін служби, що підвищує ймовірність відмов, збільшує витрати на ремонт і знижує продуктивність виконання польових робіт. У таких умовах особливого значення набуває правильна організація технічного сервісу, планово-попереджувального обслуговування, діагностування та раціонального використання наявного обладнання.

Таким чином, фермерські господарства відіграють важливу роль у розвитку аграрного виробництва України та соціально-економічному зміцненні сільських територій. Їхня конкурентоспроможність значною мірою залежить не лише від площі земельних угідь чи обсягів виробництва, а й від технічної оснащеності, організації експлуатації машин та ефективності ремонтно-обслуговуючої бази. Тому питання удосконалення технічного обслуговування машин у фермерських господарствах є актуальним і має практичне значення для підвищення надійності техніки, зменшення експлуатаційних витрат і забезпечення ритмічної роботи аграрного підприємства.

Метою дипломної роботи є визначення оптимальних розмірів виробничих площ, розрахунок необхідної кількості обладнання та обґрунтування раціонального технологічного зв'язку між виробничими відділеннями й устаткуванням.

1. СТАН ПИТАННЯ

1.1. Форма власності та організаційно-правова форма господарства

Приватне сільськогосподарське підприємство Колосок, на матеріалах якого виконується дипломна робота, є самостійним суб'єктом господарювання, що функціонує у сфері аграрного виробництва. Підприємство було зареєстроване у грудні 2002 року відповідно до рішення адміністрації Дніпропетровського району Дніпропетровської області. Його створення відбулося в умовах реформування аграрного сектору України, коли на основі земельної реформи та розвитку приватної ініціативи в сільському господарстві почали активно формуватися фермерські й приватні сільськогосподарські підприємства.

ПСП Колосок було організоване на добровільних засадах членами сім'ї Дриваль [2]. Основною метою створення господарства стало ведення сільськогосподарської діяльності, пов'язаної з виробництвом, частковою переробкою та реалізацією аграрної продукції. Крім того, підприємство створювалося як форма самостійної підприємницької діяльності, що передбачає отримання економічного результату на основі ефективного використання земельних, матеріально-технічних і трудових ресурсів.

Господарство розташоване поблизу м. Дніпро у селі Балівка. Територія, на якій воно функціонує, раніше входила до складу великого державного сільськогосподарського підприємства — зернового радгоспу. Після проведення аграрних реформ на базі колишніх державних і колективних господарств були створені нові організаційні форми аграрного виробництва. У даній місцевості поряд із правонаступником колишнього радгоспу почали працювати фермерські господарства, товариства з обмеженою відповідальністю, акціонерні товариства та інші сільськогосподарські підприємства. Одним із таких господарств стало приватне сільськогосподарське підприємство Колосок.

Матеріальною основою створення ПСП Колосок стало об'єднання майнових паїв і земельних часток членів сім'ї Дриваль, які раніше працювали в колективному сільськогосподарському підприємстві. Такий спосіб формування господарства був характерним для періоду переходу аграрного виробництва до ринкових умов, коли працівники колишніх колгоспів і радгоспів отримували можливість самостійно розпоряджатися належними їм земельними та майновими частками [2].

Після державної реєстрації ПСП Колосок набуло статусу юридичної особи. Це надало підприємству право самостійно здійснювати господарську діяльність, мати власну печатку, відкривати рахунки в банківських установах, укладати договори з іншими підприємствами, організаціями та установами, а також виступати учасником цивільно-правових і господарських відносин. Підприємство має можливість здійснювати розрахункові операції, користуватися банківськими послугами, залучати матеріальні ресурси та реалізовувати вироблену продукцію відповідно до чинного законодавства України.

За своєю організаційно-правовою формою ПСП Колосок є приватним сільськогосподарським підприємством, яке діє на принципах господарської самостійності, економічної відповідальності та раціонального використання наявних ресурсів. Підприємство самостійно визначає напрями виробничої діяльності, планує обсяги виробництва, організовує використання техніки, трудових ресурсів і матеріально-технічної бази. При цьому господарство має право здійснювати будь-які види діяльності, що не суперечать законодавству України та відповідають його статутним завданням.

Разом із правами підприємство несе відповідальність за результати своєї діяльності. Зокрема, ПСП Колосок відповідає за виконання договірних зобов'язань, дотримання розрахунково-фінансової дисципліни, якості виробленої та реалізованої продукції, а також за виконання вимог чинних нормативно-правових актів у сфері господарської діяльності. У разі порушення

встановлених правил підприємство не звільняється від майнової, фінансової або іншої передбаченої законом відповідальності.

Отже, ПСП Колосок є типовим прикладом приватного аграрного підприємства, створеного внаслідок реформування сільськогосподарського виробництва та переходу до ринкових форм господарювання. Його діяльність базується на використанні власних земельних і майнових ресурсів, самостійному управлінні виробництвом та відповідальності за кінцеві результати господарювання. Така організаційна форма дає змогу гнучко реагувати на зміни виробничих умов, раціонально використовувати техніку й ресурси та забезпечувати стабільну роботу сільськогосподарського підприємства.

1.2. Оброблювані земельні угіддя й матеріальні активи господарства

На момент створення підприємство використовувало 124 га орних земель. З них 18 га перебувало в приватній власності членів господарства. Також 106 га землі були взяті в оренду на два роки в жителів с. Балівка, які є власниками часток, виділених їм при реорганізації колгоспу. Усього в оренді перебувало 12 земельних часток [2].

На даний час ПСП Колосок має досить великий машино – тракторний парк та 1200 га землі.

За кожний рік оренди орендар, відповідно до укладеного з орендодавцем договору, зобов'язується передавати їм по 2,5 т зерна (продовольчого й фуражного) і по 100 л соняшникового масла. Крім того, орендар зобов'язався сплачувати земельний податок за орендодавців по встановленим на черговий рік ставкам.

Крім землі майновий комплекс господарства утворює і сільськогосподарська техніка. Техніка була отримана за рахунок майнових паїв, отриманих при реорганізації колишнього підприємства. Частково вона придбана в інших пайовиків по залишковій вартості. Техніка в основному вже вислужила амортизаційний строк експлуатації. Проте господарство відновило всі види

наявних машин і підтримує їх у працездатному стані. Строки виконуваних у господарстві земельних, посівних і збиральних робіт дотримуються. Вони не відрізняються від вимог, установлених агротехнікою.

В 2025 році власна й орендована рілля була засіяна (зайнята) наступними культурами: озима пшениця; яровий ячмінь; соняшник; кукурудза на зерно; картопля, люцерна, трава суданська (на сіно), овочі й баштан.

Наведені дані свідчать про те, що понад 70 % оброблюваної ріллі зайнято під зерновими культурами, включаючи кукурудзу. При цьому строки посіву, обробки й збирання культур не збігаються. Це дозволяє обходитися мінімальним залученням людей зі сторони. Вони потрібні лише під час збирання хлібів на транспортних роботах, а також - на ручних прополках. Картоплю, баштан і овочі обробляли в основному для особистого споживання і як орендна плата власникам земельних часток.

Тваринництвом у господарстві займаються лише на особистому подвір'ї, оскільки в цьому випадку не потрібно платити податки. Кількість тварин становить: ВРХ – 32 гол., свині – 28 гол.

Показники, що характеризують майновий стан, оброблювані земельні угіддя, їхній розподіл між вирощуваними культурами наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Землевикористання ПСП Колосок

Показники, га	Рік		
	2023	2024	2025
Загальна земельна площа, га	1200	1200	1200
Всього с.-г. угідь, га:			
пашня	1090	1090	1050
сінокоси	110	110	150
Зрошувальні землі, га (крапельний полив)	100	100	100

Показники, наведені у таблиці 1.1, сформовано на основі матеріалів статистичної звітності підприємства за відповідні роки, а також даних журналу обліку основних засобів.

1.2. Загальна характеристика ремонтно-обслуговуючої бази

Ремонтно-обслуговуюча база господарства розвинена недостатньо і не повною мірою відповідає сучасним вимогам до організації технічного сервісу машин та обладнання. Як зазначалося раніше, значна частина ремонтних робіт виконується під навісами, що істотно обмежує можливість якісного проведення технічного обслуговування і ремонту в несприятливих погодних умовах. Особливо ускладнюється виконання робіт у зимовий період, під час дощу, сильного вітру та підвищеної вологості повітря.

Разом з тим у господарстві наявна певна кількість ремонтно-технологічного обладнання, яке використовується для виконання нескладних слюсарних, механічних, зварювальних і ковальських робіт. Під навісами розміщено таке обладнання:

- слюсарний верстак – 2 шт.;
- токарно-гвинторізний верстат – 1 шт.;
- свердлильний верстат – 1 шт.;
- заточувальний верстат – 1 шт.;
- гідравлічний прес – 1 шт.

Слід зазначити, що гідравлічний прес на цей час практично не використовується, що знижує технологічні можливості ремонтної бази під час виконання операцій розбирання, запресовування та випресовування деталей.

Окремо під навісом розміщено ковальсько-зварювальний пост, призначений для виконання зварювальних, нагрівальних, правочних і допоміжних ремонтних операцій. До його складу входять:

- трансформатор для ручного електродугового зварювання;
- обладнання для газового зварювання;

- ковальський горн;
- ковадло;
- лещата – 2 шт.

Крім зазначеного обладнання, у господарстві є підймальне пристосування, яке використовується для демонтажу двигунів, коробок передач та інших агрегатів під час виконання ремонтних робіт.

Водночас ремонтна база господарства не забезпечує повного циклу відновлення складних агрегатів. Зокрема, у власних умовах не виконуються ремонти агрегатів електрообладнання, паливної апаратури, гідравлічних систем та інших відповідальних вузлів. Такі агрегати направляються на спеціалізовані ремонтні підприємства.

Недоліком такої організації ремонту є залежність господарства від сторонніх виконавців, збільшення тривалості простою техніки та додаткові витрати на транспортування агрегатів. Крім того, якість виконання ремонтних робіт на сторонніх підприємствах не завжди є стабільною, унаслідок чого окремі агрегати доводиться повторно направляти на гарантійне усунення дефектів. Це негативно впливає на експлуатаційну готовність машинно-тракторного парку, підвищує витрати на ремонт і технічне обслуговування та, відповідно, збільшує собівартість виконання виробничих робіт.

1.3. Аналіз технологічного процесу ремонту машинно-тракторного парку господарства

Технологічний процес ремонту машинно-тракторного парку господарства розпочинається з очищення та миття машини. Зовнішнє миття виконується на бетонованому майданчику із застосуванням апарата високого тиску фірми Kärcher. Така операція дає змогу видалити з поверхонь машини ґрунт, пил, залишки рослинних решток, мастильні матеріали та інші забруднення, що створює більш зручні умови для подальшого огляду, діагностування й виконання ремонтних робіт.

Після миття машина переміщується під навіс, де проводяться основні ремонтні операції. У разі виявлення несправностей, які можуть бути усунуті власними силами господарства, ремонт виконується безпосередньо на місці. До таких робіт належать регулювальні операції, заміна окремих деталей, усунення дрібних механічних пошкоджень, підтягування кріплень, заміна ущільнювальних елементів, мастильних матеріалів та інші нескладні операції поточного ремонту.

Якщо під час дефектування встановлено, що несправний агрегат не може бути якісно відновлений в умовах господарства, його демонтують з машини та направляють на спеціалізоване ремонтне підприємство. Це стосується складних вузлів і агрегатів, ремонт яких потребує спеціального обладнання, високої точності обробки, стендової перевірки або застосування спеціалізованих методів відновлення деталей.

Ремонт двигунів у господарстві виконується на монтажному столі. При цьому переважно проводяться нескладні ремонтні операції, які не потребують складного верстатного обладнання. До основних робіт, що виконуються під час ремонту двигунів, належать:

- заміна поршневих кілець;
- відновлення герметичності спряження сідло клапана – клапан;
- заміна вкладишів колінчастого вала;
- очищення деталей від нагару та забруднень;
- перевірка стану ущільнень і кріпильних елементів.

Разом з тим операції, пов'язані з відновленням колінчастих валів, ремонтом гільз циліндрів, розточуванням, шліфуванням, хонінгуванням та іншими високоточними видами механічної обробки, у господарстві не виконуються. Такі роботи передаються на спеціалізовані ремонтні підприємства, які мають відповідне технологічне обладнання та засоби контролю.

Проведений аналіз показує, що існуюча організація технологічного процесу ремонту машинно-тракторного парку має низку суттєвих недоліків. Основними з них є відсутність повноцінного закритого ремонтного приміщення,

обмежена кількість технологічного обладнання, недостатні можливості для якісного дефектування агрегатів і залежність від сторонніх ремонтних організацій. Виконання значної частини робіт під навісами ускладнює дотримання необхідних технологічних умов, особливо в зимовий період та за несприятливої погоди.

Така система ремонту не забезпечує належної якості відновлення машин і агрегатів, збільшує тривалість простою техніки та призводить до додаткових витрат на транспортування і повторний ремонт. У результаті підвищується собівартість ремонтно-обслуговуючих робіт і знижується експлуатаційна готовність машинно-тракторного парку господарства. Тому виникає необхідність удосконалення ремонтної бази, розширення її технологічних можливостей та впровадження більш раціональної організації ремонтного процесу.

1.4. Обґрунтування теми та визначення задач дипломного проєкту

У сучасних умовах сільськогосподарські підприємства та фермерські господарства стикаються зі значними труднощами, пов'язаними з експлуатацією машинно-тракторного парку. Значна частина тракторів, комбайнів, автомобілів, ґрунтообробної та посівної техніки відпрацювала нормативний амортизаційний строк, має підвищений рівень зношування і потребує капітального ремонту, модернізації або заміни. Однак висока вартість нової техніки, обмежені можливості вітчизняного машинобудування, дефіцит якісних запасних частин, нестабільне забезпечення паливно-мастильними матеріалами та зростання вартості ремонтних матеріалів ускладнюють своєчасне оновлення машинного парку.

Аналіз виробничої діяльності ПСП Колосок показав, що господарство в цілому має достатні передумови для своєчасного виконання основних агротехнічних операцій. Це забезпечується наявністю трудових ресурсів, досвідом працівників та відповідною кваліфікацією спеціалістів. Разом з тим

ремонтно-обслуговуюча база господарства потребує суттєвого вдосконалення. Наявні виробничі приміщення використовуються не повністю: частина площ зайнята списаними агрегатами, частина не задіяна у виробничому процесі, а повноцінна ремонтна майстерня у господарстві відсутня.

На цей час ремонт машинно-тракторного парку переважно виконується на відкритому майданчику під навісом. Таке розміщення ремонтної зони не забезпечує належних умов для якісного виконання технічного обслуговування і ремонту, особливо у зимовий період та за несприятливих погодних умов. Крім того, навіс розташований на спільній території з іншими виробничими зонами, що ускладнює організацію робочих місць, переміщення техніки, зберігання інструменту, дотримання технологічної послідовності ремонтних операцій та вимог охорони праці.

Відсутність спеціалізованої ремонтної майстерні негативно впливає на технічну готовність машин, збільшує тривалість простоїв у період підготовки до польових робіт і призводить до зростання витрат на ремонт. Частину агрегатів доводиться передавати на сторонні спеціалізовані підприємства, що потребує додаткових витрат на транспортування, очікування виконання робіт і повторне усунення дефектів у разі недостатньої якості ремонту. У зв'язку з цим виникає необхідність у проєктуванні ремонтної майстерні, яка дозволить підвищити якість ремонтно-обслуговуючих робіт, скоротити простої техніки та забезпечити більш раціональне використання матеріальних і трудових ресурсів господарства.

Отже, тема дипломного проєкту є актуальною, оскільки вона спрямована на вдосконалення ремонтно-обслуговуючої бази господарства, підвищення рівня технічної готовності машинно-тракторного парку та зниження витрат на підтримання техніки у працездатному стані.

Для досягнення поставленої мети в дипломному проєкті необхідно вирішити такі задачі:

- розрахувати кількість ремонтно-обслуговуючих дій для машинно-тракторного парку господарства;

- визначити загальну річну трудомісткість ремонтних робіт, які передбачається виконувати в умовах проєктованої майстерні;
- обґрунтувати доцільність створення ремонтної майстерні та розробити загальну схему організації технологічного процесу ремонту;
- підібрати основне технологічне обладнання, пристрої, інструмент і допоміжне оснащення відповідно до запланованого обсягу робіт;
- визначити необхідну кількість виробничих працівників і сформувати штат ремонтної майстерні;
- розробити заходи з покращення умов та безпеки праці під час виконання ремонтно-обслуговуючих робіт;
- провести техніко-економічну оцінку запропонованих проєктних рішень і визначити їх доцільність для умов господарства.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ГІДРОАГРЕГАТИВ

2.1. Аналіз методів і способів ремонту гідроагрегатів та обґрунтування прийнятих рішень

Ефективність роботи машинно-тракторного парку значною мірою залежить від технічного стану агрегатів гідравлічних систем [3, 4, 5]. Гідророзподільники, шестеренні насоси, гідроциліндри, запобіжні та перепускні клапани працюють за умов високого тиску робочої рідини, змінних навантажень, забруднення мастильно-гідравлічного середовища та періодичних перевантажень. Унаслідок цього в процесі експлуатації виникає зношування робочих поверхонь, порушення герметичності, пошкодження різьбових з'єднань, задири, забоїни та зниження точності спряження деталей.

Відновлення працездатності гідроагрегатів доцільно здійснювати шляхом організації спеціалізованої ремонтної дільниці, яка забезпечує виконання розбирально-мийних, дефектувальних, відновлювальних, складальних, обкатувальних і контрольних операцій у визначеній технологічній послідовності. Такий підхід дає змогу підвищити якість ремонту, скоротити тривалість простою техніки та зменшити залежність господарства від сторонніх ремонтних підприємств [3, 4, 5].

У практиці ремонту гідроагрегатів застосовують тупиковий, потоковий та комбінований способи організації робіт. Тупиковий спосіб передбачає виконання основних операцій розбирання, ремонту та складання на одному робочому місці. Його перевагою є простота організації, однак він потребує частого переміщення деталей, ускладнює спеціалізацію робочих місць і не завжди забезпечує стабільну якість ремонту за значної номенклатури агрегатів.

Потоковий спосіб ґрунтується на розміщенні робочих постів відповідно до технологічної послідовності операцій. Він найбільш ефективний за великої та стабільної виробничої програми, коли ремонтуються однотипні агрегати. Проте

для умов господарської ремонтної бази, де до ремонту надходять гідророзподільники, гідронасоси та гідроциліндри різних типорозмірів, створення окремих потокових ліній є економічно недоцільним [3, 4, 5].

З урахуванням різноманітності гідроагрегатів і порівняно невеликої програми ремонту найбільш раціональним є комбінований спосіб організації робіт. Він передбачає поєднання постової форми розбирання і складання з виконанням спеціалізованих операцій на окремих робочих місцях. Розбирально-складальні операції доцільно закріпити за постами відповідно до типу агрегату, а мийні, дефектувальні, відновлювальні, випробувальні та контрольні операції виконувати на спеціалізованому обладнанні [6].

Таблиця 2.1 - Порівняльна характеристика способів організації ремонту гідроагрегатів

Спосіб організації ремонту	Сутність способу	Переваги	Недоліки та умови застосування
Тупиковий	Розбирання, ремонт і складання виконуються переважно на одному робочому місці.	Проста організація; мінімальна потреба у спеціальному транспорті між постами.	Підвищена трудомісткість переміщення деталей; нижча спеціалізація; доцільний для малої програми ремонту.
Потоковий	Операції виконуються на послідовно розташованих робочих місцях або потокових лініях.	Скорочення тривалості ремонту; висока продуктивність; стабільність якості.	Потребує значної програми однотипних агрегатів і більших капіталовкладень.

Комбінований	Розбирання і складання виконуються на окремих постах, а спеціалізовані операції - на відповідному обладнанні.	Гнучкість для різних типів гідроагрегатів; раціональне використання обладнання; прийнятна трудомісткість.	Потребує чіткого технологічного маршруту та організації міжопераційного контролю.
--------------	---	---	---

Під час ремонту машин і агрегатів можуть застосовуватися індивідуальний, знеособлений і незнеособлений методи. Індивідуальний метод передбачає повернення деталей після ремонту на той самий агрегат, що забезпечує повніше використання деталей із допустимим зношуванням, але збільшує тривалість перебування агрегату в ремонті. Знеособлений метод скорочує тривалість ремонту, однак не завжди забезпечує збереження припрацьованих спряжень деталей. Незнеособлений метод дозволяє зберегти належність відповідальних деталей до конкретного агрегату, проте також потребує більшої організаційної дисципліни [7].

Для дільниці з ремонту гідроагрегатів приймаємо частково знеособлений метод. За цим методом базові, відповідальні та дороговартісні деталі не знеособлюються, а деталі масового застосування після відновлення можуть використовуватися у складі інших агрегатів тієї самої марки або типорозміру. Такий підхід є найбільш доцільним для умов ремонтної майстерні, оскільки поєднує скорочення тривалості ремонту з достатнім рівнем якості складання.

2.2. Визначення виробничої програми дільниці з ремонту гідроагрегатів

Річну програму ремонту гідроагрегатів визначаємо з урахуванням кількості машин, що експлуатуються на відповідній території, середнього

річного наробітку, нормативної потреби в агрегатах на 100 машин, а також поправних коефіцієнтів, які характеризують вік техніки та умови її експлуатації.

Потребу в капітальному ремонті окремого виду гідроагрегатів визначаємо за формулою [8, 9]:

$$N = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot N_n \cdot W_r \cdot n}{100 \cdot W_e}, \quad (2.1)$$

де N - річна потреба в ремонті гідроагрегатів, од.;

γ - коефіцієнт, що враховує середній вік машин;

β - поправний коефіцієнт, який враховує зональні особливості умов експлуатації;

N_n - нормативна потреба в агрегатах на 100 машин;

W_r - середній річний наробіток трактора, год.;

n - кількість машин, що працюють на заданій території;

W_e - еталонний наробіток трактора, год.

За вихідними даними приймаємо: $\gamma = 1,0$; $\beta = 1,3$; $W_r = 850$ год.; $n = 600$ машин; $W_e = 1000$ год. Нормативну потребу приймаємо: для гідророзподільників $N_n = 40$ од.; для гідроциліндрів $N_n = 35$ од.; для шестеренних насосів $N_n = 45$ од. Розрахунок річної потреби наведено нижче.

$$N_r = \frac{1,0 \cdot 1,3 \cdot 40 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 265 \text{ од.} \quad (2.2)$$

$$N_{\text{ц}} = \frac{1,0 \cdot 1,3 \cdot 35 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 232 \text{ од.} \quad (2.3)$$

$$N_n = \frac{1,0 \cdot 1,3 \cdot 45 \cdot 850 \cdot 600}{100 \cdot 1000} = 298 \text{ од.} \quad (2.4)$$

Сумарна річна потреба в ремонті гідроагрегатів становить [8, 9]:

$$N = N_r + N_{\text{ц}} + N_n = 265 + 232 + 298 = 795 \text{ од.} \quad (2.5)$$

Під час експлуатації гідроагрегатів можливі раптові відмови, що виникають унаслідок забруднення робочої рідини, зношування ущільнень, порушення герметичності, перевантаження системи або пошкодження робочих поверхонь. Їх кількість приймаємо на рівні 20 % від розрахункової потреби. З урахуванням додаткової потреби та розподілу за номенклатурою агрегатів приймаємо річну програму ремонту: гідророзподільники - 318 од.; гідронасоси - 356 од.; гідроциліндри - 278 од.

$$N_{\text{пр}} = 318 + 356 + 278 = 952 \text{ од.} \quad (2.6)$$

Отже, для подальших розрахунків приймаємо річну виробничу програму дільниці з ремонту гідроагрегатів у кількості 952 одиниці.

2.3. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт, режим роботи та фонди часу

Загальна трудомісткість робіт визначається на основі прийнятої річної програми ремонту та нормативної трудомісткості відновлення одного агрегату. Оскільки на дільниці передбачається ремонт різних за конструкцією гідроагрегатів, розрахунок виконуємо окремо за їх видами.

Трудомісткість ремонту визначається за формулою [8, 9, 10]:

$$T = N \cdot T_i \cdot K_{\text{пр}}, \quad (2.7)$$

де T - трудомісткість ремонтних робіт, люд.-год.;

N - кількість агрегатів відповідного виду, од.;

T_i - нормативна трудомісткість ремонту одного агрегату, люд.-год.;

$K_{\text{пр}}$ - коефіцієнт, який враховує зміну трудомісткості залежно від виробничої програми.

Нормативну трудомісткість ремонту приймаємо: для гідророзподільника - 4,0 люд.-год.; для шестеренного насоса - 3,5 люд.-год.; для гідроциліндра - 3,2

люд.-год. Остаточну річну трудомісткість основних ремонтних робіт визначаємо за формулою:

$$T = (N_r \cdot T_r + N_n \cdot T_n + N_{\text{ц}} \cdot T_{\text{ц}}) \cdot K_{\text{пр}}, \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} T &= (318 \cdot 4,0 + 356 \cdot 3,5 + 278 \cdot 3,2) \cdot 1,0 \\ &= 3408 \text{ люд.} - \text{год.} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Крім основних ремонтних операцій, у роботі дільниці необхідно врахувати допоміжні та супутні роботи: ремонт обладнання - 8 %, відновлення деталей - 8 %, ремонт і виготовлення інструменту та пристроїв - 5 %, інші роботи - 10 %. Загальна частка додаткових робіт становить 31 %.

$$T_{\text{дод}} = T \cdot 0,31 = 3408 \cdot 0,31 = 1056 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.10)$$

$$T_{\text{сум}} = T + T_{\text{дод}} = 3408 + 1056 = 4464 \text{ люд.} - \text{год.} \quad (2.11)$$

Отже, загальна річна трудомісткість робіт дільниці з ремонту гідроагрегатів становить 4464 люд.-год.

Режим роботи дільниці приймаємо відповідно до режиму роботи ремонтної майстерні. Роботи виконуються в одну зміну за шестиденного робочого тижня. Тривалість зміни становить 7 год., у передвихідні та передсвяткові дні - 6 год. Номінальні та дійсні фонди часу визначаються з урахуванням кількості календарних, вихідних, святкових днів, тривалості відпустки та коефіцієнта використання робочого часу.

Номінальний річний фонд часу робітника визначаємо за формулою [10]:

$$F_{\text{нр}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{с}}) \cdot t_{\text{зм}} - (d_{\text{пв}} + d_{\text{пс}}), \quad (2.12)$$

де $d_{\text{к}}$, $d_{\text{в}}$, $d_{\text{с}}$ - відповідно кількість календарних, вихідних і святкових днів;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год.;

$d_{\text{пв}}$, $d_{\text{пс}}$ - кількість передвихідних і передсвяткових днів.

$$F_{\text{нр}} = (365 - 52 - 8) \cdot 7 - (52 + 8) = 2075 \text{ год.} \quad (2.13)$$

Дійсний річний фонд часу робітника визначаємо за формулою:

$$F_{\text{др}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{с}} - d_{\text{від}}) \cdot t_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{р}} - (d_{\text{пв}} + d_{\text{пс}}), \quad (2.14)$$

де $d_{\text{від}}$ - тривалість відпустки, днів;

$\eta_{\text{р}}$ - коефіцієнт використання робочого часу, $\eta_{\text{р}} = 0,98$.

$$F_{\text{др}} = (365 - 52 - 8 - 24) \cdot 7 \cdot 0,98 - (52 + 8) = 1860 \text{ год.} \quad (2.15)$$

Дійсний річний фонд часу обладнання визначаємо за формулою:

$$F_{\text{до}} = F_{\text{но}} \cdot \eta_{\text{о}}, \quad (2.16)$$

де $F_{\text{но}}$ - номінальний фонд часу обладнання, год.;

$\eta_{\text{о}}$ - коефіцієнт використання обладнання з урахуванням простоїв у ремонті, $\eta_{\text{о}} = 0,95 \dots 0,98$.

$$F_{\text{до}} = 2075 \cdot (0,95 \dots 0,98) = 1978 \dots 2033 \text{ год.} \quad (2.17)$$

Таблиця 2.2 - Річні фонди часу робітників і обладнання за видами робіт

Найменування робіт	Річний фонд часу обладнання, год.	Номінальний фонд часу робітника, год.	Дійсний фонд часу робітника, год.
Розбирально-мийні роботи	2020	2075	1860
Обкатка та випробування	1990	2075	1980
Відновлення деталей	1975	2075	1860

За результатами розрахунків встановлено, що номінальний фонд часу робітника становить 2075 год., а дійсний фонд часу залежно від виду робіт

перебуває в межах 1860...1980 год. Дійсний фонд часу обладнання приймаємо в межах 1975...2020 год.

2.4. Удосконалення технологічного процесу відновлення корпусу гідророзподільника Р-80

Одним із найбільш поширених агрегатів гідравлічних систем тракторів є гідророзподільник Р-80. Його корпус є базовою деталлю, яка забезпечує розміщення золотників, клапанів, каналів підведення і відведення робочої рідини та приєднувальних площин. Від технічного стану корпусу залежить герметичність гідросистеми, стабільність роботи виконавчих механізмів і надійність керування робочими органами машини.

Корпус гідророзподільника виготовляється із сірого чавуну СЧ 21 з твердістю НВ 170...240. У процесі експлуатації найбільш інтенсивно зношуються робочі пояски отворів під золотники, отвори під перепускний клапан, посадкові та приєднувальні площини [11, 12]. Також можливі пошкодження різьбових отворів, утворення задирів, раковин, забоїв, порушення геометричної форми отворів і зниження точності взаємного розташування поверхонь.

Характерні дефекти корпусу гідророзподільника Р-80 та рекомендовані способи їх усунення наведено в таблиці 2.3 та на рис. 2.1.

Таблиця 2.3 - Характерні дефекти корпусу гідророзподільника Р-80 та способи їх усунення

№ дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності	Основний спосіб усунення	Допоміжний спосіб усунення	Засоби контролю
1	Зрив або забиття різьби менше двох ниток	0,40	Калібрування різьби	Встановлення різьбової вставки	Різьбова пробка, калібр

2	Зношення отворів під золотники	0,80	Хонінгування з подальшим електролітичним натиранням	Притирання після відновлення покриття	Індикаторний нутромір, калібр
3	Зношення отвору під перепускний клапан	0,60	Розгортання під ремонтний розмір	Розточування з наступним доведенням	Калібр, штангенциркуль
4	Зношення отвору під сидло клапана	0,60	Розгортання або розточування отвору	Притирання спряженої поверхні	Калібр, контроль герметичності
5	Раковини, задири та забоїни на приєднувальних площинах	0,35	Шліфування до усунення дефектів	Притирання поверхні	Плита, індикатор, щуп

Для усунення задирів і забоїв на приєднувальних площинах приймаємо шліфування на плоскошліфувальному верстаті. Отвори під перепускний клапан доцільно розгортати під ремонтний розмір на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135. Отвори під золотники після хонінгування відновлюються електролітичним натиранням із подальшим притиранням. Контроль розмірів і якості відновлення виконується комплектом вимірювальних засобів: калібрами, індикаторними нутромірами, штангенінструментом і контрольними пробками.

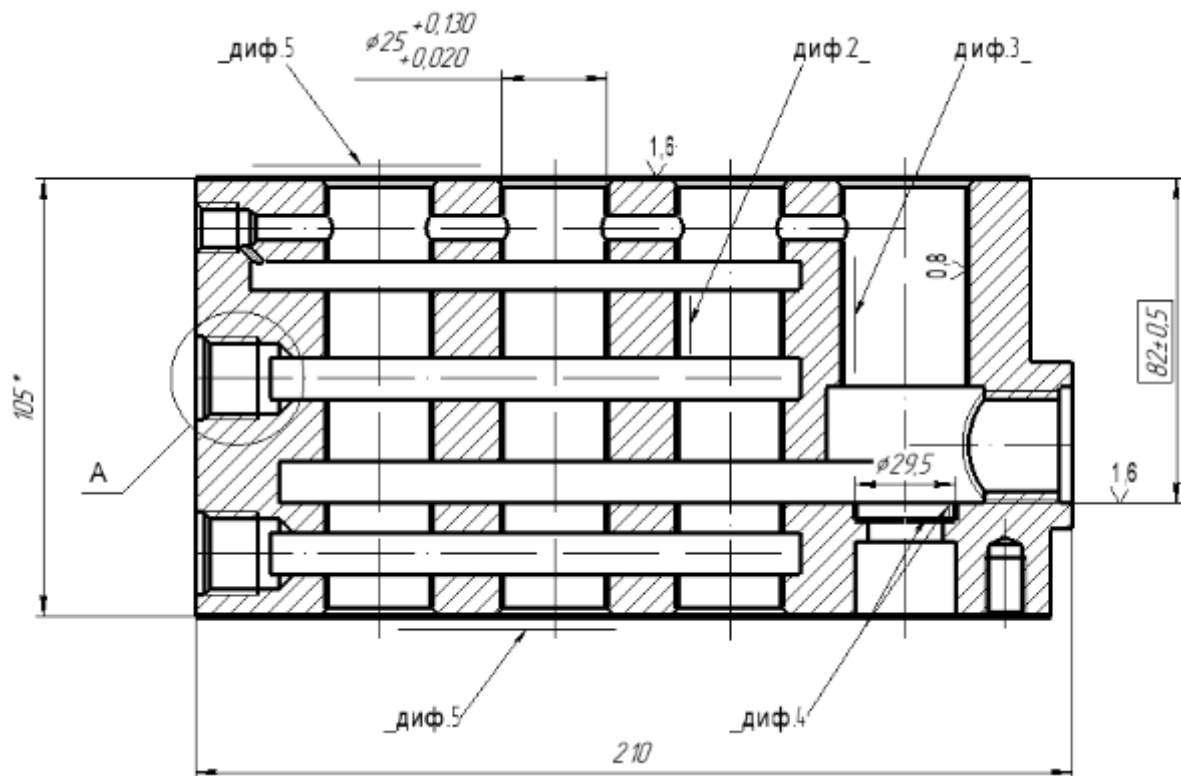


Рисунок 2.1 – Дефекти корпусу гiдророзподiльника

2.4.1. План технологiчних операцiй вiдновлення корпусу гiдророзподiльника Р-80

Технологiчний процес вiдновлення корпусу гiдророзподiльника Р-80 розроблено з урахуванням характеру дефектiв, матерiалу деталi, необхідної точностi обробки та наявного обладнання ремонтної дiльниці. Основнi операцiї технологiчного процесу наведено у таблицi 2.4.

Таблиця 2.4 - План технологiчних операцiй вiдновлення корпусу гiдророзподiльника Р-80

№ операцiї	Найменування операцiї	Змiст переходу	Обладнання та оснащення	Контрольний iнструмент
005	Свердлильна	Калiбрувати пошкоджену рiзьбу М24×1,5	Вертикально-свердлильний верстат 2Н135, цеховий пристрiй, патрон, мiтчик	Рiзьбова пробка

010	Свердлильна	Розгорнути отвори під перепускний клапан і сідло клапана до ремонтного розміру	Вертикально-свердлильний верстат 2Н135, розгортка, пристрій для закріплення	Калібр, штангенциркуль
015	Плоскошліфувальна	Шліфувати приєднувальні і площини до усунення задирів, раковин і забоїв	Плоскошліфувальний верстат 3Б722, магнітна плита	Штангенрейсмус, індикатор
020	Хонінгувальна	Хонінгувати отвори під золотники до ремонтного розміру	Хонінгувальний верстат 3821, хонінгувальна головка	Індикаторний нутромір
025	Електролітична	Відновити отвори під золотники електролітичним натиранням з наступним притиранням	Установка для електролітичного натирання, робоча головка	Калібр, нутромір
030	Контрольна	Контроль розмірів, шорсткості, герметичності та якості механічної обробки	Верстак контролера, контрольна плита	Калібри, пробки, індикатори

2.4.2. Вибір режимів технології відновлення корпусу гідророзподільника

Для забезпечення необхідної якості відновлення корпусу гідророзподільника Р-80 виконуємо розрахунок режимів основних технологічних операцій. Режими обробки приймаються з урахуванням матеріалу деталі, характеру дефекту, точності відновлюваної поверхні та технологічних можливостей обладнання.

Операція 005 - свердлильна. Під час виконання операції деталь установлюють і закріплюють у пристрої, після чого калібрують різьбу М24×1,5. Норму часу на виконання операції з урахуванням поправочного коефіцієнта $K = 0,45$ визначаємо за формулою [14. 15, 16]:

$$T_n = 3,18 \cdot 0,45 = 1,4 \text{ хв.} \quad (2.18)$$

Основний машинний час для оброблення отвору визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S'} \quad (2.19)$$

де L - довжина оброблення з урахуванням врізання та виходу інструмента, мм;

n - частота обертання інструмента, об/хв;

S - подача на один оберт, мм/об.

$$T_o = \frac{82}{137 \cdot 0,58} = 1,0 \text{ хв.} \quad (2.20)$$

Допоміжний час на встановлення і зняття деталі приймаємо $T_{\text{доп}} = 0,6$ хв, допоміжний час, пов'язаний з проходом інструмента, $T_d = 0,15$ хв. Повний допоміжний час становить [14. 15, 16]:

$$T_{\text{доп}} = 0,6 + 0,15 = 0,75 \text{ хв.} \quad (2.21)$$

Під час розгортання отвору до одного з ремонтних розмірів глибину різання визначаємо як половину різниці між діаметрами після і до оброблення:

$$t = \frac{29,7 - 29,5}{2} = 0,10 \text{ мм.} \quad (2.22)$$

Основний час на цей перехід становить 0,05 хв. Загальний основний час на операцію [14. 15, 16]:

$$T_o = 1,0 + 0,05 = 1,05 \text{ хв.} \quad (2.23)$$

Оперативний час визначаємо як суму основного та допоміжного часу:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} = 1,05 + 0,90 = 1,95 \text{ хв.} \quad (2.24)$$

Додатковий час приймаємо у розмірі 6 % від оперативного часу:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} = 0,12 \text{ хв.} \quad (2.25)$$

За підготовчо-заключного часу $T_{\text{пз}} = 6$ хв норма часу на операцію становить [14. 15, 16]:

$$T_n = 1,95 + 0,12 + 6,0 = 8,07 \text{ хв.} \quad (2.26)$$

Операція 015 - плоскошліфувальна. Приєднувальні площини корпусу шліфують до усунення задирів і забоїн. Глибина шліфування приймається $t = 0,01$ мм, поперечна подача $\beta = 0,30$ частки ширини круга. Оскільки деталь виготовлена з чавуну, вводимо поправочний коефіцієнт $K_m = 1,3$. Швидкість стола становить [14. 15, 16]:

$$V_b = 39 \cdot 1,3 = 51 \text{ м/хв.} \quad (2.27)$$

Довжину ходу круга в напрямку подачі визначаємо за формулою:

$$L_k = b + B_k + 5 = 120 + 63 + 5 = 188 \text{ мм.} \quad (2.28)$$

Довжина поздовжнього ходу стола:

$$L_c = l + (10...15) = 210 + 12 = 222 \text{ мм.} \quad (2.29)$$

Основний час на шліфування визначаємо за формулою [14. 15, 16]:

$$T_o = \frac{2 \cdot L_k \cdot L_c \cdot h}{1000 \cdot V_B \cdot \beta \cdot B_k \cdot t} \cdot K_3, \quad (2.30)$$

де h - припуск на оброблення, мм;

V_B - швидкість стола, м/хв;

β - поперечна подача в частках ширини круга;

B_k - ширина шліфувального круга, мм;

t - глибина шліфування, мм;

K_3 - коефіцієнт зачисних ходів.

$$T_o = \frac{2 \cdot 188 \cdot 222 \cdot 0,05}{1000 \cdot 51 \cdot 0,3 \cdot 63 \cdot 0,01} \cdot 1,35 = 0,6 \text{ хв.} \quad (2.31)$$

З урахуванням двох переходів загальний основний час становить 1,2 хв, а допоміжний час - 2,2 хв. Оперативний час:

$$T_{оп} = 1,2 + 2,2 = 3,4 \text{ хв.} \quad (2.32)$$

Додатковий час для шліфування приймаємо 9 % від оперативного часу:

$$T_{дод} = \frac{3,4 \cdot 9}{100} = 0,3 \text{ хв.} \quad (2.33)$$

За підготовчо-заключного часу $T_{пз} = 4,5$ хв норма часу на операцію становить:

$$T_n = 1,2 + 2,2 + 0,3 + 4,5 = 8,2 \text{ хв.} \quad (2.34)$$

Операція 020 - хонінгувальна. Хонінгування отворів під золотники виконується до ремонтного розміру. Припуск на обробку приймаємо $h = 0,008$ мм, кругова швидкість $V_{кр} = 0,5$ м/хв, зворотно-поступальна швидкість $V_{зп} = 11,8$ м/хв, радіальна подача брусків $S_p = 0,85$ мкм/подвійний хід. Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_p}, \quad (2.35)$$

$$T_o = \frac{155}{425 \cdot 0,85} = 0,5 \text{ хв.} \quad (2.36)$$

Допоміжний час на встановлення і зняття деталі становить 1,0 хв, а допоміжний час, пов'язаний з проходом, - 0,12 хв. Оскільки в корпусі відновлюються три отвори, основний і допоміжний час збільшуємо утричі: $T_o = 1,5$ хв, $T_{доп} = 3,36$ хв. Оперативний час становить [14. 15, 16]:

$$T_{оп} = 1,5 + 3,36 = 5,16 \text{ хв.} \quad (2.37)$$

$$T_{дод} = \frac{5,16 \cdot 9}{100} = 0,46 \text{ хв.} \quad (2.38)$$

За підготовчо-заключного часу $T_{пз} = 5$ хв норма часу на хонінгувальну операцію дорівнює:

$$T_n = 1,5 + 3,36 + 0,46 + 5,0 = 10,32 \text{ хв.} \quad (2.39)$$

Операція 025 - електролітична. Електролітичне натирання застосовується для відновлення робочих поверхонь отворів під золотники. Продуктивність процесу приймаємо 10 мкм за 1 хв. Відновлення однієї секції потребує 11 хв, а кількість секцій становить три. Основний час дорівнює:

$$T_o = 3 \cdot 11 = 33 \text{ хв.} \quad (2.40)$$

Допоміжний час на встановлення корпусу і зняття його зі станда приймаємо 1 хв, оперативний час для процесу хромування - 5,65 хв. Норму часу визначаємо з урахуванням коефіцієнта 1,13 та коефіцієнта використання обладнання $K_i = 0,8$:

$$T_n = \frac{(T_o + T_{вш} \cdot T_{оп.н}) \cdot 1,13}{n \cdot K_i}, \quad (2.41)$$

$$T_n = \frac{(33 + 1 \cdot 5,65) \cdot 1,13}{1 \cdot 0,8} = 56 \text{ хв.} \quad (2.42)$$

Розраховані та прийняті режими обробки використовуються для складання маршрутної й операційної документації технологічного процесу відновлення корпусу гідророзподільника Р-80.

2.5. Розрахунок виробничої ділянки

2.5.1. Розрахунок потреби ділянки у працівниках та обґрунтування штату

Кількість виробничих робітників визначаємо за річною трудомісткістю робіт і фондом часу одного робітника. Розрахунок виконуємо за формулою [17]:

$$P_o = \frac{T_{\text{сум}}}{F_{\text{нр}} \cdot K'} \quad (2.43)$$

де P_o - кількість основних виробничих робітників, чол.;

$T_{\text{сум}}$ - сумарна річна трудомісткість робіт, люд.-год.;

$F_{\text{нр}}$ - номінальний річний фонд часу робітника, год.;

K - коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $K = 1,05 \dots 1,15$.

$$P_o = \frac{4464}{2075 \cdot 1,05} = 2,05 \text{ чол.} \quad (2.44)$$

За результатами розрахунку приймаємо двох основних виробничих робітників. Кількість допоміжних робітників приймаємо у межах 10...15 % від чисельності основних виробничих робітників. Для забезпечення роботи ділянки приймаємо одного допоміжного робітника.

$$\begin{aligned} P_{\text{моп}} &= 0,05 \cdot (P_o + P_{\text{доп}}) = 0,05 \cdot (2 + 1) \\ &= 0,15 \text{ чол.} \end{aligned} \quad (2.45)$$

$$P_v = P_o + P_{\text{доп}} + P_{\text{моп}} = 2 + 1 + 0,15 = 3,15 \text{ чол.} \quad (2.46)$$

З урахуванням округлення та фактичної організації робіт приймаємо штат дільниці у кількості трьох працівників: два основні виробничі робітники та один допоміжний робітник.

2.5.2. Розрахунок кількості основного обладнання дільниці

Кількість основного технологічного обладнання визначаємо розрахунковим шляхом, а допоміжне обладнання приймаємо відповідно до технологічного процесу ремонту. До основного обладнання дільниці належать мийна машина, стенд для обкатки і випробування гідроагрегатів, верстати для механічної обробки, компресор, прес, пристрої для розбирання і складання агрегатів.

Кількість мийних машин для зовнішнього очищення деталей визначаємо за формулою [10, 17]:

$$N_{\text{м}} = \frac{Q}{F_{\text{до}} \cdot q_{\text{в}} \cdot r \cdot \eta_{\text{т}}}, \quad (2.47)$$

де Q - загальна маса деталей, що підлягають очищенню, кг;

$F_{\text{до}}$ - дійсний фонд часу обладнання, год.;

$q_{\text{в}}$ - годинна продуктивність мийної машини, кг/год.;

r - коефіцієнт завантаження ванни за масою;

$\eta_{\text{т}}$ - коефіцієнт використання мийної машини за часом.

$$N_{\text{м}} = \frac{8450}{2010 \cdot 100 \cdot 0,70 \cdot 0,75} = 0,08 \text{ шт.} \quad (2.48)$$

За результатами розрахунку приймаємо одну мийну машину типу ОМ-14-16 або аналогічну за продуктивністю.

Кількість стендів для обкатки і випробування гідроагрегатів визначаємо за формулою [10, 17]:

$$N_c = \frac{N_{\text{пр}} \cdot t_{\text{в}} \cdot C}{F_{\text{до}} \cdot \eta_c}, \quad (2.49)$$

де $t_{\text{в}}$ - тривалість випробування одного агрегату з урахуванням монтажних робіт, год.;

C - коефіцієнт, що враховує можливість повторного випробування;

η_c - коефіцієнт використання стенда за часом.

$$N_c = \frac{952 \cdot 0,3 \cdot 1,1}{2010 \cdot 0,9} = 0,17 \text{ шт.} \quad (2.50)$$

Приймаємо один стенд для обкатки та випробування гідроагрегатів КИ-4815М або аналогічний за призначенням.

Кількість металорізальних верстатів визначаємо за формулою:

$$S_{\text{в}} = \frac{T_{\text{в}} \cdot K_{\text{н}}}{F_{\text{до}} \cdot \eta_{\text{в}}}, \quad (2.51)$$

де $T_{\text{в}}$ - річна трудомісткість верстатних робіт, люд.-год.;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності завантаження підприємства;

$\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання верстатного обладнання.

$$S_{\text{в}} = \frac{520 \cdot 1,3}{2030 \cdot 0,86} = 0,39 \text{ шт.} \quad (2.52)$$

Розрахунок показує, що для виконання запланованого обсягу верстатних робіт достатньо одного вертикально-свердлильного верстата 2Н135. Інше обладнання приймається за технологічною необхідністю та наведене у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Відомість основного та допоміжного обладнання дільниці з ремонту гідроагрегатів

Позиція на плані	Найменування поста або обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Габаритні розміри, мм
1	Машина для очищення агрегатів і деталей	ОМ-14-16 або VE 600 М	1	1000×1000
2	Стелаж для деталей	5210-02	1	500×1200
3	Верстак слюсарний	ОРГ-1510-80	1	1800×750
4	Стенд для обкатки та випробування	КИ-4815М	1	1800×800
5	Кран-укосина	Q = 0,5 т; L = 2,5 м	1	-
6	Шафа інструментальна	Власного виготовлення	1	500×600
7	Верстат вертикально-свердлильний	2Н135	1	500×600
8	Лещата слюсарні	48256-003	1	-
9	Компресор	У-43102А	1	440×360
10	Плита притирочна	2525-05	1	250×250
11	Ванночка мийна	Власного виготовлення	1	300×200
12	Прес гідравлічний	Власного виготовлення	1	500×600

2.5.3. Визначення площі дільниці та її планування

Площу виробничої дільниці визначаємо за сумарною площею, яку займає обладнання, та коефіцієнтом, що враховує робочі зони, проходи, місця для міжопераційного зберігання деталей і безпечного переміщення працівників [17].

$$F_d = F_{об} \cdot K_p, \quad (2.53)$$

де F_d - розрахункова площа дільниці, м²;

$F_{об}$ - площа, зайнята обладнанням, м²;

Кп - коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи.

Для ділянки з ремонту гідроагрегатів приймаємо $F_{об} = 5 \text{ м}^2$, $K_{п} = 3,5$.

$$F_{д} = 5 \cdot 3,5 = 17,5 \text{ м}^2. \quad (2.54)$$

За результатами розрахунку приймаємо площу ділянки 18 м^2 . Рациональним планувальним рішенням є приміщення розміром $3 \times 6 \text{ м}$, що забезпечує розміщення основного обладнання, проходи для працівників, зону очищення, пост розбирання і складання, місце контролю та зону випробування гідроагрегатів.

Під час планування ділянки обладнання розміщують відповідно до технологічного маршруту: очищення агрегатів, розбирання, дефектування, відновлення деталей, складання, обкатка і контроль. Таке розміщення зменшує зайві переміщення деталей, підвищує зручність роботи та створює умови для дотримання вимог охорони праці.

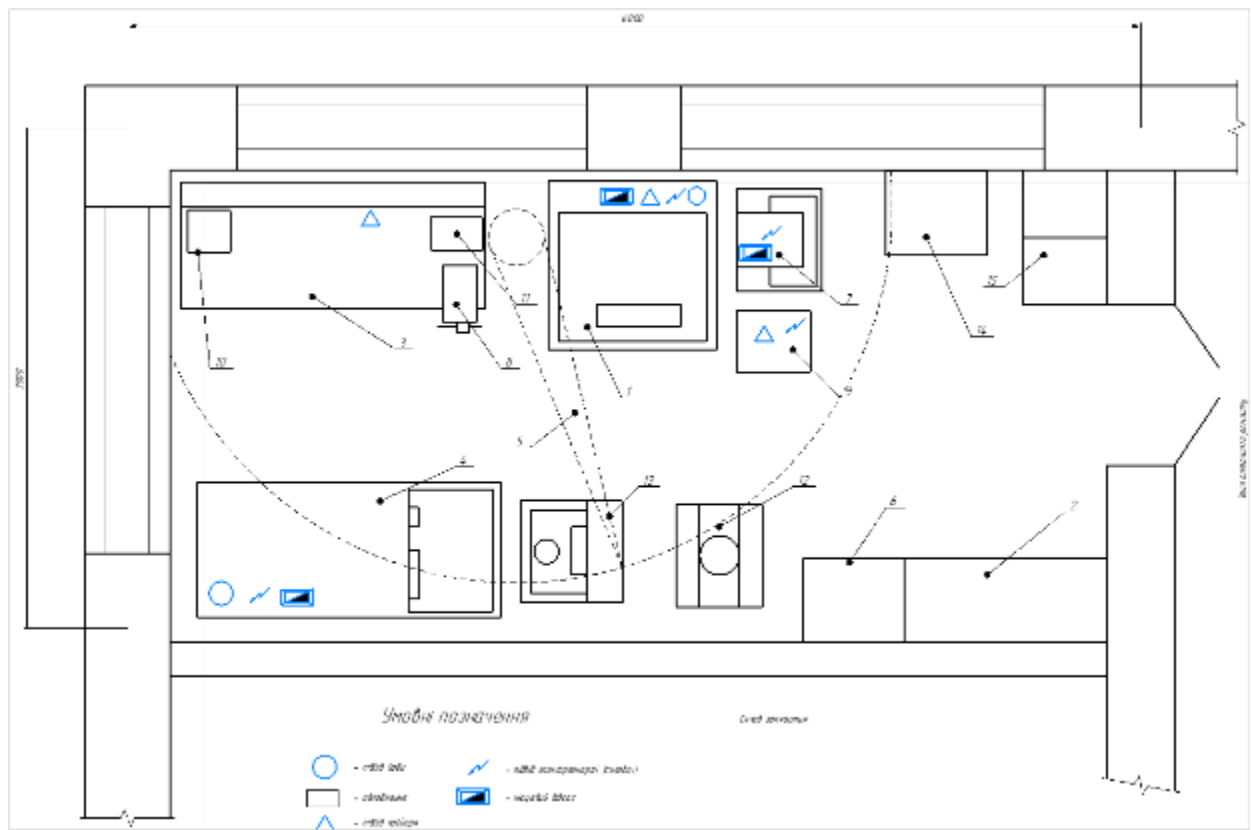


Рисунок 2.2 – Планування ділянки

2.6. Висновок

У розділі обґрунтовано організацію технології ремонту гідроагрегатів для умов проєктованої ділянки. На основі аналізу способів і методів ремонту прийнято комбінований спосіб організації робіт та частково знеособлений метод ремонту, що є доцільним за різноманітної номенклатури гідроагрегатів і обмеженої виробничої програми.

Розраховано річну програму ремонту гідроагрегатів, яка становить 952 одиниці, у тому числі гідророзподільники, гідронасоси та гідроциліндри. Визначено загальну річну трудомісткість робіт ділянки з урахуванням допоміжних робіт, яка становить 4464 люд.-год. Розраховано номінальні та дійсні фонди часу робітників і обладнання.

Розроблено технологічний процес відновлення корпусу гідророзподільника Р-80, визначено характерні дефекти, способи їх усунення, послідовність технологічних операцій і режими основних операцій відновлення. Обґрунтовано потребу у працівниках, підібрано основне та допоміжне обладнання ділянки. Розрахункова площа ділянки становить 18 м², що відповідає прийнятому планувальному рішенню розміром 3×6 м.

Запропоновані рішення забезпечують підвищення якості ремонту гідроагрегатів, скорочення простоїв машинно-тракторного парку та створюють передумови для більш раціональної організації ремонтно-обслуговуючих робіт у господарстві.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ НАТИРАННЯМ

Під час експлуатації тракторів, самохідних машин та спеціальних автомобілів, обладнаних об'ємними гідравлічними приводами, значна частина відмов припадає на агрегати гідравлічних систем. Особливо відповідальним вузлом є гідророзподільник, від технічного стану якого залежить точність керування виконавчими механізмами, стабільність тиску в системі та працездатність машини в цілому [18].

Однією з найбільш навантажених спряжених пар гідророзподільника є пара золотник - отвір корпуса під золотник. У процесі роботи вона зазнає впливу високого тиску робочої рідини, циклічних навантажень, локального нагрівання, а також абразивної дії дрібних механічних домішок, які потрапляють у зону тертя разом із робочою рідиною. Унаслідок цього виникає зношування посадкових поясків корпуса, збільшується зазор у спряженні, погіршується герметичність і знижується ефективність роботи гідравлічної системи.

Аналіз ремонтної практики показує, що під час ремонту гідророзподільників найчастіше зустрічаються такі дефекти: тріщини, сколи та обломи корпусних елементів; пошкодження або зношування різьбових з'єднань; спрацювання посадкових поверхонь; зношування спряження «корпус - золотник»; пошкодження перепускного та запобіжного клапанів. Найбільш складним для усунення є зношування внутрішніх поверхонь корпуса під золотник, оскільки відновлення таких поверхонь потребує спеціального технологічного оснащення.

На багатьох ремонтних підприємствах працездатність гідророзподільників відновлюють шляхом хромування або іншого електролітичного осадження металу на золотниках з подальшим шліфуванням під розмір отвору корпуса. При цьому сам корпус, як правило, хонінгують під збільшений ремонтний розмір. Такий підхід дозволяє тимчасово відновити працездатність агрегата, проте після декількох ремонтів посадкові отвори корпуса збільшуються настільки, що подальше використання деталі стає неможливим.

Для підвищення довговічності корпусів гідророзподільників і зменшення кількості вибракуваних деталей доцільно застосовувати технологію електролітичного натирання внутрішніх поверхонь. У зв'язку з цим у даному розділі розробляється конструкція стенда, який забезпечує відновлення посадкових поясків отворів корпусу гідророзподільника без застосування ванн великого об'єму та без значного ускладнення технологічного процесу.

Основні дефекти корпусу гідророзподільника та можливі способи їх усунення наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Характерні дефекти корпусу гідророзподільника та способи їх усунення

№ з/п	Характерний дефект	Рациональний спосіб усунення
1	Зрив або забруднення різьби у корпусі	Калібрування різьби, встановлення різьбових вставок або ремонтних шпильок
2	Зношування отворів під золотник	Хонінгування з подальшим електролітичним натиранням і притиркою
3	Зношування отвору під перепускний клапан	Розгортання або розточування отвору під ремонтний розмір
4	Зношування гнізда або сидла клапана	Розточування, притирка або заміна сидла за ремонтною технологією
5	Раковини, задири та пошкодження привалочних площин	Плоске шліфування до видалення дефектів із контролем геометрії поверхні

3.1. Призначення та область застосування стенда для електролітичного натирання

Розроблюваний стенд призначений для відновлення внутрішніх циліндричних поверхонь корпусних деталей методом електролітичного натирання. Основним об'єктом відновлення є корпус гідророзподільника, у

якому необхідно відновити посадкові пояски отворів під золотник після експлуатаційного зношування.

Стенд забезпечує подачу електроліту в зону оброблення, обертання анодної головки, підтримання заданої температури електроліту та створення умов для рівномірного нанесення шару хрому на внутрішню поверхню отвору. Його застосування дозволяє виконувати відновлення корпусу без повного занурення деталі у ванну з електролітом, що спрощує організацію робіт у ремонтній дільниці.

Конструкція може використовуватися у спеціалізованих ремонтних майстернях, на дільницях з ремонту агрегатів гідравлічних систем, а також у ремонтних підрозділах сільськогосподарських підприємств, де передбачається відновлення гідророзподільників та інших корпусних деталей з внутрішніми посадковими поверхнями.

3.2. Аналіз існуючих конструкцій та обґрунтування прийнятого технічного рішення

У ремонтній практиці відомі установки для електролітичного натирання зовнішніх циліндричних поверхонь. У таких установках деталь закріплюється у патроні токарного верстата і обертається, а анодна головка встановлюється нерухомо на поверхню, що відновлюється. Електроліт із напірного бака через кран подається в анодну головку, проходить через тампон і рівномірним шаром омиває поверхню деталі. Після цього електроліт збирається в нижній бак, фільтрується і насосом знову подається до робочої зони.

Схема такої установки наведена на рис. 3.1 та 3.2. Її основними елементами є насос, бак для електроліту, випрямляч, реостат, анодна головка, фільтр, електронагрівач і система трубопроводів [8]. Проте наведена конструкція орієнтована переважно на відновлення зовнішніх поверхонь валів, осей, пальців та подібних деталей. Для відновлення внутрішніх поверхонь корпусу гідророзподільника така установка потребує конструктивного доопрацювання.

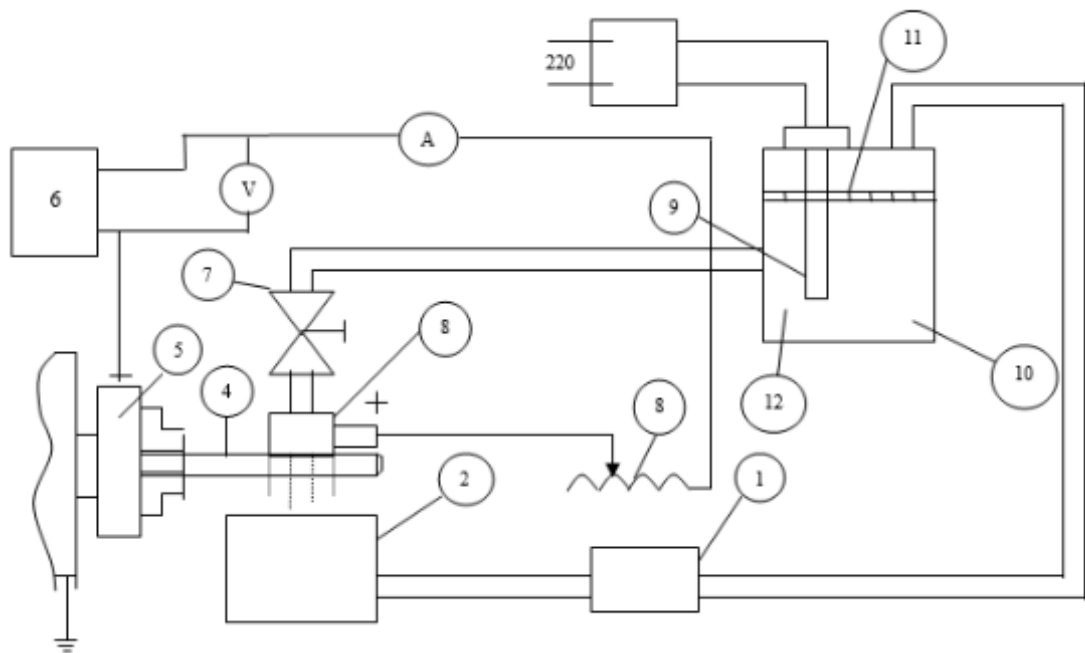


Рисунок 3.1 – Схема установки для нанесення електролітичного покриття на зовнішні циліндричні поверхні методом натирання

Позначення до рис. 3.1: 1 - насос; 2 - нижній бак; 3 - реостат; 4 - деталь; 5 - патрон; 6 - випрямляч ВСМ-3М; 7 - кран; 8 - анодна головка; 9 - електронагрівач; 10 - ємність з електролітом; 11 - фільтр; 12 - канал подачі електроліту.

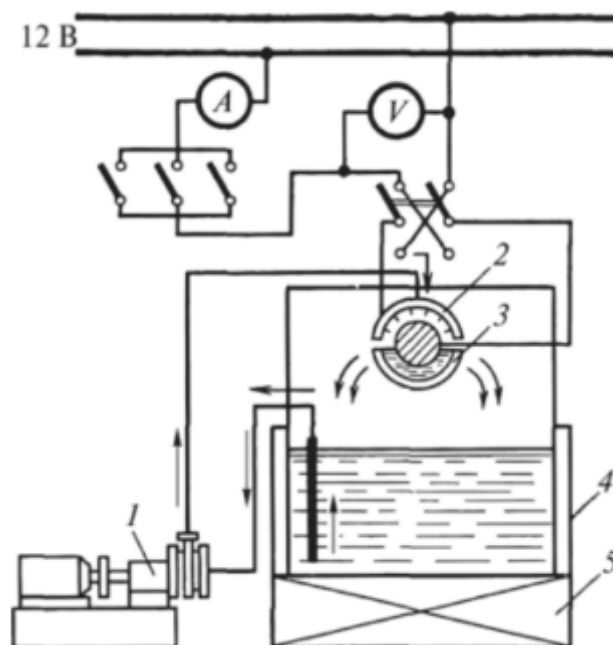


Рисунок 3.2 – Позавання хромування

Недоліком відомої конструкції є те, що вона не забезпечує повноцінного відновлення внутрішніх поверхонь корпусних деталей. У разі ремонту гідророзподільника це призводить до необхідності багаторазового хонінгування отворів під збільшений розмір, що поступово зменшує ресурс корпусу. Тому в проєкті прийнято рішення розробити стенд, у якому обертається анодна головка, а корпус гідророзподільника закріплюється нерухомо на спеціальній плиті.

Таке технічне рішення дає можливість спрямувати електроліт безпосередньо у зону відновлення, забезпечити рівномірне нанесення покриття на внутрішні пояски отвору та зменшити витрати електроліту. Крім того, використання бази настільного вертикально-свердлильного верстата спрощує конструкцію стенда і дає можливість застосовувати стандартні вузли, що позитивно впливає на ремонтпридатність і вартість виготовлення пристрою.

3.3. Опис конструкції та принцип роботи стенда

Розроблений стенд для електролітичного натирання внутрішніх поверхонь корпусних деталей поєднує в собі елементи установки для електролітичного осадження металу та механічну частину, виконану на базі настільного вертикально-свердлильного верстата (рис. 3.3). Така компоновка дозволяє забезпечити обертання анодної головки, точне її введення в отвір корпусу та стабільну подачу електроліту в зону контакту.

До складу стенда входять: тумба, вертикально-свердлильний верстат, електродвигун приводу насоса, насос НШ-10, бак для електроліту, ванна для збору відпрацьованого електроліту, пристрій для закріплення корпусу гідророзподільника, випрямляч, трубопроводи, електропроводка, нагрівальний елемент і система керування температурою.

Перед початком роботи у бак заливають необхідну кількість електроліту. У проєктованій конструкції місткість бака становить 20 л, а робочий об'єм електроліту приймається 10 л. Після ввімкнення електродвигуна насос НШ-10 подає електроліт трубопроводом до анодної головки. Подача регулюється

краном, що дозволяє підтримувати необхідний витратний режим у процесі натирання.

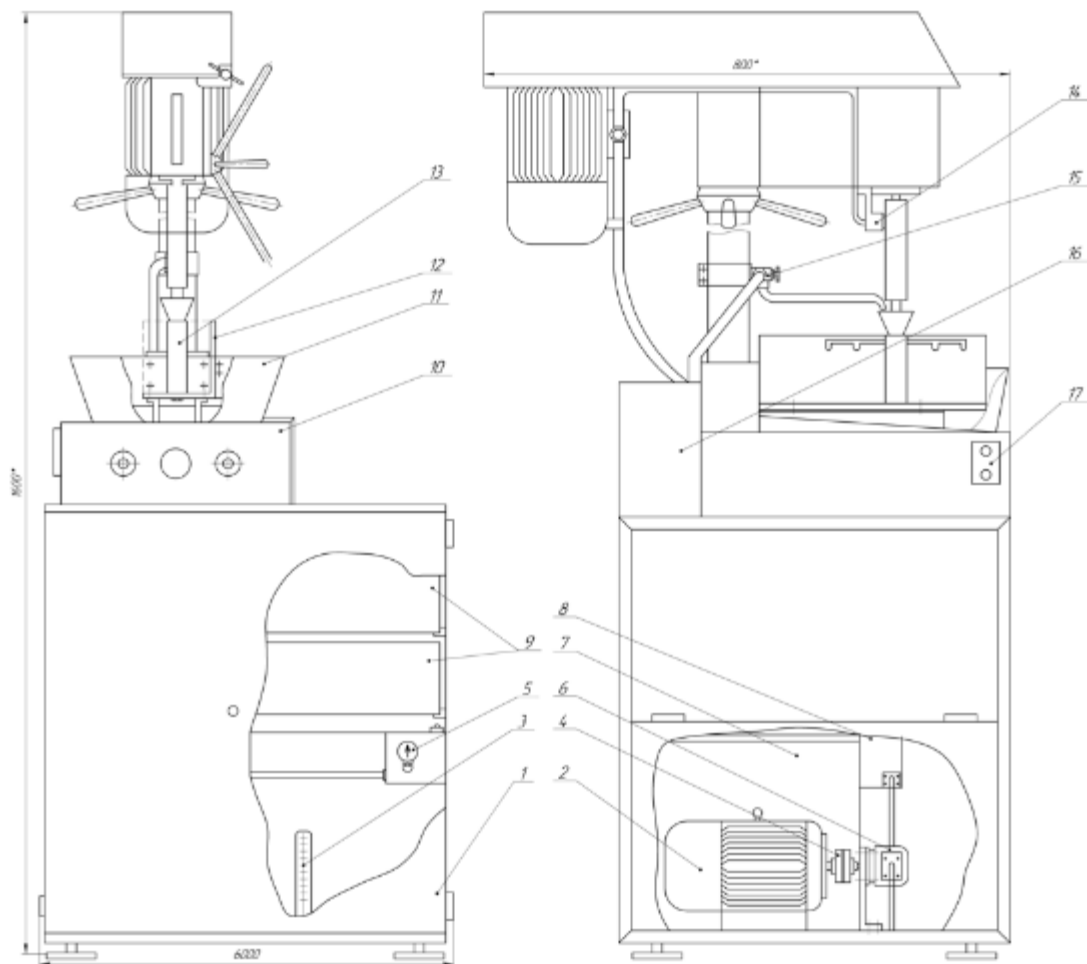


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд станда для відновлення внутрішніх поверхонь електролітичним натиранням:

- 1 – рама; 2 – електродвигун; 3 – показник рівня електроліту; 4 – муфта МВПТ; 5 – манометр; 6 – насос НШ-10; 7 – бак; 8 – розподільник; 9 – ящик; 10 – пульт керування головкою; 11 – ванночка; 12 – кронштейн; 13 – головка; 14 – контактна шина; 15 – кран; 16 – трансформатор; 17 – пульт керування установкою.

Анодна головка приводиться в обертальний рух від шпинделя верстата. Електроліт проходить через пористий тампон анодної головки і рівномірно омиває відновлювані пояски отвору корпусу гідророзподільника, закріпленого на плиті. Після проходження робочої зони електроліт стікає у ванну, звідки знову може подаватися в систему циркуляції після фільтрації.

Необхідна температура електроліту підтримується нагрівальним елементом, вмонтованим у бак. Керування нагрівом здійснюється через електричну схему з терморегулятором, реле та магнітним пускачем. Після досягнення заданої температури, яка приймається близько 50 °С, нагрівач вимикається, а при зниженні температури знову вмикається. Це забезпечує стабільність технологічного режиму нанесення покриття.

Для ремонту корпусів гідророзподільників іншого типорозміру стенд може переоснащуватися шляхом заміни анодної головки та установочної плити. Завдяки цьому конструкція має універсальні властивості і може бути використана не тільки для корпусів розподільників Р-80, а й для деталей зі схожими внутрішніми циліндричними поверхнями.

3.4. Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

Для забезпечення безперервної подачі електроліту до анодної головки у конструкції стенда передбачено застосування насосної станції. Основними параметрами, які необхідно обґрунтувати, є потужність електродвигуна, частота обертання вала насоса та працездатність з'єднувальної муфти.

У стенді прийнято насос НШ-10. Робоча частота обертання насоса перебуває в межах 960...3000 об/хв. Для попереднього вибору електродвигуна потужність визначаємо за формулою [19-22]:

$$P = \frac{T \cdot n}{9550} \quad (3.1)$$

де P - потужність електродвигуна, кВт;

T - крутний момент на валу насоса, Н·м;

n - частота обертання насоса, хв⁻¹.

Згідно з технічною характеристикою насоса мінімальний крутний момент на його валу приймаємо $T = 10$ Н·м. За частоти обертання $n = 1000$ хв⁻¹ потужність двигуна становить:

$$P = \frac{10 \cdot 1000}{9550} = 1,047 \text{ кВт} \quad (3.2)$$

За результатами розрахунку приймаємо електродвигун АОЛС 2-21-6 потужністю 1,1 кВт з частотою обертання 1000 хв^{-1} . Обрана потужність має необхідний запас і забезпечує стійку роботу насоса у прийнятому режимі.

З'єднання електродвигуна з насосом виконується за допомогою втулково-пальцевої муфти МУВП. Для перевірки її працездатності визначаємо крутний момент, який передається муфтою:

$$T_m = \frac{9,55 \cdot 10^3 \cdot P}{n} = \frac{9,55 \cdot 1,1 \cdot 10^3}{1000} = 10,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.3)$$

Розрахунковий момент з урахуванням коефіцієнта режиму роботи визначаємо за формулою:

$$T_p = K_p \cdot T_m = 2,0 \cdot 10,5 = 21 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.4)$$

За довідковими даними приймаємо муфту МУВП, для якої допустимий розрахунковий момент становить $55 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Оскільки прийняте значення більше за розрахункове, муфта забезпечує передавання необхідного моменту.

Додатково виконуємо перевірку муфти за питомим тиском між пальцями та гумовими кільцями. Розрахунковий тиск визначаємо за залежністю:

$$p = \frac{2 \cdot T_p \cdot 10^3}{Z \cdot D \cdot l \cdot d_n} \quad (3.5)$$

де p - розрахунковий тиск, МПа;

T_p - розрахунковий крутний момент, Н·м;

Z - кількість пальців муфти;

D - діаметр розташування центрів пальців, мм;

l - довжина набору гумових кілець, мм;

d_n - діаметр пальця під гумовими кільцями, мм.

Для прийнятої муфти: $Z = 4$; $D = 60$ мм; $l = 24$ мм; $d_n = 10$ мм. Підставивши ці значення у формулу, одержимо:

$$p = \frac{2 \cdot 21 \cdot 10^3}{4 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 10} = 0,73 \text{ МПа} \quad (3.6)$$

Умова міцності виконується, оскільки розрахунковий тиск $p = 0,73$ МПа є значно меншим за допустиме значення $[p] = 24$ МПа. Приймати муфту меншого типорозміру недоцільно, оскільки діаметр вала електродвигуна становить 22 мм, а менша муфта призначена для з'єднання валів меншого діаметра.

3.5. Технічна характеристика стенда

Основні технічні параметри розробленого стенда для електролітичного натирання внутрішніх поверхонь корпусних деталей наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика стенда для електролітичного натирання

№ з/п	Показник	Значення
1	Конструктивне виконання	збірно-зварне
2	Тип стенда	стаціонарний
3	Габаритні розміри, мм	$600 \times 1600 \times 800$
4	Маса, кг	220
5	Частота обертання анодної головки, об/хв	250
6	Щільність струму, А/дм ²	120...180
7	Місткість бака для електроліту, л	20
8	Робочий об'єм електроліту, л	10
9	Робоча температура електроліту, °С	близько 50
10	Насос подачі електроліту	НШ-10
11	Випрямляч	ВСМ-3М
12	Електродвигун приводу насоса	АОЛС 2-21-6, 1,1 кВт, 1000 хв ⁻¹

3.6. Висновок

У даному розділі розроблено конструкцію стенда для відновлення внутрішніх поверхонь корпусних деталей методом електролітичного натирання. Обґрунтовано необхідність застосування такого стенда для ремонту корпусів гідророзподільників, оскільки традиційне хонінгування отворів під збільшений ремонтний розмір поступово зменшує ресурс корпуса і призводить до його передчасного вибракування.

Запропонована конструкція забезпечує подачу електроліту до анодної головки, підтримання необхідної температури робочого середовища, фіксацію корпуса гідророзподільника та відновлення зношених посадкових поясків внутрішніх отворів. Використання стандартних вузлів, зокрема насоса НШ-10, електродвигуна АОЛС 2-21-6 і муфти МУВП, спрощує виготовлення та експлуатацію стенда.

Виконані розрахунки підтвердили працездатність основних елементів конструкції. Потужність прийнятого електродвигуна становить 1,1 кВт, що перевищує розрахункову потребу 1,047 кВт. Розрахунковий момент муфти дорівнює 21 Н·м, тоді як допустимий момент вибраної муфти становить 55 Н·м. Питомий тиск між пальцями та гумовими кільцями муфти дорівнює 0,73 МПа, що значно менше допустимого значення 24 МПа.

Впровадження стенда на ділянці з ремонту агрегатів гідравлічних систем дозволить підвищити якість відновлення корпусів гідророзподільників, зменшити кількість вибракуваних деталей, скоротити трудомісткість ремонтних робіт орієнтовно на 10...15 % та знизити собівартість ремонту за рахунок повторного використання придатних корпусних деталей.

4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ АГРЕГАТИВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ

4.1. Загальні відомості з охорони праці в господарстві

Охорона праці у ремонтній майстерні господарства є необхідною умовою безпечної та якісної організації технологічного процесу ремонту агрегатів гідравлічних систем. У межах проєкту передбачається виконання розбирально-мийних, дефектувальних, відновлювальних, складальних і контрольних операцій, пов'язаних з ремонтом гідророзподільників, гідроциліндрів та насосів. Такі роботи виконуються із застосуванням верстатного обладнання, стендів, мийних засобів, мастильних матеріалів, електроінструменту та пристроїв для відновлення зношених поверхонь.

Безпечність ремонтного процесу забезпечується правильним плануванням робочих місць, дотриманням технологічної послідовності, справністю обладнання та своєчасним інструктажем працівників. До роботи на ділянці допускаються особи, які пройшли вступний і первинний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з правилами користування обладнанням та забезпечені засобами індивідуального захисту. Працівники, які обслуговують електрообладнання, випрямлячі, нагрівальні елементи та стенд електролітичного натирання, повинні мати відповідну підготовку з електробезпеки.

Основними небезпечними факторами на ділянці є рухомі частини верстатів і стендів, можливе падіння або зміщення агрегатів, гострі кромки деталей, підвищений рівень шуму, небезпека ураження електричним струмом, контакт з мийними розчинами, електролітами та мастильними матеріалами. У зв'язку з цим обладнання повинно мати справні огороження, пускові пристрої, заземлення, аварійне вимкнення та зручні підходи для обслуговування [23, 24].

Робочі місця необхідно утримувати в чистоті. Проходи між обладнанням не допускається захащувати деталями, тарою, шлангами, промасленим ганчір'ям або несправним інструментом. Деталі гідроагрегатів слід розміщувати

на стелажах або у спеціальних піддонах, а робочі рідини збирати в окремі ємності. Підлога має бути рівною, неслизькою та зручною для прибирання. У місцях можливого проливання мастила або електроліту необхідно передбачати піддони та матеріали для нейтралізації і прибирання.

Приміщення ремонтної майстерні повинно мати достатнє природне і штучне освітлення, вентиляцію та засоби пожежогасіння. Особливу увагу потрібно приділяти місцям, де виконуються очищення деталей, шліфування, хонінгування та електролітичне натирання. У цих зонах можливе утворення парів, дрібних частинок абразиву та бризок робочих рідин, тому працівники повинні використовувати окуляри, рукавиці, спецодяг і, за потреби, засоби захисту органів дихання.

Таблиця 4.1 - Основні небезпечні фактори та заходи безпеки на дільниці ремонту гідроагрегатів

Небезпечний фактор	Джерело виникнення	Заходи безпеки
Механічне травмування	Верстати, преси, стенди, гострі кромки деталей	Огородження рухомих частин, надійне закріплення деталей, справний інструмент, використання рукавиць
Ураження електричним струмом	Електродвигуни, випрямлячі, нагрівачі, електроінструмент	Заземлення обладнання, перевірка ізоляції, робота сухими руками, заборона самовільного ремонту електричної частини
Хімічний вплив	Мийні розчини, електроліти, мастила	Використання окулярів, гумових рукавиць, фартуха, вентиляції та маркованої тари
Пожежна небезпека	Мастильні матеріали, електрообладнання, промаслене ганчір'я	Справні вогнегасники, прибирання робочого місця, зберігання матеріалів у встановлених місцях

Небезпечний фактор	Джерело виникнення	Заходи безпеки
Шум і вібрація	Насоси, верстати, випробувальне обладнання	Справне кріплення обладнання, технічне обслуговування, раціональний режим праці та відпочинку

Пожежна безпека забезпечується справним станом електропроводки, відсутністю відкритих джерел вогню поблизу мастил і розчинників, а також наявністю первинних засобів пожежогасіння. Використане промаслене ганчір'я необхідно складати у металеві контейнери з кришками. Забороняється залишати увімкнене обладнання без нагляду, виконувати ремонт електричної частини без допуску та використовувати несправні подовжувачі.

Санітарно-гігієнічні умови праці підтримуються шляхом регулярного прибирання робочих місць, видалення забруднень, контролю вентиляції та зберігання хімічних речовин у закритій тарі. У зоні роботи з електролітами та мийними розчинами забороняється приймати їжу, зберігати особисті речі або питну воду. Після завершення роботи працівник повинен вимити руки, зняти забруднений спецодяг і привести робоче місце в належний стан.

4.2. Вимоги охорони праці при роботі на стенді для електролітичного натирання

У конструкторській частині проєкту розроблено стенд для електролітичного натирання внутрішніх поверхонь корпусних деталей. Його призначення полягає у відновленні зношених посадкових отворів корпуса гідророзподільника шляхом нанесення металевого покриття без використання гальванічних ванн великого об'єму. За технічною характеристикою стенд є стаціонарним, має збірно-зварну конструкцію, габаритні розміри 600x1600x800 мм, масу близько 220 кг, частоту обертання анодної головки 250 хв⁻¹ і робочу щільність струму 120...180 А/дм².

Під час роботи на стенді небезпека пов'язана з одночасним використанням електричного струму, електроліту, нагрівального елемента, насоса та обертової анодної головки. Тому перед початком роботи оператор повинен перевірити справність заземлення, цілісність ізоляції кабелів, відсутність підтікання електроліту, надійність кріплення корпусу гідророзподільника, справність трубопроводів, крана подачі електроліту та захисних елементів. Робота на стенді за наявності несправностей забороняється.

Підготовку електроліту виконують у захисних окулярах, гумових рукавицях і фартусі. Ємність з електролітом повинна бути промаркована, а її кришка - щільно закрита після використання. Заповнення бака виконують обережно, не допускаючи розбризкування. У разі потрапляння електроліту на шкіру або одяг роботу слід негайно припинити, забруднену ділянку промити водою, а про випадок повідомити керівника робіт.

Корпус гідророзподільника встановлюють на плиту стенда тільки при вимкненому обладнанні. Деталь має бути очищена, правильно зорієнтована і надійно закріплена. Забороняється поправляти корпус, замінювати анодну головку, очищати робочу зону або торкатися рухомих частин під час обертання. Усі регулювання виконуються після повного вимкнення стенда та зупинки анодної головки.

Під час електролітичного натирання оператор контролює подавання електроліту, температуру робочого середовища, покази струму та рівномірність процесу відновлення. Поява іскріння, запаху перегрітої ізоляції, підтікання електроліту, стороннього шуму або вібрації є підставою для негайного вимкнення обладнання. Повторний запуск допускається тільки після усунення причини несправності.

Після завершення роботи необхідно вимкнути випрямляч, електродвигун насоса, нагрівальний елемент і привід анодної головки. Робочі поверхні очищають від залишків електроліту, а забруднені серветки або тампони збирають у спеціальну тару. Зливання залишків електроліту у каналізацію без нейтралізації не допускається.

Таблиця 4.2 - Послідовність безпечної роботи на стенді електролітичного натирання

Етап роботи	Виконувані дії	Основні вимоги безпеки
Підготовка стенда	Огляд обладнання, перевірка заземлення, кабелів, трубопроводів і робочої зони	Не починати роботу при несправностях, підтіканні електроліту або відсутності захисних елементів
Підготовка деталі	Очищення та закріплення корпусу гідророзподільника на плиті стенда	Регулювання виконувати тільки при вимкненому стенді
Виконання натирання	Увімкнення насоса, обертання анодної головки, випрямляча та контроль процесу	Не торкатися рухомих і струмоведучих частин, контролювати температуру і подавання електроліту
Завершення роботи	Вимкнення живлення, припинення подавання електроліту, зняття деталі, прибирання місця	Знімати деталь лише після повної зупинки стенда, забруднені матеріали збирати в окрему тару

У разі ураження електричним струмом потрібно негайно знеструмити стенд, звільнити потерпілого від дії струму без прямого дотику руками, викликати медичну допомогу та надати першу домедичну допомогу. При хімічному ураженні очей або шкіри електролітом уражену ділянку промивають водою протягом 10...15 хвилин і звертаються до медичного працівника. Для підвищення безпеки стенд доцільно обладнати аварійною кнопкою вимкнення, захисним екраном від бризок і піддоном для збирання електроліту.

4.3. Висновок

У розділі розглянуто основні вимоги охорони праці при організації дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем у господарстві. Встановлено, що безпечне виконання ремонтних робіт забезпечується раціональним розміщенням обладнання, справністю верстатів і стендів, дотриманням технологічної послідовності, використанням засобів індивідуального захисту та своєчасним проведенням інструктажів.

Окремо визначено вимоги безпеки при роботі на стенді для електролітичного натирання внутрішніх поверхонь корпусних деталей. Експлуатація цього стенда потребує контролю електробезпеки, стану електроліту, температури робочого середовища, герметичності трубопроводів і надійності кріплення корпуса гідророзподільника. Запропоновані заходи зменшують ризик травмування працівників і забезпечують безпечне впровадження розробленої технології.

5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ

5.1. Визначення основних техніко-економічних показників

У дипломному проєкті передбачено удосконалення ремонтно-обслуговуючої бази господарства шляхом організації спеціалізованої дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем. Запропоновані рішення пов'язані з упорядкуванням технологічного процесу ремонту гідророзподільників, гідроциліндрів і шестеренних насосів, а також із використанням стенда для електролітичного натирання внутрішніх посадкових поверхонь корпусних деталей.

Техніко-економічну оцінку виконано у двох варіантах. За базовий варіант прийнято існуючу організацію ремонту, за якої значна частина робіт виконується з обмеженим використанням спеціалізованого обладнання, а відновлення корпусних деталей має нижчу технологічну завершеність. За проєктний варіант прийнято функціонування спеціалізованої дільниці з ремонту гідроагрегатів із застосуванням розробленого стенда, що дає змогу збільшити річну програму ремонту, скоротити простої техніки та знизити потребу в заміні дорогих корпусних деталей.

Розрахунок виконано на основі виробничої програми, визначеної у технологічній частині проєкту. Для базового варіанта прийнято річну програму 795 гідроагрегатів, що відповідає розрахунковій потребі без урахування раптових відмов. Для проєктного варіанта прийнято 952 гідроагрегати на рік, тобто програму з урахуванням додаткових аварійних ремонтів. Середня годинна ставка працівника у розрахунках прийнята 150 грн/год.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку

Показник	Позначення	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
Річна трудомісткість робіт	T	люд.-год	3 408	4 464
Середня годинна ставка працівника	Hz	грн/год	150	150
Річна програма ремонту гідроагрегатів	n	шт.	795	952
Умовна вартість одного ремонту	Ц	грн	1 600	2 200
Капіталовкладення в обладнання дільниці	K	грн	80 000	265 000
Норма амортизаційних відрахувань	Na	%	15	15
Норматив витрат на поточний ремонт обладнання	Np	%	4	4
Норматив витрат на ремонтні матеріали	Nm	%	30	35
Витрати на електроенергію та технологічні рідини	E	грн/рік	25 000	47 000

Основну заробітну плату працівників дільниці визначаємо за формулою [25]:

$$Z_o = Hz \cdot T \quad (5.1)$$

де Z_o - основна заробітна плата, грн;

Hz - середня годинна ставка працівника, грн/год;

T - річна трудомісткість робіт, люд.-год.

$$Z_{o.б} = 150 \cdot 3\,408 = 511\,200 \text{ грн} \quad (5.2)$$

$$Z_{o.п} = 150 \cdot 4\,464 = 669\,600 \text{ грн} \quad (5.3)$$

Додаткова заробітна плата приймається у розмірі 10 % від основної заробітної плати. Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$Z_{\text{дод}} = 0,10 \cdot Z_o; \quad Z_{\text{н}} = 0,22 \cdot (Z_o + Z_{\text{дод}}) \quad (5.4)$$

$$Z = Z_o + Z_{\text{дод}} + Z_{\text{н}} \quad (5.5)$$

$$Z_б = 511\,200 + 51\,120 + 123\,710 = 686\,030 \text{ грн} \quad (5.6)$$

$$Z_п = 669\,600 + 66\,960 + 162\,043 = 898\,603 \text{ грн} \quad (5.7)$$

Амортизаційні відрахування визначаємо за балансовою вартістю технологічного обладнання та прийнятою нормою амортизації:

$$A = \frac{K \cdot Na}{100} \quad (5.8)$$

$$A_б = 80\,000 \cdot 0,15 = 12\,000 \text{ грн}; \quad (5.9)$$

$$A_п = 265\,000 \cdot 0,15 = 39\,750 \text{ грн}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання, пристроїв і допоміжного оснащення приймаємо у відсотках від капіталовкладень:

$$R_o = \frac{K \cdot Np}{100} \quad (5.10)$$

$$R_{o.б} = 80\,000 \cdot 0,04 = 3\,200 \text{ грн}; \quad (5.11)$$

$$R_{o.п} = 265\,000 \cdot 0,04 = 10\,600 \text{ грн}$$

Витрати на ремонтні матеріали, ущільнення, мастильні матеріали, електроди, електроліт, шліфувальні та хонінгувальні бруски, кріпильні вироби й інші витратні матеріали визначаємо нормативним методом:

$$C_m = \frac{Z \cdot Nm}{100} \quad (5.12)$$

$$C_{m.б} = 686\,030 \cdot 0,30 = 205\,809 \text{ грн}; \quad (5.13)$$

$$C_{m.п} = 898\,603 \cdot 0,35 = 314\,511 \text{ грн}$$

Витрати на енергоресурси для базового варіанта включають електроенергію для роботи основного обладнання, освітлення та допоміжні потреби ділянки. Для проєктного варіанта додатково враховано витрати на роботу стенда електролітичного натирання, підігрів електроліту та циркуляцію технологічної рідини:

$$E_б = 25\,000 \text{ грн}; \quad E_п = 47\,000 \text{ грн} \quad (5.14)$$

Інші витрати включають витрати на спецодяг, засоби індивідуального захисту, дрібний інструмент, протипожежні засоби, технічне обслуговування робочих місць і господарські потреби. Їх приймаємо у розмірі 5 % від суми основних витрат:

$$C_{ін} = 0,05 \cdot \Sigma C_{осн} \quad (5.15)$$

$$C_{ін.б} = 46\,602 \text{ грн}; \quad C_{ін.п} = 65\,523 \text{ грн} \quad (5.16)$$

Загальні річні витрати визначаємо як суму всіх складових витрат:

$$Z_{\text{заг}} = Z + A + R_o + C_m + E + C_{\text{ін}} \quad (5.17)$$

$$Z_{\text{заг.б}} = 686\,030 + 12\,000 + 3\,200 + 205\,809 + 25\,000 + 46\,602 = 978\,641 \text{ грн} \quad (5.18)$$

$$Z_{\text{заг.п}} = 898\,603 + 39\,750 + 10\,600 + 314\,511 + 47\,000 + 65\,523 = 1\,375\,988 \text{ грн} \quad (5.19)$$

Собівартість одного умовного ремонту гідроагрегата визначаємо діленням загальних річних витрат на кількість виконаних ремонтів:

$$C_{\text{од}} = \frac{Z_{\text{заг}}}{n} \quad (5.20)$$

$$C_{\text{од.б}} = 978\,641 : 795 = 1\,231 \frac{\text{грн}}{\text{ремонт}}; \quad (5.21)$$

$$C_{\text{од.п}} = 1\,375\,988 : 952 = 1\,445 \text{ грн/ремонт}$$

Річний економічний результат від виконання ремонтних робіт власними силами визначаємо за умовною вартістю одного ремонту та річною програмою:

$$D = n \cdot Ц \quad (5.22)$$

$$D_{\text{б}} = 795 \cdot 1\,600 = 1\,272\,000 \text{ грн}; \quad (5.23)$$

$$D_{\text{п}} = 952 \cdot 2\,200 = 2\,094\,400 \text{ грн}$$

Річний прибуток визначаємо як різницю між річним економічним результатом та загальними річними витратами:

$$P_{\text{річ}} = D - Z_{\text{заг}} \quad (5.24)$$

$$P_{\text{річ.б}} = 1\,272\,000 - 978\,641 = 293\,359 \text{ грн}; \quad (5.25)$$

$$P_{\text{річ.п}} = 2\,094\,400 - 1\,375\,988 = 718\,412 \text{ грн}$$

Додатковий річний прибуток від упровадження проєктного варіанта становить:

$$\Delta P_{\text{річ}} = P_{\text{річ.п}} - P_{\text{річ.б}} \quad (5.26)$$

$$\Delta P_{\text{річ}} = 718\,412 - 293\,359 = 425\,054 \text{ грн} \quad (5.27)$$

Рентабельність визначаємо як відношення річного прибутку до загальних річних витрат:

$$R = \frac{P_{\text{річ}}}{Z_{\text{заг}}} \cdot 100 \quad (5.28)$$

$$R_{\text{б}} = 293\,359 : 978\,641 \cdot 100 = 30,0 \% \quad (5.29)$$

$$R_{\text{п}} = 718\,412 : 1\,375\,988 \cdot 100 = 52,2 \%$$

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначаємо за додатковим річним прибутком:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\Delta P_{\text{річ}}} \quad (5.30)$$

$$T_{\text{ок}} = (265\,000 - 80\,000) : 425\,054 = 0,4 \text{ року} \quad (5.31)$$

Узагальнені техніко-економічні показники проєкту наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Техніко-економічні показники проєкту

№	Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Річна трудомісткість робіт	люд.-год	3 408	4 464
2	Річна програма ремонту гідроагрегатів	шт./рік	795	952

3	Капіталовкладення в обладнання	грн	80 000	265 000
4	Фонд оплати праці з нарахуваннями	грн/рік	686 030	898 603
5	Амортизаційні відрахування	грн/рік	12 000	39 750
6	Поточний ремонт обладнання	грн/рік	3 200	10 600
7	Ремонтні матеріали та витратні матеріали	грн/рік	205 809	314 511
8	Енергоресурси та технологічні рідини	грн/рік	25 000	47 000
9	Інші витрати	грн/рік	46 602	65 523
10	Загальні річні витрати	грн/рік	978 641	1 375 988
11	Собівартість одного умовного ремонту	грн	1 231	1 445
12	Умовна вартість одного ремонту	грн	1 600	2 200
13	Річний економічний результат	грн/рік	1 272 000	2 094 400
14	Річний прибуток	грн/рік	293 359	718 412
15	Додатковий річний прибуток	грн/рік	-	425 054
16	Рентабельність	%	30,0	52,2
17	Строк окупності додаткових капіталовкладень	років	-	0,4

5.2. Висновок

За результатами проведених розрахунків встановлено, що проєктний варіант організації дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем є економічно доцільним. У базовому варіанті річна програма становить 795 гідроагрегатів, а у проєктному варіанті - 952 гідроагрегати. Збільшення програми пояснюється можливістю виконання аварійних ремонтів і відновлення корпусних деталей без передачі частини робіт на сторонні підприємства.

Фонд оплати праці з нарахуваннями у проєктному варіанті становить 898 603 грн/рік. Загальні річні витрати на функціонування дільниці дорівнюють 1 375 988 грн, а собівартість одного умовного ремонту становить 1 445 грн. Річний прибуток у проєктному варіанті становить 718 412 грн, що на 425 054 грн більше, ніж у базовому варіанті.

Рентабельність проєктного варіанта дорівнює 52,2 %, що перевищує відповідний показник базового варіанта (30,0 %). Строк окупності додаткових капіталовкладень становить 0,4 року. Отже, упровадження спеціалізованої дільниці з ремонту гідроагрегатів і стенда для електролітичного натирання внутрішніх поверхонь можна вважати ефективним заходом, який забезпечує зменшення простоїв техніки, підвищення якості ремонту та зниження залежності господарства від сторонніх ремонтних підприємств.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання проєкту проведено аналіз способів організації ремонту гідроагрегатів. Встановлено, що для умов господарства найбільш доцільним є застосування комбінованої форми організації ремонтного процесу, яка поєднує переваги постового та потокового способів. Такий підхід дозволяє раціонально організувати розбирання, дефектування, відновлення, складання та випробування гідронасосів, гідророзподільників і гідроциліндрів без надмірного ускладнення структури дільниці.

Обґрунтовано річну виробничу програму дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем. Розрахунками встановлено, що річна програма ремонту становить 952 гідроагрегати, а загальна трудомісткість ремонтних робіт з урахуванням додаткових операцій дорівнює 4464 люд.-год. На основі визначеної трудомісткості розраховано потребу у виробничих працівниках і прийнято штат дільниці у кількості трьох осіб, що забезпечує виконання запланованого обсягу робіт.

У технологічній частині проєкту розроблено заходи з удосконалення процесу відновлення корпусу гідророзподільника Р-80. Визначено основні дефекти корпусної деталі, зокрема зношування отворів під золотник, пошкодження різьбових поверхонь, зношування отворів під клапани, наявність задирів і раковин на привалочних площинах. Для усунення зазначених дефектів запропоновано технологічний маршрут, який передбачає свердлильні, шліфувальні, хонінгувальні, електролітичні та контрольні операції.

Розраховано режими виконання основних технологічних операцій, визначено норми часу та підібрано необхідне обладнання, інструмент і засоби контролю. Запропонована технологія відновлення корпусу гідророзподільника дає змогу підвищити якість ремонту, зменшити потребу в заміні дорогих корпусних деталей і продовжити строк їх подальшої експлуатації.

У конструкторській частині дипломного проєкту розроблено стенд для електролітичного натирання корпусів розподільників. Запропонована

конструкція дозволяє відновлювати внутрішні поверхні корпусних деталей, зокрема посадкові отвори під золотники, що є однією з найвідповідальніших зон гідророзподільника. Виконані розрахунки підтвердили працездатність основних вузлів станда, зокрема приводу, насосної станції та муфтового з'єднання. Впровадження станда дає можливість підвищити продуктивність відновлювальних робіт, покращити якість нанесення покриття та знизити трудомісткість ремонту на 10–15 %.

Розроблено заходи з охорони праці під час виконання ремонтних робіт на ділянці та при роботі на стенді для електролітичного натирання.

Техніко-економічна оцінка підтвердила доцільність запропонованих проектних рішень. У проектному варіанті фонд оплати праці з нарахуваннями становить 898603 грн/рік, загальні річні витрати — 1375988 грн/рік, річний прибуток — 718412 грн. Додатковий річний прибуток від упровадження проектних рішень становить 425054 грн, рентабельність — 52,2 %, а строк окупності додаткових капіталовкладень — близько 0,4 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про фермерське господарство : Закон України від 19.06.2003 № 973-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 45. Ст. 363. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/973-15#Text> (дата звернення: 27.05.2026).
2. ПСП "КОЛОСОК". <https://youcontrol.com.ua>. URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/31184365/.
3. 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.
4. Калганков, Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Сучасна наука: теорія і практика. — Запоріжжя, 2012. — Т. 2. — С. 88-90
5. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
6. 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.
7. Калганков Є.В. Обґрунтування напрямків діагностування агрегатів об'ємних гідроприводів трансмісії мобільних машин. Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. 2012. Вип. 106. С. 178-183.
8. 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.

9. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.

10. 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.

11. Дирда, В., Кобець, А., Лисиця, М., Заболотна, О., Твердохліб, Т., Калганков, Є. та Черній, О., (2021). Наноматеріали в механіці деформівного твердого тіла на прикладі гумових футеровок барабанних кульових млинів. *Geo-Technical Mechanics*. (157), 131–139.

12. Обобщенная теория износа упруго-наследственных сред / А. С.Кобець, В. И. Дырда, Е. В. Калганков, И. Н. Цаниди. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – №2. – С. 81–84.

13. Калганков Є. В. Особливості фрактального аналізу поверхні руйнування гумових футерівок, що працюють в умовах абразивно-втомного зносу / Є. В. Калганков. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровськ: ІГТМ НАНУ. – 2017. – №133. – С. 66–74.

14. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.

15. Калганков Є.В. Розробка ТПВД / Калганков Є.В. – ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

16. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

17. 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.

18. Дідур В.А. Гідравліка, сільськогосподарське водопостачання та гідропневмопривод / [Дідур В.А., Савченко О.Д., Пастушенко С.І. та інші] - Запоріжжя: Прем'єр, 2005. - 464 с.
19. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.
20. Овчаренко Ю.М. Деталі машин: практикум / Овчаренко Ю.М. – Дніпропетровськ, 2003. – 68 с.
21. Кагадій С.В. Основи механіки матеріалів і конструкцій: навчальний посібник / Кагадій С.В., Демяненко А.Г., Гурідова В.О. – Дніпропетровськ : Вид-во Свідлер А.Л., 2011. – 416 с.
22. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.
23. Годяєв С. Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах студентів інженерно-технологічного факультету, ОКР бакалавр за напрям підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». / С.Г. Годяєв, Л.Д. Устимович. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 21 с.
24. Агальцов, Г. М., Лисиця, М. І., Новікова, А. В., & Калганков, Є. В. (2024). Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з виробничим шумом та вібраціями на виробництві. У «ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»: матеріали XXI Всеукр. наук.-техн. конф., присвяч. 102- річниці з дня народження акад. НАН України В.М. Потураєва (с. 61-62). НТУ Дніпровська політехніка. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10825>
25. 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

Форма	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кіл-сть	Помітки
				<u>Документація</u>		
			46ДП. 173 100 000 ВЗ	Вид загальний		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП. 173 101 000 СК	Рама	1	
		9	46ДП. 173 109 000 СК	Ящик	2	
		11	46ДП. 173 111 000 СК	Ванночка	1	
		12	46ДП. 173 112 000 СК	Кронштейн	1	
		13	46ДП. 173 113 000 СК	Головка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		2		Електродвигун	1	
		3		Показник рівня електроліту	1	
		4		Муфта МВПТ	1	
		5		Манометр	1	
		6		Насос НШ – 10	1	
		7		Бак	1	
		8		Розподільник	1	
		10		Пульт керування головою	1	
		14		Контактна шина		
		15		Кран	1	
		16		Трансформатор	1	
		17		Пульт керування установкою	1	
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	46ДП. 173 100. 000 ВЗ	
Розроб	Верещака				Стенд для електролітичного натирання корпусів розпо- дільників	
Перевір.	Калганков					
Тех.контр						
Н.контр	Івлєв					
Затв.	Дудін					
					Літер.	Лист
						Листів
					ДДАЕУ	

[illegible]

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

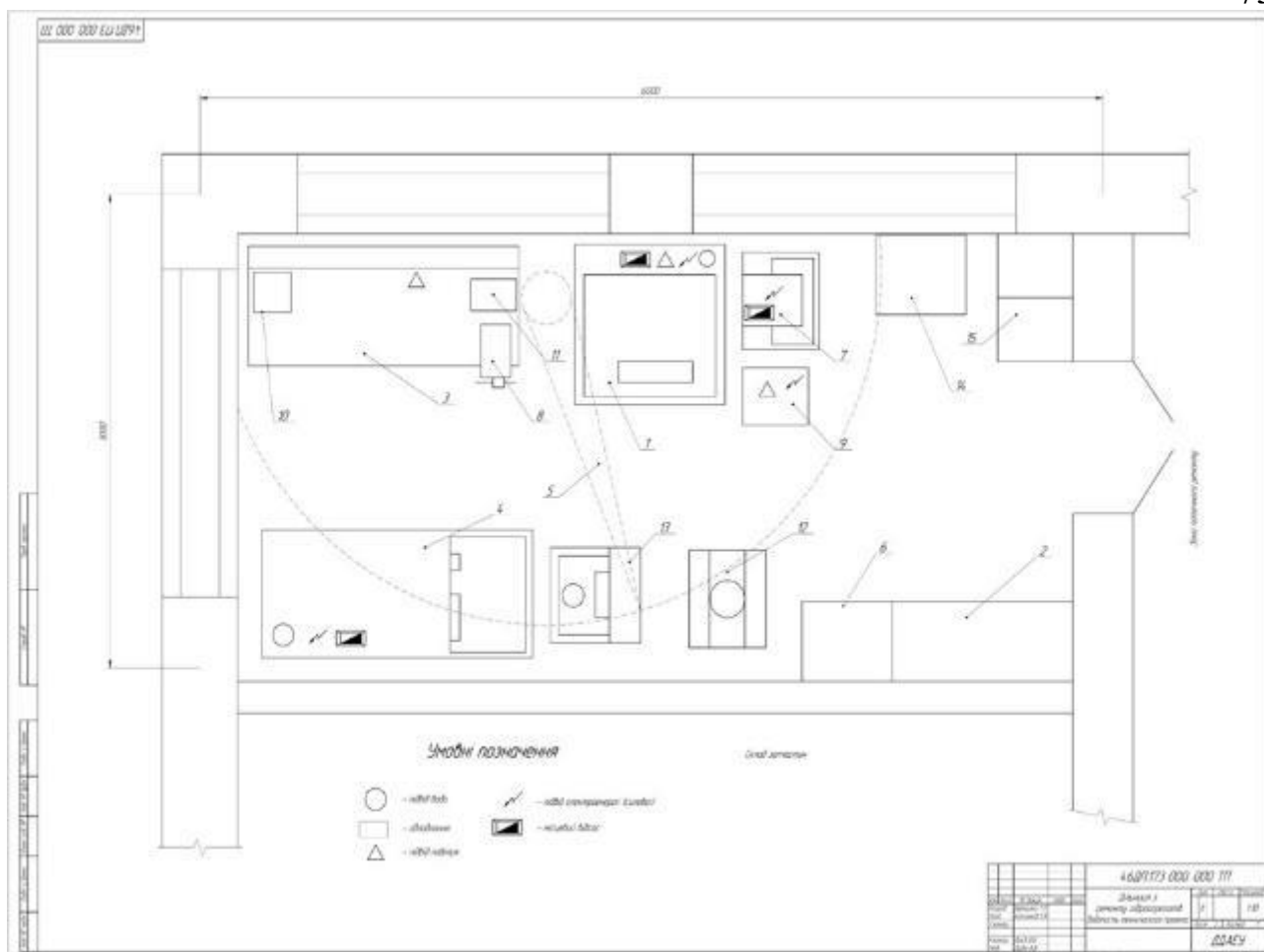
**ПРОЄКТ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ
ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-1-22
Верещака Тарас Максимович

Керівник: ст. викладач
Калганков Євген Васильович

Дніпро - 2026



№ детали	Наименование детали	Материал	Вес детали	Основной способ обработки детали	Дополнительный способ обработки детали
1	Блок цилиндров	Чугун	0,40	Обработка на станке	Обработка на станке
2	Поршень	Алюминий	0,05	Обработка на станке	Обработка на станке
3	Поршень	Алюминий	0,05	Обработка на станке	Обработка на станке
4	Поршень	Алюминий	0,05	Обработка на станке	Обработка на станке
5	Поршень	Алюминий	0,05	Обработка на станке	Обработка на станке

8 000 000 000 000 000

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі виконання проєкту проведено аналіз способів організації ремонту гідроагрегатів. Встановлено, що для умов господарства найбільш доцільним є застосування комбінованої форми організації ремонтного процесу, яка поєднує переваги постового та поточного способів. Такий підхід дозволяє раціонально організувати розбирання, дефектування, відновлення, складання та випробування гідронасосів, гідророзподільників і гідроциліндрів без надмірного ускладнення структури дільниці.

Обґрунтовано річну виробничу програму дільниці з ремонту агрегатів гідравлічних систем. Розрахунками встановлено, що річна програма ремонту становить 952 гідроагрегати, а загальна трудомісткість ремонтних робіт з урахуванням додаткових операцій дорівнює 4464 люд.-год. На основі визначеної трудомісткості розраховано потребу у виробничих працівниках і прийнято штат дільниці у кількості трьох осіб, що забезпечує виконання запланованого обсягу робіт.

У технологічній частині проєкту розроблено заходи з удосконалення процесу відновлення корпусу гідророзподільника Р-80. Визначено основні дефекти корпусної деталі, зокрема зношування отворів під золотник, пошкодження різьбових поверхонь, зношування отворів під клапани, наявність задирів і раковин на привалочних площинах. Для усунення зазначених дефектів запропоновано технологічний маршрут, який передбачає свердильні, шліфувальні, хонінгувальні, електролітичні та контрольні операції.

Розраховано режими виконання основних технологічних операцій, визначено норми часу та підібрано необхідне обладнання, інструмент і засоби контролю. Запропонована технологія відновлення корпусу гідророзподільника дає змогу підвищити якість ремонту, зменшити потребу в заміні дорогих корпусних деталей і продовжити строк їх подальшої експлуатації.

У конструкторській частині дипломного проєкту розроблено стенд для електролітичного натирання корпусів розподільників. Запропонована конструкція дозволяє відновлювати внутрішні поверхні корпусних деталей, зокрема посадкові отвори під золотники, що є однією з найвідповідальніших зон гідророзподільника. Виконані розрахунки підтвердили працездатність основних вузлів стенда, зокрема приводу, насосної станції та муфтового з'єднання. Впровадження стенда дає можливість підвищити продуктивність відновлювальних робіт, покращити якість нанесення покриття та знизити трудомісткість ремонту на 10–15 %.

Розроблено заходи з охорони праці під час виконання ремонтних робіт на дільниці та при роботі на стенді для електролітичного натирання.

Техніко-економічна оцінка підтвердила доцільність запропонованих проєктних рішень. У проєктному варіанті фонд оплати праці з нарахуваннями становить 898603 грн/рік, загальні річні витрати — 1375988 грн/рік, річний прибуток — 718412 грн. Додатковий річний прибуток від упровадження проєктних рішень становить 425054 грн, рентабельність — 52,2 %, а строк окупності додаткових капіталовкладень — близько 0,4 року.

46,011 173 000 000 000	
Висновки	11
Додаток	11