

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет**

**(ННІ)** \_\_\_\_\_

**УДК**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан факультету (Директор ННІ)**

Конструювання та дизайну

(назва факультету (ННІ))

\_\_\_\_\_ Ружи́ло З. В.

(підпис)

(ПІБ)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри**

Надійності техніки

(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ Новицький А.В.

(підпис)

(ПІБ)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «Дослідження технічного стану та вдосконалення  
технологічного процесу ремонту шестеренних насосів НШ»**

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

Освітня програма Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

К. Т. Н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Новицький А. В.

(ПІБ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

К.Т.Н., доц.

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ружи́ло З. В.

(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Друзь Ольга Олександрівна

(ПІБ студента)

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	.....
<b>1 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ</b>	
1.1 Дослідження та прогнозування на перспективу.....	.....
1.2. Функції технічного обслуговування.....	.....
1.3. Складові системи технічного обслуговування.....	.....
1.1. Фірмовий сервіс машин вітчизняного виробництва.....	.....
<b>2 АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ШЕСТЕРНИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ І СПОСОБИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ</b>	
2.1. Виробництво і збут.....	.....
2.2. Характеристики насосів і способи відновлення. Шестеренні насоси та їх застосування.....	.....
2.2.1 Насоси шестеренні групи “Г” та “D” .....	.....
2.2.2 Насоси шестеренні групи “М” .....	.....
2.2.3 Насоси шестеренні групи “А”.....	.....
2.2.4 Насоси шестеренні групи “У” та “УФ”.....	.....
2.2.5 Насоси шестеренні секційні.....	.....
2.2.6 Насос шестеренний НШ.....	.....
2.2.7 Гідромотори аксіально-поршневі.....	.....
2.2.8 Гідронасоси аксіально-поршневі регулюємі.....	.....
2.2.9 Насоси аксіально-поршневі регулюємі з автоматичною системою управління подачею та тиском “НАПОР”.....	.....
2.3 Аналіз існуючих способів відновлення втулок шестеренних насосів..	.....
2.3.1 Недоліки шестеренного насоса.....	.....
2.3.2 Відновлення опорної втулки шестеренного насосу.....	.....
<b>3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЛЬНИЦІ ПО РЕМОНТУ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ НШ-К</b>	

3.1	Склад цеху по ремонту шестеренних насосів НШ-К.....
3.2	Режим роботи і фонд робочого часу.....
3.3	Розрахунок такту виробництва.....
3.4	Трудомісткість ремонтних робіт, розрахунок кількості працюючих і компоновка робочих місць.....
3.5	Розрахунок обладнання.....
3.6	Розрахунок виробничих площ.....
3.7	Потреба в енергоресурсах.....
3.7.1	Розрахунок витрати електроенергії на технологічні потреби....
3.7.2	Розрахунок витрат електроенергії на допоміжні потреби.....
3.8	Потреба у водопостачанні.....
3.9	Потреба у тепловій енергії.....
<b>4</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДТИСКНОЇ ОБОЙМИ НАСОСУ НШ.....</b>
4.1	Дослідження технічного стану підтискної обойми в процесі експлуатації.....
4.2	Огляд існуючих методів відновлення підтискної обойми.....
4.3	Спосіб відновлення обойми, прийнятий до розробки.....
4.4	Розробка схем маршрутів відновлення обойми.....
4.5	Розробка технологічного процесу відновлення підтискної обойми...
4.5.1	Розрахунок режимів обробки і норм часу.....
<b>5</b>	<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ.....</b>
7.1	Вартість основних виробничих фондів.....
7.2	Собівартість ремонту.....
7.2.1	Цехова собівартість ремонту.....
7.2.2	Визначаємо повну собівартість ремонту виробу.....
7.3	Очікувані техніко-економічні показники.....

7.3.1 Валова продукція.....	
7.3.2 Плановий прибуток.....	
7.3.3 Рівень рентабельності.....	
7.3.4 Затрати на 1 грн. товарної продукції.....	
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	
<b>ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	
<b>ДОДАТКИ.....</b>	

## ВСТУП

Гідропривід являється одним з найперспективніших засобів передачі енергії від двигуна до споживача. Застосування гідроприводу суттєво покращує ефективність використання тракторів і сільськогосподарських машин, водночас знижуючи собівартість і металоємність засобів механізації і автоматизації основних робіт, а отже – і продукції, що виготовляється в агропромисловому секторі.

Невід’ємною складовою будь-якої гідравлічної системи є гідравлічний насос. Основні вимоги до насосів гідравлічних систем зводяться до забезпечення необхідного робочого тиску та об’ємної подачі, а також до високого механічного коефіцієнта корисної дії при забезпеченні їх надійності. Найкраще цим вимогам відповідають шестеренні насоси, що мають беззаперечні переваги перед іншими типами насосів, зокрема знижений рівень енергоємності, простоту конструкції схеми та відсутність потреби в регулюванні під час експлуатації.

До числа елементів гідронасосів НШ-У, що працюють в умовах високого зношування і обмежують їхню ефективність, належать опорні втулки. Вони виготовляються з алюмінієвого сплаву АМО 7-3 ОСТ 234.68-74. Практично всі поверхні опорних втулок функціонують в режимі інтенсивного зношування. Внаслідок абразивного та гідроерозійного зношення цих втулок відбувається збільшення зазорів, що, у свою чергу збільшує внутрішню втрату робочої рідини. Аналіз результатів випробувань насосів дозволяє дійти до висновку, що навіть незначні зноси опорних втулок значно зменшують коефіцієнти об’ємної подачі (КОП) шестеренного насосу.

Існує кілька методів відновлення втулок шестеренного насосу НШ-У: лиття опорних втулок із зношених; відновлення опорних втулок насосу бабітом; відновлення втулок покриттям з полікапроаміду; відновлення товстошаровим анодуванням; відновлення опорних втулок методом гальванічного покриття.

## **1 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ**

### **1.1. Дослідження та прогнозування на перспективу**

В проєкті Тасіс «Сприяння розвитку сільськогосподарських кооперативних організацій в Україні» відображена роль обслуговуючих кооперативів у процесі реорганізації КСП. Ними можуть бути і кооперативи технічного забезпечення новоутворюючих господарств.

Такий підхід до створення і функціонування технічно-сервісних кооперативів дає можливість дещо зменшити витрати на ремонтно-обслуговуючі роботи, активізувати діяльність технічно-сервісних об'єктів аграрних товаровиробників. Практично це означає створення на основі діючого обслуговуючого комплексу одного з господарств техсервісного кооперативу, який обслуговував би декілька господарств. Окрім того, засновниками техніко-технологічних кооперативів на правах асоціативних товариств можуть бути приватно - орендні аграрні підприємства, фермерські об'єднання, а також підприємства агротехнічної інфраструктури, підприємства сільськогосподарського машинобудування.

Виробнича діяльність кооперативів будується на господарчих розрахунках, а партнерські стосунки регламентуються відповідними договорами, контрактами та іншими угодами, що передбачені чинними законодавствами. За масштабами виробництва сільськогосподарські кооперативи та інші приватні формування в початковий період перебуватимуть в межах колишніх колективних сільськогосподарських підприємств, а згодом відбуватиметься процес поступового розширення їх з обсягами до 5-6 тис. га орної землі. Такі господарства намагатимуться мати власну ремонтно-обслуговуючу базу на основі існуючих об'єктів для виконання нескладних ремонтно обслуговуючих робіт власними силами і засобами.

Важливий напрямок реформування ремонтно-обслуговуючої бази - створення власних технічних центрів з мережею філій та представництв цих формувань.

Фірмові технічні центри надаватимуть широкий спектр технічно-сервісних послуг, що включатиме: маркетинг, торгівлю машинами, запчастинами, матеріалами, передпродажний сервіс, технічне обслуговування і ремонт у гарантійний і післягарантійний періоди; лізинг техніки та обладнання, підготовку та перепідготовку кадрів з експлуатації, обслуговування та ремонт техніки; виконання монтажних робіт та налагодження обладнання у товаровиробників, тощо.

Фірмові технічні центри доцільно створювати переважно на базі ремонтно транспортних підприємств, використовуючи їх виробничі потужності та кваліфікованих працівників на умовах оренди та викупу та створення акціонерних підприємств.

Ефективність цієї форми організації технічного сервісу зумовлена прямим зв'язком заводів з технічними центрами без посередників, що значно зменшує ціну на запасні частини, а отже і витрати на технічний сервіс і прискорює строки проведення ремонтних робіт.

Складні операції техсервісу виконуватимуться в спеціалізованих ремонтних підприємствах. Це стосується робіт, що потребують спеціалізоване обладнання (обкатувально-випробувальне, для механізації фізичної ручної праці, пресове, діагностичне підвищеної складності виконання, мобільне вантажно-розвантажувальне і тд), а також високої кваліфікації робітників, оперативного втручання в технологічний процес з метою забезпечення високого рівня надійності. В зв'язку з цим паралельно розвиватимуться і вдосконалюватимуться традиційні форми технічного сервісу на рівні майстерень сільськогосподарських виробничих кооперативів, загального призначення, обласного і міжобласного рівнів, ремонтних заводів.

Потрібно поживити зусилля заводів, які виробляють техніку в техсервісному забезпеченні машин своєї спеціалізації.

Однією з важливих проблем в сфері вдосконалення технічного сервісу в агропромисловому комплексі - визначення обсягів техсервісних робіт. Обсяги ремонтної наявності обслуговуючих робіт ґрунтується на очікуваному річного навантаженні на машину. За прогнозами загальний обсяг техсервісних робіт в АПК України складатиме 2,8 млн. умовних ремонтів, (умовний ремонт 300 люд.-годин).

Розподіл обсягів технічно-сервісних послуг між ремонтно - обслуговуючою базою господарств та іншими господарствами АПК виконано з використанням коефіцієнтів, розроблених Держ НДІ, які уточнені для умов України і узгоджені в свій час з обласними техсервісними формуваннями.

Згідно з цим розподілом ремонтно обслуговуючої бази усіх типів господарств (включаючи фермерські) належить виконати 2,1 млн. умов. ремонтів або 77%, решта 0,7млн. умов. ремонтів або 23% загального обсягу робіт - РТП та фірмові технічні центри.

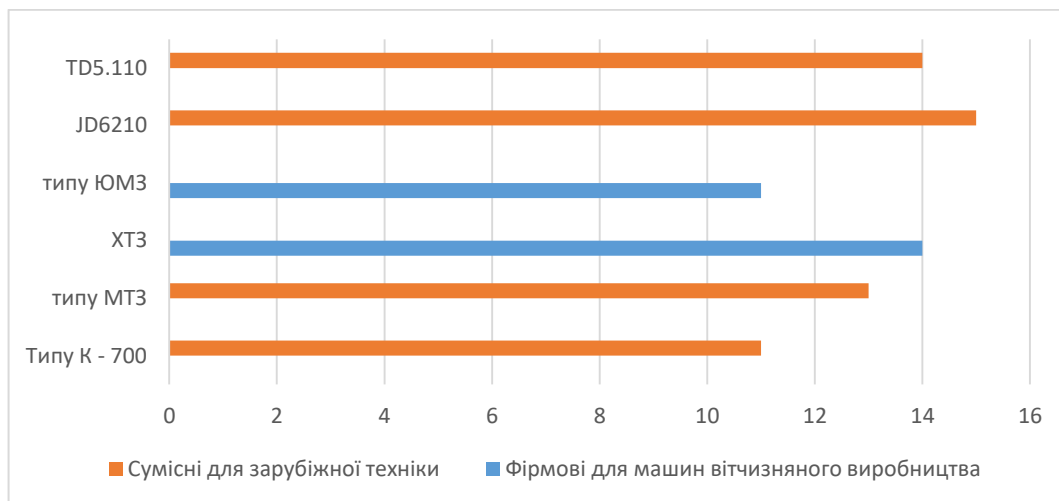
В наступні роки зусилля Міністерства аграрної політики України повинні бути спрямовані на переоснащення технічних центрів обслуговуючих кооперативів та створення центрів сервісного обслуговування. За попередніми прогнозами кількість технічних центрів та спеціальних підприємств на 2025 рік в Україні орієнтовно складатиме 976штк. ( рис 1.1, 1.2) розподіл технічних центрів за величиною обсягів обслуговування машин наведено на рис.1.4.

Іншою важливою проблемою в техсервісній сфері АПК є забезпечення підприємств технологічним обладнанням. Адже якість, вартість та термін виконання робіт технологічного обслуговування та ремонту

сільськогосподарської техніки в значній мірі залежить від наявності ремонтно-технологічного обладнання.

## ТЕХНІЧНІ ЦЕНТРИ

### Трактори загалом



### Комбайни загалом

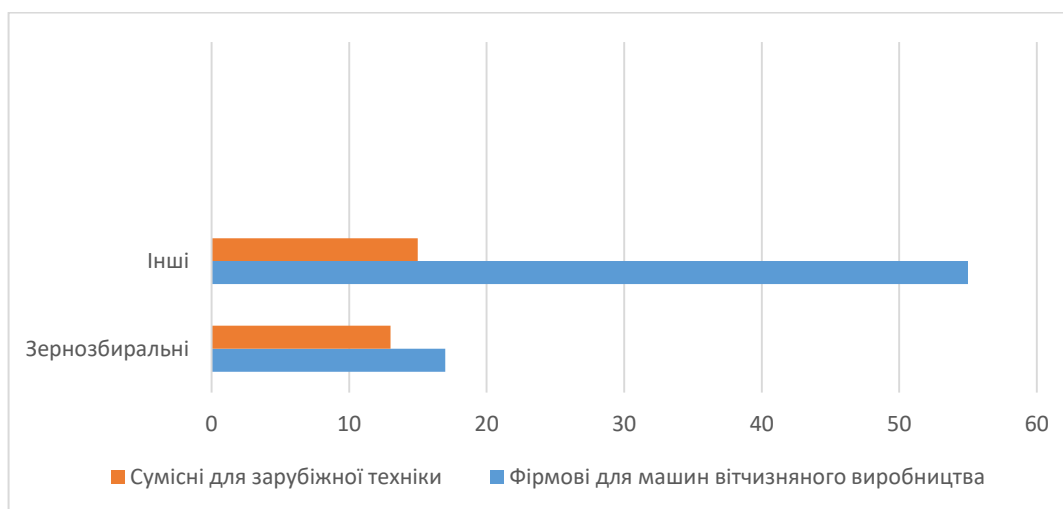
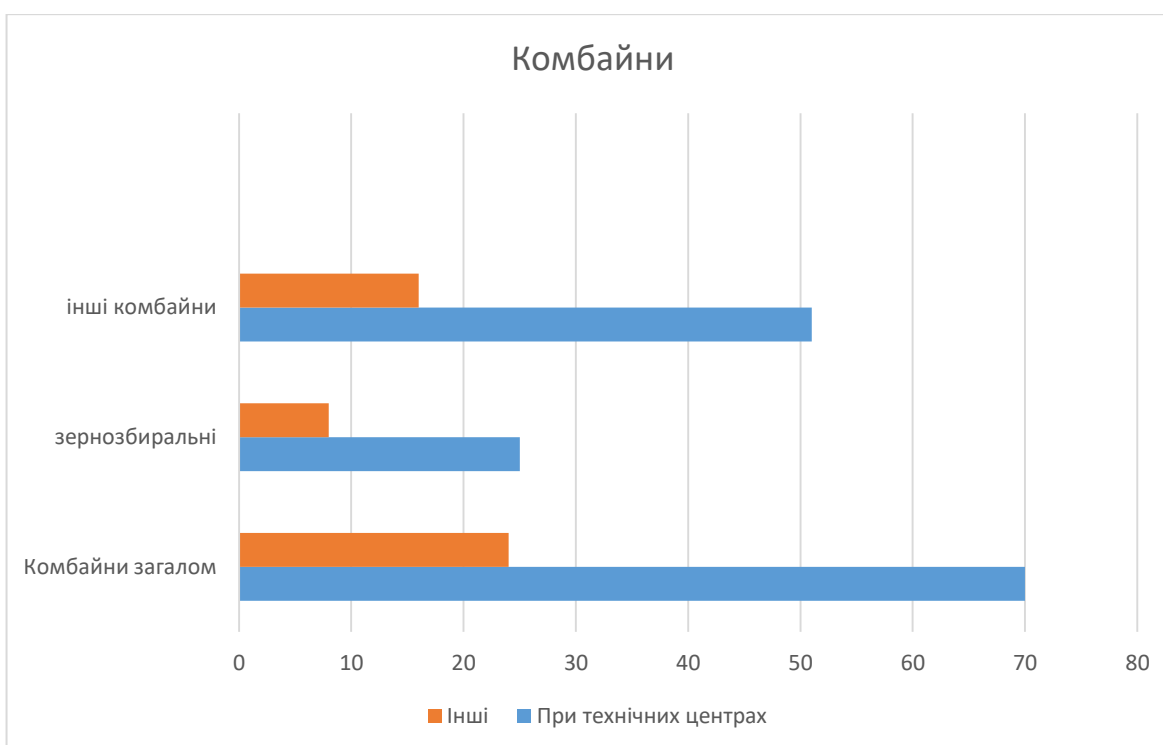
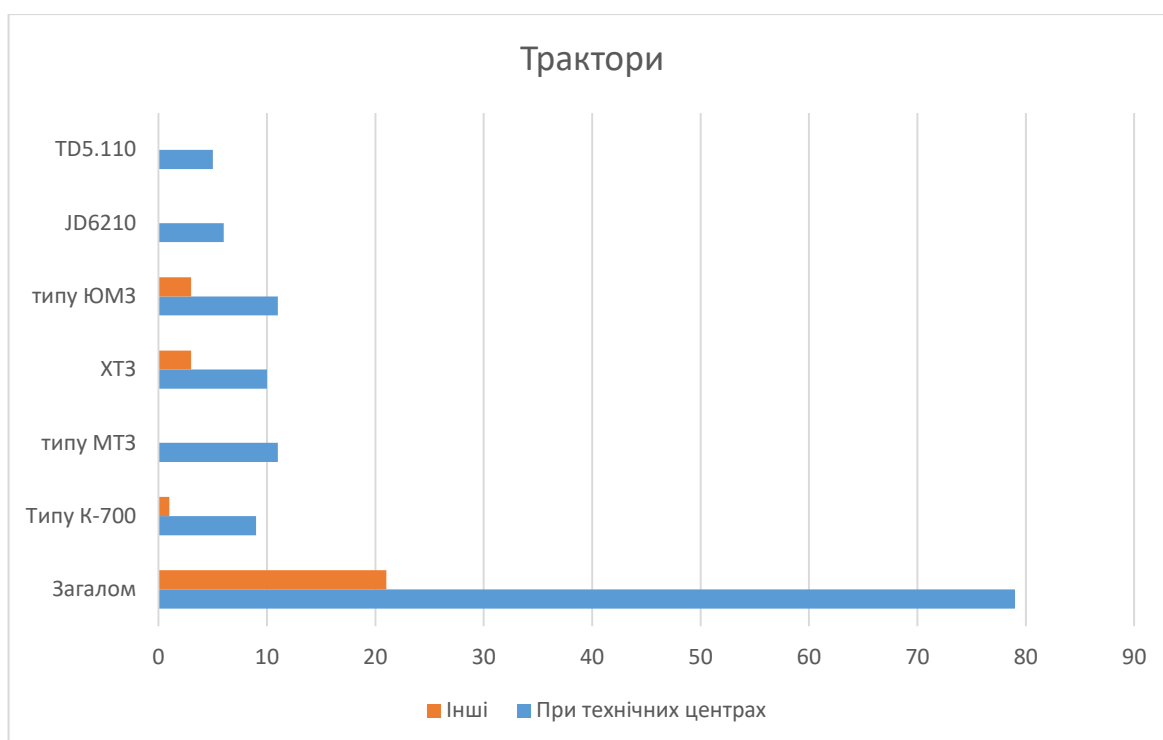


Рисунок 1.1 Розподіл розрахункової потреби в технічних центрах

**Підприємства для капітального ремонту машин, агрегатів**



**Рисунок 1.2 Розподіл розрахункової потреби в спеціальних підприємствах для капітального ремонту машин та агрегатів**

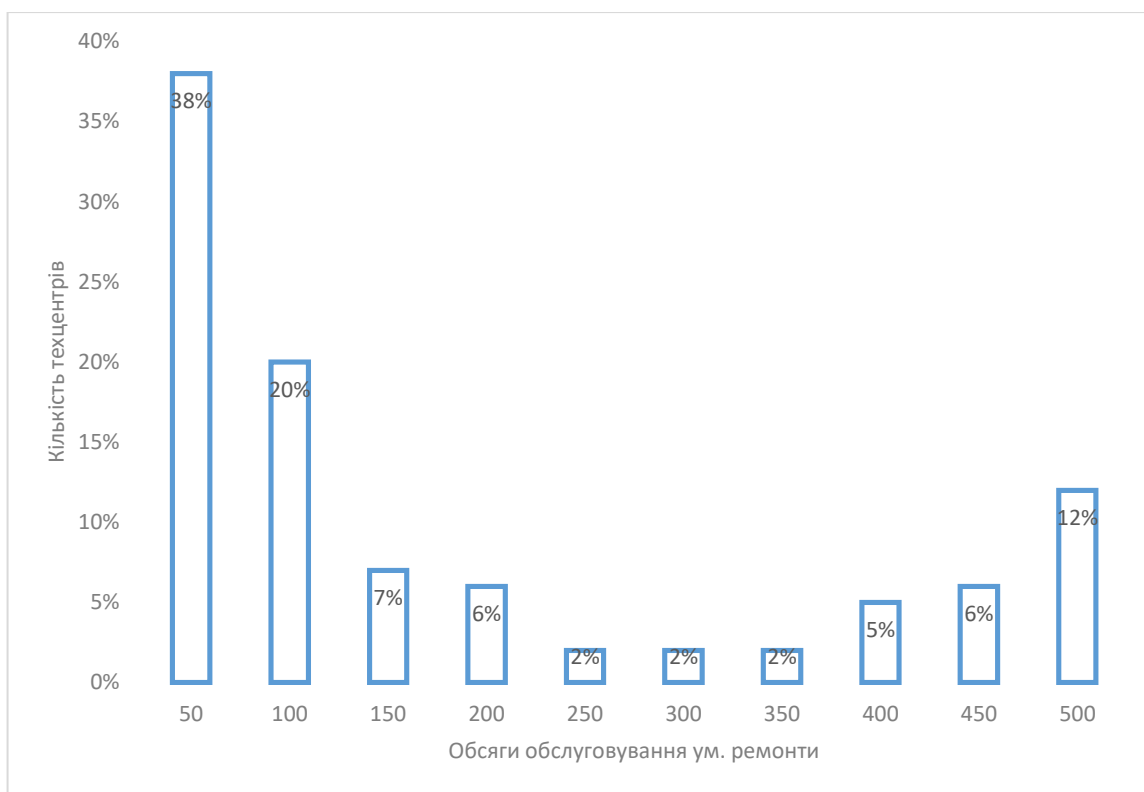


Рисунок 1.3 Розподіл центрів за величиною обсягів обслуговування сільськогосподарських машин

Для розбирально-складальних робіт передбачається створення - універсального обладнання для ремонту агрегатів, двигунів, шасі тракторів, комбайнів, гідроагрегатів, електрообладнання. силового і автотракторного.

Для технічного обслуговування, контролю і регулювання паливної і гідравлічної системи передбачається створення сімейства стендів і приладів. Характерною їх ознакою, в порівнянні з існуючими, є розширений діапазон параметрів, що контролюється, підвищена точність регулювання з використаннями нових технічних рішень, захищених авторським свідоцтвом і правами.

Таблиця 1.1 Розрахункова потреба в технічних центрах агропромислових комплексів України станом на 2024 рік

		Спец підприємства
--	--	-------------------

Найменування і марка машини	Технічні центри			по кап. Ремонту машин, агрегатів	
	Всього	Фірмові для машин вітчизняного виробництва	Сумісні для зарубіжної техніки	Всього	З них при ТЦ
Трактори, всього	194	85	109	225	179
В тому числі типу:					
К-700	21	-	221	22	21
МТЗ	25	-	25	25	25
Т-17021	26	26	-	28	26
ХТЗ	22	22	-	28	22
ЮМЗ	25	25	-	32	25
JD8400R	24	-	24	13	13
TD5.110	16	-	16	23	16
Комбайни, всього:	124	89	35	151	114
Зернозбиральні	37	21	16	50	37
З них «Славутич»	21	21	-	21	21
Кукурудзозбиральні	14	14	-	10	10
Силосозбиральні	39	25	14	33	33
Картоплезбиральні	5	-	5	12	5
Гичкозбиральні	14	14	-	21	14
Бурякозбиральні	15	15	-	25	15
Паливна техніка	6	3	3	13	6
Навантажувачі	8	8	-	8	8
Холодильні установки	8	6	2	4	4

Комплекти та комплекси обладнання, які включено до «Національної програми виробництва технологічних комплексів машин і устаткування...», передбачають створення:

- комплектів універсального обладнання і пристроїв для ремонту вузлів і агрегатів шасі тракторів з зусиллям на робочому органі до 100кН;

- сімейства універсального, блочно - модульного обладнання для ремонту вузлів і агрегатів комбайнів (продуктивність 110 комб/рік), пересувного переналагоджувального типу для ремонту дизельних двигунів (24 технологічних операції для 12 типів двигунів), гідроагрегатів (8 шт/год), силового і автотракторного обладнання (5 тис. умовних од./рік). турбокомпресорів (стаціонарних переналагоджувальних, 12шт. за зміну);
- обладнання для відновлення деталей методами зварювання, наплавлення і напилення (продуктивність до 16кг/год), електрофізичними та електрохімічними способами (12 лемешів або 8 лап культиваторів за годину), пластичними деформуваннями;
- комплекту обладнання і пристроїв для механічної обробки і зміцнення деталей при відновленні (підвищення ресурсу в 1,2 - 1,5 рази);
- модернізованого комплекту обладнання для відновлення обмотувальних проводів при ремонті електродвигунів, в тому числі заглиблювальних насосів; комплекту засобів та діагностичних пристроїв для діагностування тракторів, комбайнів (170 - 230 діагностувань/рік), дизельних двигунів (кількість контрольованих параметрів 25);
- пересувного агрегату і комплекту обладнання для технічного обслуговування (продуктивністю 4-5 машини за зміну), підготовки техніки для зберігання і розконсервації (продуктивністю 3-4 м<sup>2</sup>/хв.), комплексу універсального обладнання для технічного обслуговування і поточного ремонту машин, технічного обслуговування для нафтових господарств;
- сімейства стендів, приладів та інструментів для діагностики, технічного обслуговування і випробування паливної апаратури двигунів (до 600 насосів/рік);
- пересувної лабораторії для контролю якості нафтопродуктів (за 12 параметрами). Рівень наявності і прогноз на 2024 рік виробництва

обладнання показано на рисунку 1.4. Комплексне вирішення організаційних та технологічних питань, технічне переоснащення ремонтно - обслуговуючої бази, та реалізація запропонованої системи технічного сервісу дозволять підвищити коефіцієнт готовності техніки до нормативних показників та зменшити питомі витрати на технічний сервіс на 15-20%.

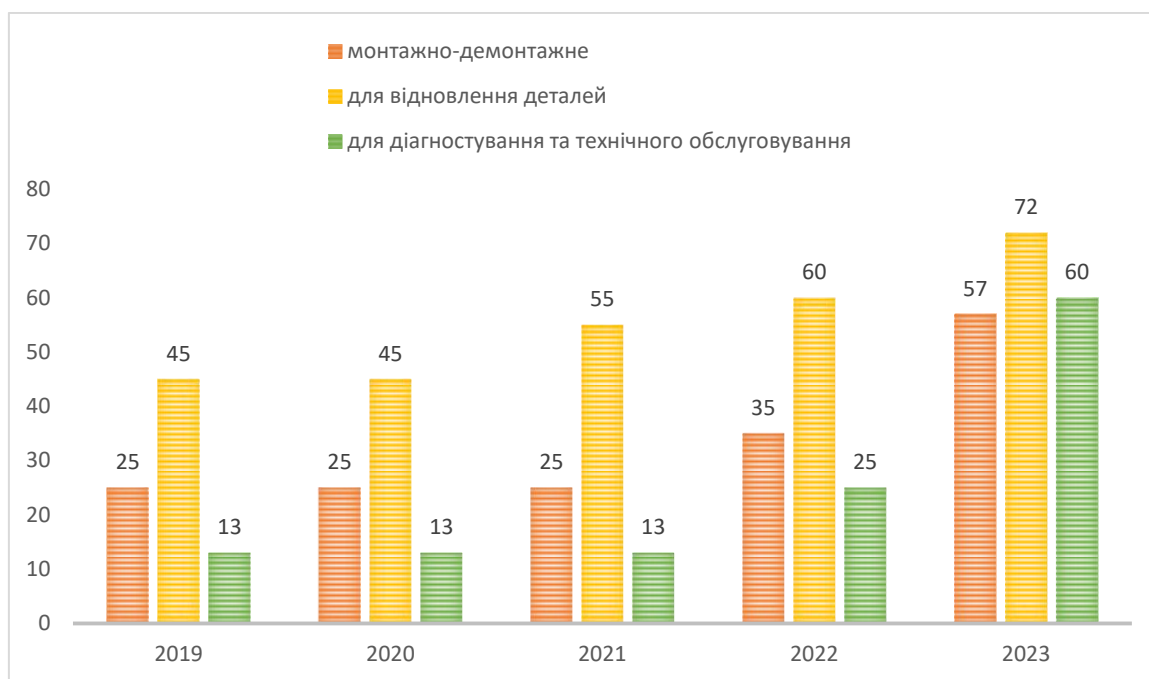


Рисунок 1.4 Рівень наявності та прогнози обсягів виробництва ремонтно-технічного сервісу.

## 1.2 Функції технічного обслуговування

Максимальний ефект від застосування техніки, особливо енергонасиченої та складної, може бути одержаний при відповідній організації комплексної системи технічного сервісу, яка повинна охоплювати увесь строк служби машин та включати в себе перепродажну підготовку, виробничу та технічну експлуатації, технічне обслуговування, ремонт, списання та утилізацію.

Функції технічного сервісу розподіляються за часом роботи машини на два етапи:

1. Сервіс до продажу – (вивчення ринку, науково – дослідні і проектно-конструкторські роботи, підготовка машин до продажу, монтаж наладка і регулювання, демонстрація техніки в дії).
2. Сервіс після продажу, який в свою чергу поділяється на гарантійний і післягарантійний. Особливого значення набуває гарантійний сервіс, оскільки при цьому закладаються основи нормальної експлуатації машин, що забезпечують їх надійну і довготривалу роботу.

Як показують дослідження у майбутньому можливі зміни змісту деяких функцій технічного сервісу, які обумовлені вдосконаленнями конструкцій сільськогосподарської техніки.

При централізованому управлінні економікою до недавнього часу найбільша відповідальність за технічний стан машини та технічний сервіс покладалась на власників машин (інженерні служби господарств). Посередники (ремонтні підприємства) і особливо виробники машин, несли значно меншу відповідальність.

На сучасному етапі розвитку АПК одним із першочергових завдань є необхідність переглянути рівні відповідальності за забезпечення ефективності технічного сервісу.

Зарубіжний досвід технічного сервісу свідчить про те, що на фірми, які виготовляють машини, покладаються основні функції всього циклу технічно-сервісного забезпечення і це не на примусовій основі, а шляхом взаємовигідних відносин сільськогосподарських товаровиробників і машинобудівних фірм. Перші своєчасно отримують високоякісну техніку і її ефективне обслуговування в межах економічно доцільних затрат, а наступні – гарантійне замовлення на постачання машин, їх обслуговування та ремонт, комплексні пропозиції щодо допрацювання конструкції і параметрів технологічності машини. Вітчизняним машинобудівним заводам слід максимально використати все прогресивне з зарубіжного досвіду технічного

забезпечення. Такий досвід в агропромисловому комплексі України частково є на прикладі технічних центрів, але він не знайшов масового впровадження через неспроможність економічних і фінансових чинників, а заводи – виготовлювачі машин виступали не організаторами технічного сервісу, а в ролі партнерів. Значно ефективніше проводилась би робота по технічно-сервісному забезпеченні в разі залучення заводів – виготовлювачів машин до безпосереднього виконання техсервісних послуг, тобто на принципах фірмового обслуговування. Отже, значна більшість техсервісних послуг повинна виконуватись в умовах господарств, а найбільш складні техпослуги – в умовах технічних центрів та РТП. Вибір виконавця технічних послуг безпосередньо замовником техпослуг, виходячи з його фінансових можливостей, відстані до служб технічного сервісу тощо.

Функції технічного сервісу в загальному виді розподіляється за видами робіт і в систематизованому вигляді класифікується на інформаційно–консультативні, комерційно–збутові, контрольнорекламаційні, орендно–лізингово–прокатні, інформаційні про надійність (безвідмовність, ремонтну технологічність, довговічність), ремонтно–відновлювальні.

### **1.1 Складові системи технічного обслуговування**

Перехід до ринкової економіки змінює характер діяльності підприємств, служб та окремих осіб, що задіяні в сфері експлуатації та ремонту машин в АПК України.

Вказані зміни, в першу чергу, зумовлені відводом більшої частини підприємств з-під державної опіки шляхом передачі чи продажу на різних умовах державної власності юридичних осіб, широкого використання договірних цін (збалансованих між попитом і пропозицією), ліквідації диктату товаровиробника, його безпосередньої зацікавленості в розширенні збуту своєї продукції, поява ринку надлишкової робочої сили.

Загальноєкономічні зміни у господарському житті впливають на організаційні форми технічного сервісу в АПК.

Міжгосподарські зв'язки встановлюються між службами сервісу і підприємствами (організаціями) інших галузей, що мають відношення і до технічного сервісу в сільськогосподарському виробництві.

Ці зв'язки спрямовані на встановлення загальних виробничих відносин для ефективного забезпечення обслуговування і ремонту техніки товаровиробників.

Основний комплекс робіт по фірмовому обслуговуванні і ремонту належить виконувати філіям регіонального фірмового технічного центру (ФРФТЦ), що мають тісні господарчі зв'язки з ремонтно-транспортними підприємствами, сільськогосподарськими підприємствами, фермерськими господарствами, а також іншими підприємствами (організаціями), що можуть входити в районне агротехсервісне об'єднання або акціонерні формування.

Міжгосподарські зв'язки між цією категорією партнерів встановлюються на договірних засадах.

В господарствах філії можуть мати своїх представників для організації нескладного ремонту і обслуговування машин, використовуючи оренду окремих господарчих ремонтно-обслуговуючих об'єктів, забезпечуючи тим самим підготовку виробництва і його функціонування.

Машинно-технологічні станції забезпечуються необхідною технікою через фірмові технічні центри там, де проводять її обслуговування і ремонт. Форми зв'язку між партнерами – договірні відносини та лізингові принципи забезпечення технологічними засобами. З спеціалізованою ремонтною базою і ФРФТЦ встановлюються договірні взаємовідносини на проведення капітального ремонту машин, їх вузлів та агрегатів, відновлення спрацьованих деталей. Цим взаємовідносинам повинні передувати договірні відносини між сільськогосподарськими товаро виробниками і ФРФТЦ.

Договірні відносини на постачання техніки та її технічне обслуговування можуть також встановлюватись між фірмовим технічним центром та міжгосподарськими підприємствами, в тому числі такими як “Агропроменерго”, будівельними фірмами тощо. Виробнича діяльність філій обласних фірмових технічних центрів організовується, координується і контролюється обласними (регіональними) фірмовими технічними центрами, які підпорядковуються Держдепартаменту тракторного і сільськогосподарського машинобудування (Держкопмпромполітики України).

Наукові розробки щодо створення фірмового обслуговування МТП сільськогосподарського виробництва забезпечують наукові організації машинобудівної галузі та Української академії аграрних наук на договірних засадах.

## **1.2 Фірмовий сервіс машин вітчизняного виробництва**

Фірмова служба обслуговування і ремонту машин прогресивних форм технічно-сервісного забезпечення – це одне із виробництв, в основу якої покладено принцип відповідальності і зацікавленості виробників техніки за її якість та проведення техсервісних послуг.

Основною виробничою одиницею фірмового обслуговування є регіональний фірмовий технічний центр.

Метою створення регіональних технічних центрів для забезпечення сільськогосподарських товаровиробників комплексом необхідної техніки і запасними частинами до неї, підтримання техніки в робочому стані та її ефективного використання при мінімальних і матеріальних витратах.

Доцільність створення цих центрів зобумовлена необхідністю оперативного виконання техсервісних послуг, підвищення якостей технічного обслуговування і ремонту техніки та її надійності, позбавлення монополій будь-яких структур технічного сервісу, створення

багатоваріантових форм і методів господарювання, вільного вибору виконавців ремонтних робіт.

Доцільність створення центру спрямована на вдосконалення машин, їх передпродажне обслуговування та продаж, гарантійне забезпечення у визначені строки, проведення технічних доглядів та ремонтів, продаж запчастин, ремонтних матеріалів та інструментів, підготовка виробничих кадрів тощо. У кожній області на базі одного з РТП або на власній базі заводу виробника створюється регіональний фірмовий технічний центр РФТЦ. В районах області повинні функціонувати філії комплексного фірмового технічного центру. Машини, що випускатимуть на договірній основі невеликими партіями на вітчизняних заводах малої потужності, реалізовуватимуться і обслуговуватимуться районними філіями регіональних технічних центрів. Для цього філії на орендних засадах використовують виробничі потужності діючих РТП. В господарствах з відповідною виробничою базою також на орендних засадах можуть створюватись пункти (представники) районних філій.

Функції регіонального фірмового технічного центру:

- проведення маркетингових досліджень;
- передпродажний сервіс, обслуговування та усунення несправностей в період роботи техніки, що випускається машиною галуззю;
- торгівля машинами, запчастинами і матеріалами;
- технічне обслуговування та ремонт техніки згідно з спеціалізацією підприємства, на базі якого створено центр;
- підготовка та перепідготовка кадрів з експлуатації, обслуговування та ремонт техніки;
- встановлення договірних взаємовідносин із заводами, які виготовляють техніку та запасні частини на поставку матеріально-технічних ресурсів та з

спеціалізованими ремонтними підприємствами та заводами для виконання робіт з ремонту техніки, агрегатів, вузлів і відновлення деталей;

- лізинг техніки;
- встановлення договірних взаємовідносин з товаровиробниками.

Виробничі підрозділи РФТЦ мають такі відділи:

- служба маркетингу;
- цех передпродажного обслуговування;
- торговий центр, служба лізингу;
- цех по ремонту техніки згідно з спеціалізацією основного виробництва;
- учбово-курсний комбінат.

Служба маркетингу включає такі напрямки діяльності: пошуково інформаційний (по розвитку і вдосконаленню виробництва машин), забезпечення якості ремонту і технічного обслуговування машин, встановлення контактів і виробничо-технічних зв'язків, організації ефективного технічного сервісу та реклами.

Для підвищення рівня використання виробничої потужності виробника техніки виправдано організувати цехи (дільниці) по ремонту агрегатів та централізоване відновлення деталей машин згідно спеціалізації заводу. Організація ремонту складових частин машин на власному виробництві значно підвищить якість ремонту, забезпечить гарантію надійності.

Торговий центр концентрує та розподіляє матеріально технічні засоби, які випускають машинобудівні заводи, в тому числі для своїх філій. При цьому доцільне функціонування служби лізингу для прискорення реалізації техніки в районах області. Центри матимуть торгівельні зв'язки із іншими галузями народного господарства України та з зарубіжними державами, зокрема в сфері забезпечення комплектуючих матеріалів, інструментів і тд.

Учбово-курсний комбінат проводить підготовку фахівців для філії обласного фірмового технічного центру, організовує курси підвищення

кваліфікації працівників різних спеціальностей: на його базі можуть проводити семінари і виставки з питань досягнень в сфері фірмового техсервісного обслуговування.

Регіональний фірмовий технічний центр – це «юридична особа», що має функціонувати як окрема установа або входити до складу акціонерного формування. Регіональні фірмові центри та їх філії при належній організації та якісному забезпеченню технічних послуг зможуть завоювати авторитет у споживача техніки і створити конкуренцію з іншими формами організацій техсервісних послуг.

Виробничими підрозділами районних філій РФТЦ є:

- цех з передпродажного і гарантійного сервісу;
- дільниця технічного обслуговування та поточного ремонту після закінчення гарантії;
- дільниця пусканалагоджувальних робіт;
- дільниця виробничих послуг машино - технологічних станцій;
- торговий центр (магазин);
- пересувні діагностичні ремонтні майстерні.

Цех по передпродажному та гарантійному сервісів забезпечують виконання робіт по вдосконаленню машин, їх передпродажному обслуговуванню, монтажу і гарантійному забезпеченню.

Дільниця з технічного обслуговуванні і поточному ремонту забезпечує проведення діагностики машин, їх технічне обслуговування та поточний ремонт в післягарантійний період експлуатації машин.

Дільниця пусканалагоджувальних робіт забезпечує монтаж машин та обладнання, в основному, тваринницьких ферм, а також їх обслуговування і ремонт.

Частина робіт вказаних виробництв буде виконуватись на їх площах, інша частина в господарствах на фермах та в польових умовах за участю виїзних бригад, що будуть забезпеченні засобами технологічного оснащення. До складу виробничих служб можуть входити як і прокатна станція так і механізовані загони, служби машинно хімічного захисту рослин, дільниці з виготовлення побутової техніки тощо.

Прокатна станція РТП – це підрозділ технологічного напрямку. В процесі започаткування станція формується зі спеціалізованих машин вітчизняного виробництва, а її діяльність будується на лізинговій основі. В перспективі парк машин може розширюватись і поповнюватись за рахунок нових машин зарубіжного виробництва, а також відновлених з матеріального числа закуплених (списаних). Магазин забезпечує технічне постачання, як самого технічного центру так і кооперативних та фермерських господарств, збір спрацьованих агрегатів (вузлів, машин, деталей), їх відправку на відновлення, обмін агрегатів, реалізацію відновленої техніки. Магазин об'єднуватиме постачальницько торгівельну функцію і може виконувати роль технічного обмінного пункту.

Пересувні діагностично-ремонтні майстерні виконуватимуть окремі функції різних дільниць та магазинів за окремими замовленнями.

Пункти (представники) районних філії в господарствах можуть функціонувати самостійно, в складі великих міцних господарств, або обслуговувати декілька маленьких господарств.

Це можуть бути пункти технічного обслуговування і поточного ремонту машин та своєрідні філії районного магазину. Представництво пунктів в господарствах підвищуватиме рівень оперативності технічних послуг, сприятиме зменшенню витрат на їх проведення.

Районні філії регіональних технічних центрів несуть відповідальність за збір ремонтного фонду, організацію капітального ремонту та відновлення

деталей сільськогосподарських машин. Капітальний ремонт машин, агрегатів, вузлів та відновлення деталей відбуватиметься в спеціалізованих майстернях РТП, на ремонтних заводах або в умовах заводів виготовлювачів.

РФТЦ може надавати господарствам широкий перелік послуг, що виникають з необхідності обслуговування техніки. Їх можна поділити на дві групи: передпродажне та після продажне обслуговування. До складу передпродажного обслуговування входять:

розвантаження машини з платформи та доставка в технічний центр;

а) розконсервація;

б) перевірка комплектності та заміна пошкоджених вузлів і деталей машини;

в) легувальні роботи;

г) перевірка мастила, заправка паливом та охолоджувальною рідиною;

д) обкатка машини на холостому ходу;

е) обкатка машини під навантаженням; обкатки після обслуговування

ж) перевірка машини під навантаженням;

з) фарбування;

и) доставка машини в господарство.

В склад після продажного обслуговування входять:

а) усунення відказів в період гарантії;

б) технічне обслуговування в гарантійний і післягарантійний період;

в) капітальний ремонт.

## 2 АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ В УКРАЇНІ ТА СПОСОБИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

### 2.1 Виробництво і збут

Кіровоградське ВАТ "Гідросила" провідне в Україні підприємство з розробки та виробництва гідромашин для гідросистем тракторів, комбайнів, сільськогосподарських, дорожньо-будівних та інших мобільних машин.

Для підтвердження доцільності та реальності побудованих елементів бізнес-моделі ВАТ «ВЗТА» скористаємось графічним та табличним матеріалом (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1- Обсяг реалізації насосів шестеренних на ринках збуту в довоєнні роки, тис. грн.

Ринок збуту	роки					
	2019		2020		2021	
	сума	Питома вага, %	сума	Питома вага, %	сума	Питома вага, %
Україна	5055,1	30,0	7302,2	33,0	13000	32,0
- Схід	1517,2	9,0	2057,9	9,3	3900	9,7
- Південь	1011,8	5,8	1305,5	5,9	2600	6,4
- Центр	1265,5	7,5	1748,1	7,9	3250	8,1
- Захід	1264,6	7,7	1703,9	7,9	3250	7,8
ЄС	8424,5	50,5	11506,6	52,0	22000	55,0
Інші країни	1370,4	20,0	3319,2	15,0	5321,7	13,0
Усього	16865	100,0	22128	100,0	40321,7	100,0

Простежимо в динаміці загальні обсяги реалізації за 2019-2021 рр. (рис. 2.1)

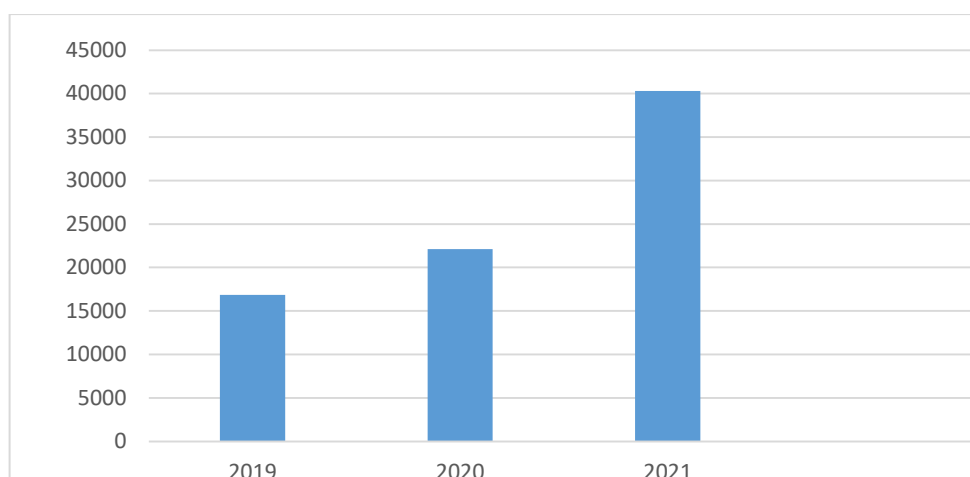


Рисунок 2.1 Динаміка обсягів реалізації насосів шестеренних в довоєнні роки ВАТ «ВЗТА» за 2019-2021 рр.

Як бачимо, до війни, ВАТ «ВЗТА» мав перспективи розширення каналів збуту і як наслідок визначимо збільшення обсягів реалізації. За допомогою рисунку 2.2 пріоритетність напрямку розширення ринку промислової продукції, яка виготовляється на ВАТ «ВЗТА», адже регіональна структура (на міжнародному та національному рівні) дозволить зробити відповідні висновки щодо доцільності запропонованого проекту.

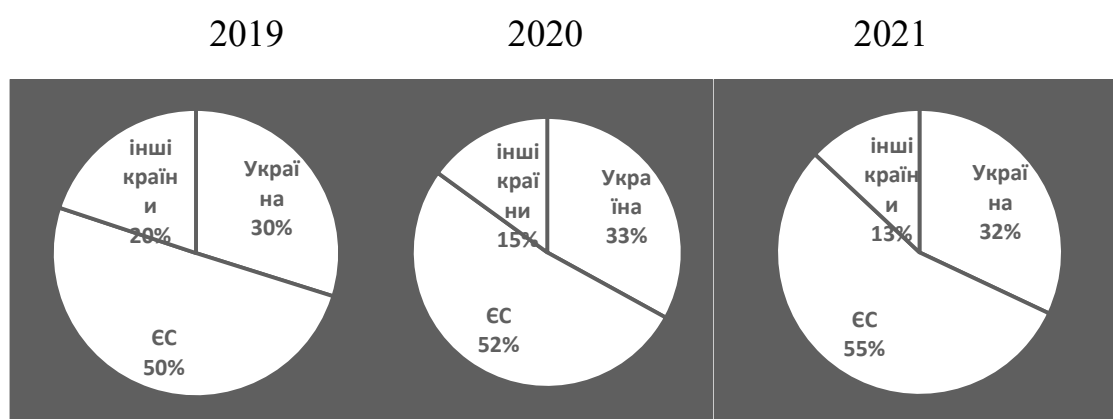


Рисунок 2.2 Регіональна структура обсягів реалізації насосів шестеренних на ринках збуту за 2019-2021 рр.

Як бачимо, найбільш пріоритетним є розширення каналів збуту в ЄС, адже в структурі обсягів реалізації, йому належить більше ніж 50% ринку.

За статистичними даними підприємства, з урахуванням 2021 року, найбільшим споживачем основної продукції ВАТ "ВЗТА" є ЄС. Економічний

підйом промисловості та сільських господарств, а також отриманий урожай у 2021 році зумовив збільшення попиту (майже удвічі порівняно з попередніми роками). У ЄС зосереджені потужні підприємства, яким потрібні агрегати ВАТ "ВЗТА" для комплектації своєї продукції: тракторів, машин, дорожніх машин та іншої спеціалізованої техніки. На сьогодні встановлено та підтримуються зв'язки з ТОВ "Hydrosila EU" м. Вроцлав (Польща), Power Hydraulics Trading (Шанхай). Ринок ЄС є найбільш перспективним і задовольняє попит європейських сільськогосподарських підприємств, що потребують великої кількості насосів та гідроциліндрів для ремонту своєї техніки. Вивчаючи прогнози збуту та місткість ринку України, можна стверджувати, що більшість шестеренних насосів виробництва ВАТ "ВЗТА" експортуватиметься, оскільки передбачуваний обсяг збуту ВАТ "ВЗТА" перевищує місткість національного ринку.

## **2.2 Характеристики насосів і способи їх відновлення**

### **Шестеренні насоси і їх застосування**

#### **2.2.1 Насоси шестеренні групи "Г" та "D"**

Робочий об'єм -4...20куб.см

Максимальний тиск на виході -16 ...20МПа

Максимальна частота обертання 3000 ... 4200об/хв.

Насоси малого типорозмірного ряду, створені спеціально за європейською конструкцією з кризним міцним корпусом і двома кришками для роботи в гідросистемах з тиском до 210 кгс/кв.см. Застосування металофторопластових підшипників, прокатного алюмінієвого профілю дозволяє застосовувати дані насоси, як в гідросистемах традиційних машин, так і машин з важкими умовами роботи, забезпечуючи їх безвідмовність та довговічність. Насоси виготовляються за установочними розмірами стандартів ДСТУ SAE та DIN.

### **2.2.2 Насоси шестеренні групи “М”**

Робочий об'єм -20...63 куб.см

Максимальний тиск на виході -20 16 МПа

Шестеренні насоси групи "М"-насоси європейського рівня для гідросистем до 250 кгс/кв.см, в їх конструкції закладені передові концепції світового виготовлення металофторопластової втулки, мають тонкі латунні компенсатори.

### **2.2.3 Насоси шестеренні групи “А”**

Робочий об'єм -32...250 куб.см

Максимальний тиск на виході -21 - 25 МПа

Насоси спеціально розроблені для роботи в гідросистемах з тиском до 210 кгс/кв.см, в умовах недостатньої фільтрації та низької якості робочої рідини. Використання металофторопластових вкладишів підвищило термін служби підшипників і виключило можливість їх заклинення. Трійна компенсація зношення робочих поверхонь дозволяє нормалізувати подачу насосів і значно збільшити їх ресурс у порівнянні з традиційними конструкціями. Насос НШ250 4 -найпотужніший насос ряду НШ, що використовується на важких тракторах. Завдяки відпрацьованості конструкції, виявив себе одним із самих надійних вузлів при експлуатації машин у тяжких умовах роботи гірничозбагачувальних комбінатів, рудників, дорожнього будівництва.

### **2.2.4 Насоси шестеренні групи “У” та “УФ”**

Робочий об'єм -32...50 куб.см

Максимальний тиск на виході -14 ...16 МПа

Максимальна частота обертання 3000 об/хв.

Традиційні насоси, які випускаються понад 40 років, добре зарекомендували себе на ринку машин, які використовують гідросистеми з тиском від 175 кгс/кв.см до 210 кгс/кв.см. Налагоджена технологія виготовлення, застосування якісних матеріалів, що мають високу зносостійкість, дозволили збільшити ресурс цих насосів, підвищити надійність, забезпечити його ремонтнопридатність та довговічність.

### **2.2.5 Насоси шестеренні секційні**

Можливі будь - які варіанти секціонування насосів у відповідності із замовленням. Параметри, приєднувальні розміри валів і фланців одиночних і секційних насосів ідентичні. Частота обертання приводного валу секційних насосів визначається по секції з мінімальною частотою обертання. Максимальний тиск кожної секції доцільно узгодити з виготовлювачем. Тандемуються як насоси однієї групи, так і різних груп.

### **2.2.6 Насос шестеренний НШ6ФБ**

Робочий об'єм -6,3 куб.см

Номінальна подача -9,0 л/хв

Номінальна частота обертання 1500 с -1

Номінальний тиск настройки запобіжного клапана -10 ... 11 МПа

Вузол складається з шестеренного насоса об'ємом 6,3 куб.см/об, вбудованого головного запобіжного клапана, зливного фільтра і закріпленої ємкості для робочої рідини. Це малогабаритна насосна станція для невеликих за об'ємом гідроприводів.

### **2.2.7 Гідромотори аксіально-поршневі**

Робочий об'єм -33,3... 110,8 куб.см

Максимальний тиск в гідролінії високого тиску - 35,7 ...36,3 МПа  
 Номінальний тиск в гідролінії високого тиску - 22,5 ...26,915 МПа  
 Максимальний обертовий момент -176 ...583 Н-м

Гідромотори аксіально-поршневі, з робочим об'ємом 90 кв.см випускаються з 1980 року по ліцензії фірми "Sauer Sundstrand", зараз самостійно розроблено і випускається весь типорозмірний ряд. Мотори призначені для закритих гідросистем. Частота обертання валу прямо пропорціональна витратам робочої рідини. Вихідний обертовий момент прямо пропорційний перепаду тиску між напорними гідролініями. В моторах передбачена можливість модульного монтажу розподільчої гідроапаратури.

### **2.2.8. Гідронасоси аксіально-поршневі регулюємі**

Максимальний тиск в гідролінії високого тиску - 35,7 ...36,3 МПа  
 Номінальний тиск в гідролінії високого тиску - 22,5 ... 26,915 МПа  
 Максимальна подача -113,5 ...272,6 куб.дм/хв.

Насоси аксіально - поршневі регулюємі, з робочим об'ємом 90 кв.см випускаються з 1980 р. по ліцензії фірми "Sauer Sundstrand", зараз самостійно розроблено і випускається весь типорозмірний ряд. Насоси з похилою шайбою використовуються для об'ємних гідроприводів, які працюють по закритій схемі. Подача насоса прямо пропорціональна частоті обертання ротора та робочому об'єму, який регулюється шляхом змін кута похилої шайби. Напрямок потоку робочої рідини змінюється завдяки повороту похилої шайби в протилежний бік відносно її нейтрального положення. В насосах передбачена можливість тандемування. Модульне приєднання розподільника дозволяє приєднати системи управління різних типів: без системи сервоуправління, з гідромеханічною системою управління, з регуляторами граничного тиску, з електромеханічною системою управління і насосами підпитки внутрішнього шестеренними насосами. зчеплення для тандемування з шестеренними насосами.

### **2.2.8 Насоси аксіально-поршневі регулюємі з автоматичною системою управління подачею та тиском “НАПОР”**

Номінальний робочий об'єм -25,4...61,8 куб.см

Номінальна подача -45,12 ... 88,86 куб.дм/хв.

Максимальний тиск на виході -25 ...28 МПа

Мінімальний тиск на виході -2,5 ...2,8 МПа

Номінальна частота обертання 1920 ... 1500 хв-1

Аксіально - поршневі регулюємі насоси з похилою шайбою призначені для відкритих централізованих гідросистем тракторів та сільськогосподарських машин. Подача насоса прямо пропорційна частоті обертання ротора і робочому об'єму, який регулюється шляхом зміни кута похилої шайби. Автоматична система управління включає в себе регулятор на заданному рівні незалежно від навантаження і частоти обертання. Регулятор подачі і регулятор тиску. Регулятор подачі підтримує подачу насоса на граничного тиску обмежує значення максимального тиску в напірній гідролінії.

#### **Технічні характеристики насосів**

**НШ 10 УЗ**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 10  
 Коеф. подачі, не 0,92  
 менше  
 Номінал. подача, 22,08  
 л/хв  
 Спожив. потуж. 8,4  
 кВт (не більше)

**НШ 10 УЗл**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 10  
 Коеф. подачі, 0,92  
 не менше  
 Номінал. 22,08  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 8,4  
 кВт (не більше)

**НШ 10 УЗ (4-х  
шліцевий)**

Роб. об'єм 10  
 см<sup>3</sup>  
 Коеф. подачі, 0,92  
 не менше  
 Номінал. 22,08  
 подача, л/хв  
 Спожив. 8,4  
 потуж. кВт (не  
 більше)

**НШ 10 УЗл (4-х  
шліцевий)**

Роб. об'єм 10  
 см<sup>3</sup>  
 Коеф. 0,92  
 подачі, не  
 менше  
 Номінал. 22,08  
 подача, л/хв  
 Спожив. 8,4  
 потуж. кВт  
 (не більше)

**НШ 32 УЗ**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 37,7  
 Коеф. подачі, не 0,92  
 менше  
 Номінал. подача, 22,08  
 л/хв  
 Спожив. потуж. 24

**НШ 32 УЗл**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 37,7  
 Коеф. подачі, не 0,92  
 менше  
 Номінал. 22,08  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 24

**НШ 32 АЗ**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 32  
 Коеф. подачі, не 16  
 менше  
 Номінал. подача, 21  
 л/хв  
 Спожив. потуж. 3000  
 кВт (не більше)

**НШ 32 УаЗ**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 37,7  
 Коеф. подачі, 0,92  
 не менше  
 Номінал. 22,08  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 24  
 кВт (не більше)

**НШ 32 АЗл**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 32  
 Номінальний 16  
 тиск, МПа  
 Максимальний 21  
 короткочасний  
 тиск, МПа  
 Максимальна 3000  
 частота  
 обертання, хв<sup>-1</sup>

**НШ 32 УаЗл**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 37,7  
 Коеф. подачі, 0,92  
 не менше  
 Номінал. 22,08  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 24  
 кВт (не більше)

**НШ 50 УЗ**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 49,1  
 Коеф. подачі, 0,94  
 не менше  
 Номінал. 110,8  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 35,6  
 кВт (не більше)

**НШ 50 УЗл**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 49,1  
 Коеф. подачі, 0,94  
 не менше  
 Номінал. 110,8  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 35,6  
 кВт (не більше)

**НШ 50 АЗ**

Роб. об'єм см<sup>3</sup> 50  
 Номінальний 16  
 тиск, МПа  
 Максимальний 21  
 короткочасний  
 тиск, МПа  
 Максимальна 3000  
 частота  
 обертання, хв<sup>-1</sup>

**НШ 50 УаЗ**

(аналог 50  
 АЗ)  
 Роб. об'єм см<sup>3</sup> 49,1  
 Коеф. подачі, 0,94  
 не менше  
 Номінал. 110,8  
 подача, л/хв  
 Спожив. потуж. 35,6  
 кВт (не більше)



<b>НШ 50 АЗл</b>	
Роб. об'єм см <sup>3</sup>	50
Номинальний тиск, МПа	16
Максимальний короткочасний тиск, МПа	21
Максимальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	3000



<b>НШ 50 УаЗл</b>	
(аналог АЗ)	50
Роб. об'єм см <sup>3</sup>	49,1
Коеф. подачі, не менше	0,94
Номинал. подача, л/хв	110,8
Спожив. потуж. кВт (не більше)	35,6



<b>НШ 71 АЗ</b>	
Роб. об'єм см <sup>3</sup>	71
Номинальний тиск, МПа	16
Максимальний короткочасний тиск, МПа	21
Максимальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	2400



<b>НШ 71 АЗл</b>	
Роб. об'єм см <sup>3</sup>	71
Номинальний тиск, МПа	16
Максимальний короткочасний тиск, МПа	21
Максимальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	2400



<b>НШ 100 АЗ</b>	
Роб. об'єм см <sup>3</sup>	100
Номинальний тиск, МПа	16
Максимальний короткочасний тиск, МПа	21
Максимальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	2400



<b>НШ 100 АЗл</b>	
Роб. об'єм см <sup>3</sup>	100
Номинальний тиск, МПа	16
Максимальний короткочасний тиск, МПа	21
Максимальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	2400

## 2.3 Аналіз існуючих способів відновлення втулок шестеренних насосів

### 2.3.1 Недоліки шестеренного насоса

Одним з найбільших недоліків при роботі шестеренного насоса є утворення затиснутого об'єму в момент вступання в зачеплення нової пари зубів і зміни цього об'єму при подальшому обертанні шестерень. Стиснутий об'єм починає знижуватись з моменту його утворення. Так як рідина практично не стискається, то при відсутності спеціальних розвантажувальних каналів зменшення об'єму буде супроводжуватись різким підвищенням тиску рідини, який у 2...2,5 рази перевищує номінальний тиск.

Зростання тиску між зубами вище розрахункового рівня призводить до розкриття торцевих з'єднань і різкого збільшення рідини і через торцеві зазори.

Крім того, дроселювання робочої рідини через торцеві зазори призводить до нагрівання робочої рідини. Явище нагрівання робочої рідини свідчить про те, що частина енергії приводу насоса йде не на зростання внутрішньої енергії рідини, а веде до зменшення загального КПД шестеренного насоса.

Окрім цього різке пульсуюче зростання тиску викликає збільшення шуму в роботі. А.Ф. Осипов стверджує, що значні перевантаження, які викликають при компресії робочої рідини в стисненому об'ємі, можуть стати причиною поломок деталей насоса. Крім того, після проходження точки утворення мінімального затисненого об'єму починається фаза його збільшення, що призводить до падіння абсолютного тиску в цьому об'ємі до величини, яка відповідає пружкості насичених парів робочої рідини. У останньому випадку виникає явище місцевого кипіння, виділення розчинених газів і збільшення об'єму газових бульбашок, що із розчиненого стана переходять у стан механічної суміші, тобто сприяє виникненню такого негативного явища, як кавітація робочої рідини.

Різкі коливання тиску, що перевищують у два або і більші рази розрахункові, ведуть до високого зносу зубів і цапф шестерень, опорної поверхні підшипників, торцевої поверхні втулок, приводить до зниження втомленої міцності деталей насоса через значні навантаження динамічного характеру.

### **2.3.2 Відновлення опорної втулки шестеренного насосу**

*Метод відновлення втулок бабітом.* Втулку опресовують відновлюючи зовнішній діаметр за рахунок металу з внутрішнього діаметру, потім обробляють торцеву поверхню та у спеціальній установці заливають бабітом. Після цього втулку піддають механічній обробці. Такий метод дозволяє

відновити зношену опорну втулку без застосування складного та дорогого обладнання. Але у цього способу є кілька значних недоліків: важко здійснити луження накатаної поверхні, крім цього, під час експлуатації під дією навантажень бабіт відшаровується та розплавляється.

**Метод відновлення втулок шестеренного насосу полікапроамідними покриттями.** При цьому способі дві втулки кладуться у прес-форму, заливається під тиском полікапроамідне покриття, проводиться термічна і потім механічна обробка. Полікапроамідне покриття покращує антифрикційні характеристики підшипників ковзання. Значною недосконалістю методу є те, що у відновленої втулки недостатнє тепло відведення, що негативно впливає на працездатність пари тертя.

**Метод відновлення термодифузійною металізацією.** Цей процес дозволяє не тільки відновити суттєвий знос поверхні опорної втулки, а й змінити її поверхню. До мінусів цього метода треба віднести те, що він вимагає використання вакуумної установки, через що має високу собівартість, окрім цього у нього дуже протяжна тривалість виконання та недостатність керування процесу нанесення шару покриття.

**Метод відновлення алюмінієвих втулок товстошаровим анодуванням.** Цей спосіб дозволяє комплексно вирішити задачу відновлення зношеного шару та покращення фізико-механічних властивостей. Але він вимагає використання дуже складного спеціального обладнання, що впливає на вартість ремонту. Окрім цього, у вказаного методу великий час виконання.

**Метод відновлення опорних втулок насосу гальванопокриттям.** Даний спосіб дозволяє відновити значні пошкодження та зміцнити поверхні, що позитивно впливає на роботу втулки як підшипника ковзання, але він має декілька недоліків. Передусім, дуже висока складність та велика кількість операцій, що збільшує його вартості та вимагає велику кількість часу для

виконання. Через це метод не знайшов розповсюдження у ремонтних підприємствах.

***Застосування стрічкового металофторопласту для підшипників сухого тертя.*** Металофторопластовий матеріал означає композицію. Основою цього матеріалу є сталевий стрічка товщиною 0,7-2,6 трьохкомпонентну мм з маловуглецевої сталі 08кП, на яку методом порошкової металургії нанесений шар сферичних частинок високоолов'янистої бронзи Бр.О-10. товщиною 0,3-0,35 мм. Пори цього шару заповнені на всю глибину сумішшю фторопласту і мілкодисперсного дисульфиду-молібдену.

Суміш фторопласту і MoS<sub>2</sub> покриває тонким шаром (0,02-0,04 мм) поверхню бронзи. Ця поверхня є приробочим шаром підшипника. На випадок зношування припрацьовуючого шару робоча поверхня підшипника складається з бронзи і фторопласту з наповнювачем, при цьому бронза забезпечує високу механічну стійкість і інтенсивний тепло відвід від поверхні тертя, фторопласт з дисульфідом молібдену "мащення" поверхні. В процесі роботи бронза з вкрапленнями фторопласту виступає на поверхню підшипника, що є цілком закономірним. На такій поверхні підшипника за рахунок збільшення коефіцієнта тертя проходить локальне підвищення температури і "видавлювання" фторопласту з пор на поверхню тертя внаслідок більш вищого коефіцієнту теплового розширення фторопласту.

Розроблений матеріал має високі показники механічних властивостей дякуючи наявності сталевій основі і малої товщини антифрикційного матеріалу.

Застосування металофторопластових підшипників практично прибирає можливість створення задирів і ушкоджень поверхні тертя. Підшипники ковзання з металофторопластової стрічки показують високі робочі якості при різних температурах в діапазоні 40-120°C. Таким чином усі відомі з

літературних витоків методи відновлення втулок або не забезпечують необхідні якості відновлення (метод лиття, відновлення бабітом та нанесення полікапроамідного покриття), або при забезпеченні необхідної якості занадто дорогі (термодифузійна металізація, товстошарове анодування та гальванопокриття).

### **3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЛЬНИЦІ ПО РЕМОНТУ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ НШ-К**

#### **3.1 Склад цеху по ремонту шестеренних насосів НШ-К**

Для проведення капітальних і поточних ремонтів шестеренних насосів використовуємо виробничі потужності приватного підприємства “Квін-Майстер” (бувши “Рембаза”).

Враховуючи коефіцієнт охопту ремонтом який складає 0,6, визначаємо річну програму спеціальної майстерні для Тернопільської, Чернівецької та Хмельницької областей вона складає 2000 штук.

Цех складається з наступних дільниць:

- 1 Очистки і миття;
- 2 Розбирання деталей;
- 3 Дефектації;
- 4 Відновлення обойм
- 5 Відновлення шестерень;
- 6 Зборки і випробування насосів:
- 7 Фарбування;
- 8 Санвузол.

#### **3.2 Режим роботи і фонди робочого часу**

Режим роботи цеха по ремонту насосів визначаємо однозмінним при 253 робочих днях в році, 5 днів робочих в тиждень, 41 година.. Номінальний річний фонд робочого часу визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{н.р.}} = K_{\text{р.д.}} \times P_{\text{см}}$$

Де  $K_{\text{р.д.}}$  – число робочих днів в році;

$P_{cm}$  – продовження зміни.

Дійсний річний фонд робочого часу визначаємо за формулою:

$$\Phi_{д.р.} = (\Phi_{н.р.} - k_0 \times P_{cm})k_p,$$

Де  $k_0$  – число робочих днів відпустки в році

$k_p$  – коефіцієнт, який враховує втрати робочого часу по поважних причинах.

Номинальний фонд часу роботи обладнання, розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{н.о.} = \Phi_{н.р.} \times k_{зм},$$

Де  $k_{зм}$  – кількість змін в добу.

Фактичний фонд часу обладнання розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_{н.о.} \times k_{об},$$

Де  $k_{об}$  – коефіцієнт використання обладнання.

Режим роботи і фонди робочого часу обладнання і робітників зводимо в таблицю 3.1, 3.2.

**Таблиця 3.1** – Режими роботи і фонди робочого часу обладнання

Найменування дільниці	Кількість змін за добу	Номинальний річний фонд часу, год.	Втрати від номинального фонду, %	Дійсний фонд часу, год.
Очистка і миття	1	2080	2	2040
Розбирання деталей	1	2080	2	2040
Відновлення обойм	1	2080	2	2040
Відновлення шестерень	1	2080	2	2040
Збирання і	1	2080	2	2040

випробування насосів				
Фарбування	1	2080	2	2040

**Таблиця 3.2** – Фонди часу робітників

Найменування спеціальностей	Номинальний річний фонд часу, год.	Продовження основної відпустки, днів	Втрати від номінального фонду, %	Дійсний річний фонд часу, год.
Слюсар складальних робіт	2080	15	10	1870
Контролер матеріалів, металів виробу (дефектовщик)	2080	15	10	1870
Токар	2080	15	10	1870
Токар-розточник	2080	15	10	1870
Фрезерувальник	2080	15	10	1870
Шліфувальник	2080	15	10	1870
Зварник	2080	24	12	1870
Маляр	2080	24	12	1870
Контролер верстатних і слюсарних робіт	2080	15	10	1870

### 3.3 Розрахунок такту виробництва

Такт виробництва розраховуємо за формулою:

$$T = \frac{60 \times \Phi_d \times k_H \times k_{3M}}{\Pi}$$

Де  $\Phi_d = 1870$  – дійсний річний фонд часу;

$k_H = 0,95$  – коефіцієнт, враховуючий перерив в роботі на відпочинок;

$k_{3M} = 1$  – кількість змін;

$\Pi = 2000$  шт. – річна програма ремонту насосів.

$$T = \frac{60 \times 1870 \times 0,95 \times 1}{2000} = 57 \text{ хв.}$$

### 3.4 Трудомісткість ремонтних робіт, розрахунок кількості працюючих і компановка робочих місць

Трудомісткість по дільницях визначаємо за формулою:

$$T_{\text{уч}} = \Pi \times T_{\text{од}},$$

де  $T_{\text{од}}$  – трудомісткість на одиницю робіт, люд.-год.

Для дільниці складування і зберігання ремфонда:

$$T_{\text{уч}} = 2000 \times 0,4 = 800 \text{ люд. год.}$$

Кількість основних виробничих працівників визначаємо за виразом:

$$P_{\text{уч}} = \frac{T_{\text{уч}}}{\Phi_{\text{д}} \times K_n}$$

Де  $K_n$  – запланований коефіцієнт перевиконання норм виробітку,  $K_n = 1,05 \dots 1,15$ .

$$P_{\text{уч}} = \frac{800}{1860 \times 1,1} = 0,4 \text{ чол.}$$

Аналогічно розраховуємо трудомісткість і для інших дільниць. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.4.

Розраховуємо кількість допоміжних працівників:

$$P_{\text{доп}} = 13,0 \times 0,1 = 1,3 \text{ чол.}$$

Приймаємо 1 чоловіка.

Число інженерно-технічних працівників, обслуговуючого персоналу приймаємо відповідно 8...10%, 2...3%, 2...% від сумарної кількості основних і допоміжних працівників.

$$\text{Приймаємо 2 чоловік.} \begin{cases} P_{\text{ІТП}} = 13,0 \times 0,09 = 1,17 \\ P_{\text{с}} = 13,0 \times 0,02 = 0,26 \\ P_{\text{м}} = 13,0 \times 0,03 = 0,39 \end{cases}$$

Весь штат цеха буде рівним

$$P = P_{\text{осн}} + P_{\text{в}} + P_{\text{ІТП}} + P_{\text{с}} + P_{\text{м}}$$

$$P = 13,0 + 3 = 16 \text{ чол}$$

Найменування дільниць	Річна програма, шт.	Трудоємність, люд.-год.		Дійсний фонд робочого часу, год.	Кількість робітників	
		На одиницю програму	На програму		розрахункова	прийнята
1. Дільниця складування і зберігання рем фонду	2000	0,4	800	1860	0,4	0,4
2. Очистки і миття	2000	0,39	784	1860	0,38	0,4
3. Розбирання	2000	0,42	840	1860	0,4	0,4
4. Дефектації	2000	0,8	1600	1860	0,78	0,8
5. Комплектації	2000	0,48	960	1860	0,51	0,5
6. Відновлення обойми	2000	4,76	9520	1860	4,65	5,0
7. Відновлення шестерень	2000	1,64	3280	1860	1,76	2,0
8. Дільниця складання і випробування	2000	2,88	5760	1860	2,8	3,0
9. Дільниця фарбування	2000	0,46	928	1860	0,5	0,5
Всього		12,23	22540			13

Таблиця 3.3 – Трудоємність ремонтних робіт, кількість працівників

### 3.4 Розрахунок обладнання

Основне обладнання виробничих дільниць і робочих місць розраховуємо у відповідності з технологічним процесом і трудомісткістю.

Супутнє обладнання та допоміжні робочі місця приймаємо без розрахунку із умови забезпечення безперебійної роботи дільниць.

#### 3.5.1 Установка для наплавлення

$$N = \frac{T \times \Pi}{\Phi_d}$$

Де Т- трудомісткість виконаних робіт, Т=0,17 люд.-год.;

П – виробнича програма, П=2000 шт.;

$\Phi_d$  – дійсний фонд робочого часу,  $\Phi_d = 2030$  год.

$$N = \frac{0,17 \times 2000}{2030} = 0,2;$$

Приймаємо одну установку для наплавки.

#### 3.5.2 Верстат фрезерувальний

Трудомісткість:

- 1) фрезерування площин 0,137 люд.-год.;
- 2) Фрезерування масляного паза - 0,083 люд.-год.;
- 3) попередня розточка - 0,133 люд.-год.;
- 4) розточка 2 місця під зуб шестерні 0,112 люд.-год.;
- 5) фрезерування площадки і пазів 0,12 люд.-год.

Так як перші три операції виконуються для обойм в зборі, технічного Обслуговування розрахунок ведемо за формулою:

$$N = \frac{T \times \Pi}{\Phi_d \times \eta'}$$

Де  $\eta$  – кількість оброблених деталей, шт.;

$$N_1 = \frac{0,353 \times 2000}{2030 \times 2} = 0,174 \text{ шт.}$$

Для 4 і 5 операцій

$$N_2 = \frac{0,232 \times 2000}{2030 \times 1} = 0,228 \text{ шт.}$$

Всього фрезерних верстатів

$$N = N_1 + N_2 = 0,174 + 0,228 = 0,402 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 фрезерний верстат.

### 3.5.3 Верстати токарні

Трудомісткості: токарна

- Попередня – 0,135 люд.-год.;
- Чистова – 0,1 люд.-год.

$$N = \frac{0,235 \times 2000}{2030} = 0,2 \text{ шт.}$$

З урахуванням перевиконання норм часу

$$0,2 \div 1,2 = 0,16.$$

Приймаємо 1 токарний верстат.

### 3.5.4 Верстати координатно-розточувальні

$$N = \frac{0,12 \times 2000}{2030} = 0,118 \text{ шт.}$$

З розрахунку перевиконання норм часу

$$0,118 \div 1,2 = 0,098 \text{ шт}$$

Приймаємо 1 верстат.

### 3.5.5 Верстати свердлильні

Трудомісткість: калібровка різьби корпусу – 0,1 люд.-год.

$$N = \frac{T \times \Pi}{\Phi_d} = \frac{0,1 \times 2000}{2030} = 0,098 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 свердильний верстат.

### 3.5.6 Верстати шліфувальні

$$N = \frac{0,313 \times 2000}{2030} = 0,308 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 шліфувальний верстат.

### 3.5.7 Верстат слюсарний

$$N = \frac{0,17 \times 2000}{2030} = 0,168 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 слюсарний верстат.

### 3.5.8 Стіл комплектувальний

$$N = \frac{0,12 \times 2000}{2030} = 0,118 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 комплектувальний стіл.

### 3.5.9 Стенд випробувальний

$$N = \frac{0,31 \times 2000}{2030} = 0,305 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 стенд випробувальний.

### 3.5.10 Машина для миття

Машина для миття насосів в зборі:

$$N = \frac{Q}{q \times \eta_1 \times \eta_2 \times \Phi_d \times k'}$$

Де  $Q$  – загальна маса вузлів, що пропускаються через мийну машину, по програмі завантаження підприємства на запланований рік, кг; вага насоса – 7 кг.

$q = 200$  кг/год. – продуктивність машини;

$\eta_1 = 0,6$  – коефіцієнт, враховуючий завантаження машини по масі;

$\eta_2 = 0,85$  – коефіцієнт використання машини по часу;

$\Phi_d = 2030$  год. – дійсний фонд часу мийної машини;

$k = 1$  – коефіцієнт змінності машини для миття.

$$N = \frac{14000}{200 \times 0,6 \times 0,85 \times 2030} = 0,067 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 машину для миття.

Склад і кількість основного обладнання по групах приводимо в табл. 3.5.

Відомість обладнання і оснастки приводимо в таблиці 3.6

**Таблиця 3.4** – Склад і кількість основного обладнання по групах

Група і тип обладнання	Кількість	Примітка
1. Металорізальне обладнання		
- Верстат токарний	1	
- Верстат фрезерний	1	Горизонтально-фрезерний
- Верстат свердлильний	1	Вертикально-свердлильний
- Верстат шліфувальний	1	
- Верстат універсально-заточний	1	
- Верстат хонінгувальний	1	
- Верстат координатно-розточний	1	
2. Обладнання для миття	1	
- Машина для миття	1	
3. Термічне обладнання	1	
- Установа для наплавки	1	1 – для наплавки поверхонь радіального ущільнювача; 1 – для наплавки опорних поверхонь
4. Випробувальний стенд	1	
5. Підйомно-транспортне обладнання		
- рольганг	2	
- конвеєр УПК-80Р	1	
6. Фарбувально-сушильне обладнання	1	
- Установа для знежирення	1	
- Фарбувальна камера	1	
- Сушильна камера	1	

### 3.4 Розрахунок виробничих площ

До виробничих площ дільниць належать площі, зайняті технологічним обладнанням, робочими місцями, зокрема, конвеєрами, рольгангами і т.д.; заготовками, деталями і складальними одиницями, які розташовані біля робочих місць і обладнання, а також робочими запасами, проходами і проїздами між обладнанням.

Для розрахунку виробничих площ використовуємо формулу:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} \times \sigma,$$

Де  $F_{\text{уч}}$  – площа дільниці, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{об}}$  – площа, яку займає обладнання, м<sup>2</sup>;

$\sigma$  – коефіцієнт, який враховує робочі зони в проходи

Для дільниці очистки

$$F_{\text{уч}} = 19,8 \times 4 = 79,0 \text{ м}^2.$$

Аналогічно розраховуємо площі інших дільниць. Результати розрахунків заносимо в таблицю 3.6.

**Таблиця 3.6** – Звітні дані по розрахунку площ дільниць

Найменування дільниць	Площа, зайнята обладнанням, м <sup>2</sup>	Коефіцієнт робочої зони, $\sigma$	Площа, м <sup>2</sup>	
			Розрахунков а	Прийнят а
1. Очистки	19,8	4	79,2	80
2. Підрозборки	2,4	4	9,6	10
3. Дефектації	13,52	4,5	60,84	80
4. Відновлення шестерень	28,57	3	85,91	86
5. Відновлення обойм	32,7	4,5	147,15	150
6. Зборка і випробування	24,81	4	99,24	100
7. Фарбування	38,8	3,5	135,87	136
Всього площ, зайнятих обладнанням				622
8. Проїзди і проходи				94
9. Санпобутвузол				40
Всього площ				756

### 3.5 Потреба в енергоресурсах

#### 3.7.1 Розрахунок витрати електроенергії та технологічні потреби

Активну потужність електроприймачів визначаємо за формулою:

$$P_a = \sum P_{уст} \times K_{спр}$$

Де  $\sum P_{уст}$  – сумарна встановлена потужність електроприймачів (встановлена потужність для обладнання приймається за паспортними даними), кВт;

$K_{спр}$  – коефіцієнт попиту.

При розрахунку все обладнання розбиваємо на технологічні групи з відповідним коефіцієнтом  $K_{спр}$ .

Річну витрату електроенергії визначаємо за формулою:

$$W_p = \Phi_d \times K_{см} \times \sum P_a = \Phi_d \times K_{см} \times \sum P_{уст}$$

Де  $\Phi_d = 2030$  год. – річний фонд часу роботи обладнання в одну зміну;

$K_{см}$  – коефіцієнт змінності.

Для металорізальних верстатів

- Активна потужність

$$P_a = 97 \times 0,85 = 82,45 \text{ кВт};$$

- Річна витрата електроенергії

$$W_p = 2030 \times 1,0 \times 82,45 = 16737,35 \text{ кВт год.}$$

Аналогічно розраховуємо і для інших груп обладнання. Результати заносимо в таблицю 3.7.

**Таблиця 3.7** – Потреба електроенергії на технологічні потреби

Найменування групи технологічного обладнання	Сумарна встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт попиту	Сумарна активна потужність, кВт	Дійсний річний фонд часу, год	Коефіцієнт змінності	Річна витрата електроенергії, кВт-год
Металорізальне	97	0,85	82,45	2030	1	16737,35
Конвеєрне	2,17	0,5	1,085	2030	1	2202,55
Підйомно-транспортне	16	0,4	6,4	2030	1	12922
Зварне	25,67	0,75	19,25	2030	1	39697,5
Для миття, стендове,	88	0,5	44	2030	1	89320

фарбувальне						
Всього	228,84		153,2			310585,55

### 3.7.2 Розрахунок витрати електроенергії на допоміжні потреби

#### 3.7.2.1 На вентиляцію:

$$W_p = \sum P_{\text{уст}} \times K_{\text{спр}} \times K_{\text{см}} \times \Phi_d,$$

Де  $\sum P_{\text{уст}}$  – установлена потужність всіх вентиляторів,  $\sum P_{\text{уст}} = 32$  кВт;

$K_{\text{спр}} = 0,65$  – коефіцієнт попиту.

$$W_p = 32 \times 0,65 \times 1 \times 2030 = 42300 \text{ кВт – год}$$

#### 3.7.2.2 На подачу води

$$W_p = \sum P_{\text{уст}} \times K_{\text{спр}} \times K_{\text{см}} \times \Phi_d$$

$$W_p = 4 \times 1,14 \times 0,5 \times 2030 = 5684 \text{ кВт год}$$

#### 3.7.2.3 На освітлення

$$W_p = K_{\text{поп}} \times T_{\text{н}} \times \sum P_{\text{уст}},$$

Де  $K_{\text{поп}} = 0,88$  – коефіцієнт попиту освітлювальних навантажень для виробничої будови;

$T_{\text{н}} = 1750$  год – річне число годин освітлювального навантаження, визначене в залежності від географічної широти місцевості;

$\sum P_{\text{уст}}$  – сумарна номінальна потужність освітлювальних приладів, кВт;

$$\sum P_{\text{уст}} = q \times S$$

Де  $q = 10$  Вт/м<sup>2</sup> – потужність світильників;

$S$  – площа цеха,  $S = 756$  м<sup>2</sup>.

$$\sum P_{\text{уст}} = 10 \times 756 = 7560 = 8 \text{ кВт}$$

$$W_p = 0,88 \times 1750 \times 8 = 12320 \text{ кВт год}$$

Всього витрата електроенергії на допоміжні потреби

$$W_p = 42300 + 5684 + 12320 = 60304 \text{ кВт год}$$

Всього річна витрата електроенергії по цеху складає

$$W' = 60304 + 310585,55 = 370889,55 \text{ кВт год}$$

Втрати енергії в споживачах цеху і трансформаторах приймають 3% від річної витрати і складають:

$$W_{\text{втр}} = 370889,55 \times 0.03 = 1126,9 \text{ кВт год}$$

Тоді річні витрати електроенергії по цеху на технологічні і допоміжні потреби з урахуванням витрат складають:

$$W_p = 370889,55 + 1126,9 = 382016,45 \text{ кВт год}$$

### 3.8 Потреба у водопостачанні

Витрата води складається з витрачанням на господарсько-питні і виробничі потреби. Господарсько-побутові потреби складають на одного працюючого 25 л/зміна, в тому числі 22 л холодної і 3 л гарячої води. Розхід води на одну душову сітку – 31-76 складає 500/зміну, в тому числі 230 л холодної і 270 л гарячої води.

Розхід води на господарсько-питні потреби:

$$Q = 25 \times P$$

Де  $P=16$  – число працюючих

$$Q = 25 \times 16 = 400 \text{ л}$$

Трата на душ

$$Q_0 = 500 \times K$$

де  $K$  – кількість душових сіток,  $K=16:5=3$  шт.

Приймаємо 1 душову сітку. По нормах одна душова сітка на 5 чоловік

$$Q_0 = 500 \times 3 = 1500 \text{ л}$$

Річний розхід води на господарсько-питні потреби

$$Q_0 = (1500 + 400) \times 253 = 480700 \text{ л}$$

Де 253 – число робочих днів в році.

Річну витрату води на виробничі потреби визначаємо додаванням витрати води окремими споживачами з урахуванням одно змінності їх роботи.

Машина для миття – 1 м<sup>3</sup>/добу.

Ванна для промивки деталей в гарячій воді – 1,05 м<sup>3</sup>.

Ванна для промивки деталей в холодній воді – 1,05 м<sup>3</sup>.

Ванна обезжирення – 0,015 м<sup>3</sup>.

Агрегат обезжирення – 0,3 м<sup>3</sup>.

Камера для фарбування – 0,08 м<sup>3</sup>.

Всього в добу – 3,495 м<sup>3</sup>.

Всього річна витрата води:

$$Q_{\text{рпр}} = (1 + 0,015 + 1,05 + 1,05 + 0,3 + 0,08) \times 253 = 884,2 \text{ м}^3$$

Річний розхід води по цеху складає:

$$Q_{\text{рпр}} = 480700 + 884,2 = 480784 \text{ м}^3.$$

### 3.9 Потреба в теплоенергії

#### 3.9.1 На опалення

Максимальна годинна затрата теплової енергії на опалення визначається формулою:

$$Q_{\text{г}}^{\text{оп}} = \frac{V \times q_0 (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{1000}$$

Де  $V$  – зовнішній об'єм (будівельна кубатура) цеха по ремонту насосів, м<sup>3</sup>

$$V = (18 \times 42 \times 6) + \frac{1}{2} (18 \times 42 \times 1,5) = 4536 + 567 = 5103 \text{ м}^3$$

$q_0 = 0,7$  ккал/год – годинна витрата тепла на  $1 \text{ м}^3$ ;

$t_B = 16^\circ\text{C}$  – середня температура опалення;

$t_H = -21^\circ\text{C}$  – розрахункова зовнішня температура.

$$Q_{\Gamma}^{\text{оп}} = \frac{5103 \times 0,7(16 - (-21))}{1000} = 132,2 \times 10^3 \text{ ккал/год}$$

Річний розхід теплоенергії на опалення визначаємо за формулою:

$$Q = Q_{\Gamma}^{\text{оп}} \times T_{\Gamma} \times \kappa_c,$$

Де  $T_{\Gamma} = 4392$  год – довготривалість роботи опалення в рік

$\kappa_c$  – коефіцієнт попиту.

$$\kappa_c = \frac{0,7E(t_B - t_{\text{cp}}) + (24 - 0,75T)(5 - t_{\text{cp}})}{24(t_B - t_H)},$$

Де  $T = 8,2$  год – довготривалість роботи підприємства в добу, год;

$t_{\text{cp}} = -7^\circ\text{C}$  – середня температура опалювального сезону

$$\kappa_c = \frac{0,7 \times 8,2(16 - (-7)) + (24 - 0,75 \times 8,2)(5 - (-7))}{24(16 - (-7))} = 0,42$$

Тоді

$$Q = 132,2 \times 4392 \times 0,42 = 243861,4 \times 10^3 \text{ ккал}$$

$L = 540$  ккал/кг

Споживання пари на опалення складає:

$$Q = \frac{243861,4 \times 10^3}{540} = 451595,2 \text{ кг} = 451,6 \text{ т}$$

### 3.9.2 На вентиляцію

Максимальний годинний розхід теплоенергії на вентиляцію отримуємо за формулою:

$$Q_{\Gamma}^B = \frac{Vq(t_B - t_H)}{1000}$$

Де  $q = 0,5$  ккал/год – питома годинна витрата тепла на вентиляцію на  $1 \text{ м}^3$  приміщення.

$$Q_{\Gamma}^B = \frac{5103 \times 0,5(16 - (-21))}{1000} = 94,4 \times 10^3 \text{ ккал/год}$$

Річний розхід теплоенергії на вентиляцію визначаємо за формулою:

$$Q_B = Q_{\Gamma}^B \times T_{\Gamma} \times \kappa_c$$

Де  $\kappa_c$  – коефіцієнт попиту на тепло для вентиляції.

$$\kappa_c = \frac{0,75T(t_B - t_H)}{24(t_B - t_H)} = \frac{0,75 \times 8,2(16(-7))}{24(16 - (-21))} = 0,146$$

Річна витрата теплоенергії на вентиляцію становить

$$Q_B = 94,4 \times 0,146 \times 4392 = 60532,3 \times 10^{-3} \text{ ккал/год}$$

При теплоутриманні пари  $L=540$  ккал/кг витрата пари становить:

$$Q_B = \frac{60532,3 \times 10^{-3}}{540} = 112096,85 \text{ кг} = 112,09 \text{ т}$$

### 3.9.3 На побутові потреби

Розрахунок річного розходу теплоенергії на побутові потреби визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{поб}} = \frac{[k \times q \times a(t'_{\Gamma} - t'_x) + n_1 q_1 c(t'_{\Gamma} - t'_x) \times 3600 \times \eta] \times 0,1 \times 1}{1000}$$

Де  $k = 1$  – кількість душових сіток, шт.;

$n_1 = 3$  – кількість кранів з гарячою водою, шт.;

$q_1 = 0,07$  л/к – витрата води на 1 кран;

$t'_r = 37^{\circ}\text{C}$  – температура гарячої води для душа;

$\eta$  – довготривалість користування гарячою водою в умивальниках в період зміни, год;

$a = 1$  – кількість змін;

$D = 253$  – кількість робочих змін у році;

$t'_x = 5^{\circ}\text{C}$  – температура водопровідної води;

$c = 1$  ккал/л град. – питома теплоємність води;

$\kappa_1 = 1,0$  – опалювальна кількість змін, затрачена на виробництво даної продукції до загальної кількості робочих змін в рік.

$q = 270$  л/год – витрата води на 1 душ.

$$Q_{\text{поб}} = \frac{[1 \times 270 \times 1 \times (37 - 5) + 3 \times 0,071 \times 1 \times (37 - 5) \times 3600 \times 2] \times 1 \times 253 \times 1}{1000}$$

$$= 25356,7 \times 10^3$$

Витрата пари на побутові потреби складає:

$$Q_{\text{поб}} = \frac{25356,7 \times 10^3}{540} = 46956,8 \text{ кг} = 46,9 \text{ т}$$

### 3.9.4 На технологічні потреби

Добова витрата пари визначається за формулою:

$$Q_{\text{поб}} = Q_{\Gamma}^{\text{п}} \times \tau \times \kappa_{\text{с}}$$

Де  $Q_{\Gamma}^{\text{п}} = 754,8$  кг/год – годинна витрата пари на технологічні потреби;

$\tau = 6$  год. – кількість годин роботи обладнання в добу;

$\kappa_{\text{с}} = 0,5$  – коефіцієнт попиту на тепло.

$$Q_{\text{доб}} = 754,8 \times 6 \times 0,65 = 2930 \text{ кг}$$

Річний розхід пари на технологічні потреби:

$$Q_T = 2,93 \times 253 = 743 \text{ т}$$

Річна трата пари на потреби цеху по ремонту насосів:

$$Q = Q_o + Q_b + Q_6 + Q_T = 451,6 + 112,09 + 46,9 + 743 = 1353,59 \text{ т}$$

Загально цеховий розхід теплоенергії в системах цеху складають 5% від загальної кількості теплової енергії, витраченої цехом.

$$\Delta Q = 0,05 \times Q$$

Тоді річна потреба пари з урахуванням втрат складатиме:

$$Q = Q + 0,05Q = 1353,59 + 0,05 \times 1353,59 = 1421,3 \text{ т}$$

## **5. ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДТИСКНОЇ ОБОЙМИ НАСОСУ НШ**

#### 4.1 Дослідження технічного стану підтискної обойми в процесі експлуатації

Необхідними умовами продуктивності насоса зубчатого є вінця шестерні з гніздом під вінець підтискної обойми, який завжди забезпечується тим, що в процесі використання опорна поверхня під цапфу у підтискної обойми повинна мати швидкість зношування більшу, ніж швидкість зношення спряження вінця шестерні-гнізда під вінець шестерні.

Порушення даного контакту внаслідок спрацювання контактуючих поверхонь спричиняє до зміни взаємного розміщення деталей, порушення режиму роботи гідроагрегату, додатковими втратами, зниженню коефіцієнта подачі, виходу насоса із ладу.

Вивчення спрацювань рухомих з'єднань, частини яких працюють в умовах тертя ковзання із змазкою, дозволило встановити наступне. В процесі використання у підшипниковій і підтискній обоймі проходить зношення опорних поверхонь і поверхні в місцях радіального ущільнення шестерні з підтискною обоймою.

Підтискна обойма на опорних поверхнях, а також на поверхнях радіального ущільнення має спрацювання, середнє значення якого складає 300мкм.

Наслідком спрацювання опорних поверхонь під цапфи являється деякий поворот підтискної обойми, а також зміна внутрішнього і зовнішнього діаметра підтискної манжети. При цьому внаслідок зростання сил тертя між обоймою і манжетом, шайба манжета вибиває заглиблення на поверхні обойми.

Металічні шайби утворюють вибоїни на зовнішніх і бокових поверхнях підтискної обойми, і вриваючись в неї, перешкоджають їй займати необхідне положення відносно підшипникової обойми. Якщо спрацювання вище, ніж

0,4мм починаються відмови в роботі насоса, через те, що при цьому підтискна обойма не притискується до підшипникової, точніше, друга не розвертається під час притискання відносно першої. Утворюється зазор між зовнішнім діаметром шестерні і поверхнею підтискної обойми, через яку протікає масло.

Наявність таких несприятливих факторів, перевантаження і підвищена температура робочої рідини, призводить до аварійного виходу насоса з ладу. При цьому пошкодження опорних поверхонь обойми може проходити на глибину до 2 мм і більше.

#### **4.2 Огляд існуючих методів відновлення підтискної обойми**

Один із ключових шляхів підвищення надійності гідросистем - удосконалення технології ремонту гідроагрегатів. Застосування раціональної технології ремонту – це надає можливість досягти високої надійності полагджених систем.

Серед різних способів відновлення обойм шестерних насосів набули методи постановки компенсуючих втулок і спосіб наплавлення антифрикційного порошкового матеріалу.

По першому методу, розробленому МІМСХ, посадки в спряженнях відновлюють до початкових параметрів шліфуванням шестерні і торцевих ущільнюючих пластин, розточуванням поверхні підшипників, опорних і ущільнюючих поверхонь радіального ущільнюючого елемента, постановкою на цапфи спеціально виготовлених компенсуючих втулок.

При роботі обойми насоса, відновленої методом постановки компенсуючої втулки, гідравлічне навантаження, діючи на радіальний ущільнюючий елемент, передається на компенсуючи втулку. Вона, в свою чергу, вибирає зазори в підшипниках. Це знижує працездатність відновлених насосів, так як при несприятливому співпаданні зовнішніх факторів втулка працює як стрічкові гальма, що приводить до підвищеного спрацювання або

аварійного виходу його з ладу. Частина втулки, яка деформується в процесі роботи радіальним ущільнюючим елементом, перешкоджає виконанню їм своїх функцій.

Виготовлення втулок потребує спеціального допоміжного обладнання та значних затрат на виробництво з високим класом точності. Для виготовлення втулок використовують латунь або мідно олов'яні бронзи.

Деякі профільовані підприємства використовують метод відновлення обойм наплавленням антифрикційного порошкового матеріалу.

Перед наплавленням (після розбирання і миття) обойми передають на ділянку механічної обробки для розточки опорних поверхонь і поверхонь радіального ущільнюючого елемента з метою виведення окисної плівки і різних органічних і неорганічних відкладень, що утворюються при використанні насоса.

Наплавлення обойми здійснюють наплавляючим вольфрамовим електродом в середовищі інертного газу (аргон), в якості присадочного матеріалу застосовують порошкову електродну стрічку ПЛЖА-2.

Після наплавлення обойми підлягають термообробці, механічній обробці, контролюють і передають на складання.

Мінусом даної технології є висока трудомісткість та низька продуктивність (15-18 комплектів обойм в зміну) і відносно низька якість відновлених деталей, залежних, в основному, від компетентності зварника.

#### **4.3 Метод відновлення обойми, обраний до розробки**

Аналіз описаних вище методів відновлення дає змогу зробити висновки, що найбільш ефективним методом ремонту обойм шестерних насосів є наплавлення антифрикційного порошкового матеріалу.

Ця техніка дозволяє порівняно швидко отримати шар наплавляючого металу значної товщини, потрібного хімічного складу, що володіє високою опірністю зношуванню, зберігаючи при цьому цілісність деталі.

Порошкова електродна стрічка площинна ПЛЖА-2, яку використовують для ручного наплавлення, дозволяє одержати наплавляючий шар, по хімічному складу ТУ-113-1.03-73 і високими механічними властивостями (коефіцієнт тертя 0,11, твердість до 114 НВ). Таким чином, матеріал наплавки в цілому відповідає вимогам, що пред'являються до матеріалу деталі.

Включаючи недоліки при ручному варіанті наплавлення, застосовуємо механічний спосіб наплавлення.

Даний метод дає змогу підвищити продуктивність з 36 до 150 об/хв в зміну, знизити трудомісткість процесу, збільшити кількість відновлених деталей.

#### 4.4 Розробка схем маршрутів відновлення обойми

Виходячи з технічних вимог на капітальний ремонт шестерних насосів типу НШ-К відновленню підлягає 100% ремонтного фонду обойм.

Номенклатура відновлювальних обойм зведена в таблиці 4.1.

**Таблиця 4.1** – Номенклатура відновлювальних обойм насосів типу НШ-К

Найменування деталі	Марка насоса	Позначення деталі
Обойма підтискна	НШ-32-2	НШ-32-2-02 Р1/Р3
	НШ-50-2	НШ-50-2-02 Р1/Р3
	НШ-67	НШ-67-03 Р1/Р3
	НШ-100	НШ-100-2-06 Р1/Р3
Обойма підшипникова	НШ-32-2	НШ-32-2-03 Р1/Р3
	НШ-50-2	НШ-50-2-03 Р1/Р3
	НШ-100	НШ-100-2-05 Р1/Р3

Операція технологічного процесу відновлення обойм методом механізованої імпульсно-дугової наплавки порошковим електродом середовищі інертного газу виконуємо в такій послідовності.

В доставлені з дільниці розбирання обойми подають в машину для миття П1-6х6х6, де з них видаляють забруднення у вигляді механічних домішок, масел і нейтральних смол розчином наступного складу: Лабамід 101 ТУ 38.10378-73-8-10 г/л, нітрат натрію - 3-5 г/л. Температура розчину 70-85°C.

Для виведення слідів зносу опорні поверхні обойми розточують до розміру  $31 \pm 0,15$  мм, а поверхні радіального ущільнюючого елементу - до розміру  $30,04^{+0,15}$  мм, розточувальними різцями на універсально-розточувальному обладнанні.

Підготовлені таким чином деталі надходять на процес наплавлення. Дане обладнання забезпечує механізоване наплавлення зношених поверхонь плавлячим порошковим електродом. Товщина напавленого шару 3-5 мм.

Після наплавлення обойма надходить на дільницю механічної обробки, де проводиться обробка деталі на один із ремонтних розмірів. Спочатку проводять чорнову розточку опорних поверхонь обойми до  $\varnothing 29,9$  мм. Базою для виконання даної операції приймається зовнішня циліндрична поверхня деталі.

Чистову розточку опорних поверхонь проводять на координатно-розточувальному верстаті до одного з ремонтних розмірів. При нормальному ремонті діаметр опорної поверхні складає  $29,7^{+0,030}_{+0,015}$  мм.

Обробку поверхонь (пазів) під платики здійснюють на горизонтально-фрезерувальному верстаті двома прорізними фрезами, закріпленими на оправці під заданий розмір.

Після механічної обробки обойми передають на дільницю миття для видалення продуктів забруднення.

Якість механічної обробки перевіряють після виконання кожної операції за допомогою спеціальних контрольних пристроїв.

Відновлені обойми, які пройшли технічний контроль, передають на дільницю збирання.

#### **4.5 Розробка технологічного процесу відновлення підтискної обойми**

##### **4.5.1 Розрахунок режимів обробки і норм часу**

###### **4.5.1.1 Розточувальна**

Зенкерувати дві опорні поверхні до розміру  $\varnothing 29$  мм. Вертикально-свердильний верстат 6Н135. Вибираємо зенкер суцільний  $\varnothing = 29$  мм з твердого сплаву з числом зубів  $z=4$ .

Геометричні параметри зенкера встановлюємо по довіднику.

Для обробки алюмінієвих сплавів  $\tau = 20$  кгс/мм<sup>2</sup>;  $\gamma = 25^\circ$ ;  $\alpha = 10\%$ ;  $\omega = 20^\circ$ .

Визначаємо режими різання:

- глибина різання

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{29,9 - 29}{2} = 0,45 \text{ мм}$$

- подача

$S = 0,07 \dots 0,08$  мм/об. Налаштовуємо подачу по верстату,  $S = 0,08$  мм/об;

- призначаємо період стійкості зенкера

- Для зенкера  $D=29$  мм період стійкості  $T= 50$  хв.

Допустимий знос  $h, = 1,2 \dots 1,5$  мм ;

- Визначаємо швидкість різання

Для  $D=29$  мм і  $\gamma = 0,045$  мм, 5 до 1 мм/об, табл= 13 м/хв. У відповідності з додатком таблиці враховуємо поправочний коефіцієнт в залежності від групи і механічної характеристики алюмінієвих сплавів  $k_m = 1,3$ .

Подача  $V_n = V_{\text{табл}} \times k_{\text{мб}} = 13 \times 1,3 = 16,9$  м/хв

- Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V_n}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 16,9}{3,14 \times 29} = 185,6 \text{ хв}^{-1}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя до даних верстата

$$n_d = 170 \text{ хв}^{-1}$$

Дійсна швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi D \times n_d}{1000} = \frac{3,14 \times 29 \times 170}{1000} = 15,5 \text{ м/хв}$$

При обробці зенкером з твердого сплаву потужність, затрачена на різання, незначна.

- Основний час

$$T_0 = \frac{L}{n \times S}$$

Де  $L$  – довжина обробленої поверхні, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$n$  – обороти шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$$L = l + y + \Delta; y = l \text{ctg} \varphi^0 = 0,45 \times \text{ctg} 60^0 = 0,45 \times 0,58 = 0,26 \text{ мм};$$

$\Delta 1 \dots 3$  мм. Приймаємо  $\Delta = 2$  мм. Тоді

$$L = 105 + 2 + 0,26 = 107,26 \text{ мм},$$

$$T_0 = \frac{107,26}{170 \times 0,8} = 0,79 \text{ хв}$$

#### 4.5.1.2 Наплавлювальна

Наплавка опорних поверхонь. Установка 0113-0.20.01 «Ремдеталь» випрямляч зварювальний ВДГИ-301.

В залежності від товщини деталі, яку наплавляють, вибираємо переріз порошкового елемента і зварювальний струм.

$$I_{зв} = (100 \dots 120) \text{ А}$$

$$F_{ел} = (1,4 \times 1,5) \text{ мм}^2$$

Швидкість зварювання визначаємо за формулою:

$$V_{зв} = \frac{a_n \times I_{зв}}{\gamma \times F_n \times 100 \times 3600}$$

Де  $V_{зв}$  – швидкість зварювання, м/с;

$I_{зв}$  – зварювальний струм, А

$\gamma$  – питома вага алюмінієвого сплаву,  $\gamma = 2,65 \text{ г/см}^3$ ;

$F_n$  – площа перерізу шва,  $\text{м}^2$ ;

$$F_n = \frac{2}{2} F_{ел} = \frac{2}{2} (4 \times 1,5) = 4 \text{ мм}^2$$

$a_n$  – коефіцієнт наплавки,  $a_n = 15-17 \text{ г/А г}$

$$V_{зв} = \frac{16 \times 110}{2,65 \times 4 \times 10^{-2} \times 100 \times 3600} = 0,046 \text{ м/с}$$

Швидкість подачі електродної проволки

$$V_{ел} = \frac{V_{зв} \times F_n}{F_{ел}}$$

Де  $F_{ел}$  – площа перерізу електроду,  $F_{ел} = 4 \times 1,5 = 6 \text{ мм}^2$

$$V_{ел} = \frac{0,046 \times 4}{6} = 0,03 \text{ м/с}$$

Наплавка поверхні радіального ущільнюючого елемента. Установа 0113.020.01 «Ремдеталь», випрямляч ВДГИ-301.

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{16 \times 170}{2,65 \times 6 \times 10^{-2} \times 100 \times 5600} = 0,047 \text{ м/с}$$

Швидкість подачі електрода:

$$V_{ел} = \frac{0,047 \times 4}{9} = 0,03 \text{ м/с}$$

В якості електродного матеріалу використовуємо порошкову електродну стрічку ПЛЖА-2, яка складається з алюмінієвої оболонки і порошкового наповнювача з коефіцієнтом заповнення 21-23%. Хімічний склад порошкової стрічки ПЛЖА-2 приведено в таблиці 4.2.

**Таблиця 4.2** - Склад порошкової електродної стрічки ПЛЖА-2 для наплавки антифрикційного алюмінієвого сплаву

Вміст компонентів, % мас				
Міді	Олова	Кремнію	$K_2ZnF_6$	Алюмінію
9-10	4,0-5,5	0,2-0,4	0,7-1,0	Інше (оболонка алюмінієва стрічка)

#### 4.5.1.3 Розточувальна

Верстат горизонтально-фрезерний 6Р82Г, оправка 32п-400-01.

Глибина різання  $t = 0,5 \text{ мм}$

Кількість проходів  $i = 2$

Кут в плані  $\varphi = 45^0$

Подачу приймають по таблиці 1 в межах 0,4...0,8 мм/об.

Згідно паспорта верстата  $S = 0,43$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m t^v S^{uv}}$$

Де  $C_v$  – постійний коефіцієнт, залежний від матеріалу, що обробляється;

$T^m$  – стійкість різця, мм;

$t$  – глибина різання, мм;

$m, xv, uv$  – показники степеня.

Стійкість різця приймаємо  $T = 60$  хв.

Коефіцієнт і показники степеня вибираємо по довідниках:

$C_v = 236$ ;  $xv = 0,4$ ;  $m = 0,2$ .

$$V_p = \frac{236}{60^{0,2} \times 0,5^{0,2} \times 0,43^{0,4}} = 185,5 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V_p}{\pi D} = \frac{1000 \times 185,5}{3,14 \times 29,5} = 2003 \text{ хв}^{-1}.$$

По паспорту верстата  $n_g = 2000$  хв<sup>-1</sup>.

Фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D n_g}{1000} = \frac{3,14 \times 29,5 \times 2000}{1000} = 185,2 \text{ хв}^{-1}$$

Визначаємо силу різання:

$$P_z = C_{pz} \times t^{x_{pz}} \times S^{y_{pz}} \times V_\phi^{n_{pz}} \times K_{mz}$$

Де  $C_{pz}$  – коефіцієнт, залежний від матеріалу, що обробляється;

$t$  – глибина різання, мм;

$S$  – подача, мм;

$V_{\phi}$  – фактична швидкість різання, м/хв;

$K_{m3z}$  – поправочний коефіцієнт;

$x_{pz}$ ,  $y_{pz}$ ,  $z_{pz}$  – показники степеня.

Коефіцієнти і показники степеня вибираємо по довіднику:  $C_{pz} = 183$ ;  $x_{pz} = 1,0$ ;  $y_{pz} = 0,85$ ;  $z_{pz} = 0$ ;

$$P_z = 123 \times 0,5^{-1} \times 0,43^{0,85} \times 1 = 18 \text{ кг.}$$

- Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \times V_{cp}}{60 \times 102} = \frac{18 \times 185,2}{60 \times 102} = 0,54 \text{ кВт;}$$

– Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L + y + y_1}{S \times n} \times i$$

Де  $L$  – довжина поверхні, що обробляється, мм;

$y$  – відстань на врізання інструменту, мм;

$y_1$  – відстань на вихід інструментів,  $y_1 = 1 \dots 5$  мм.

$$y = \frac{t}{tg\varphi} + (0,5 \dots 2) = \frac{0,5}{tg45^0} + 2 = 2,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{105 + 5 + 3,5}{2000 \times 0,43} \times 2 = 0,26$$

Допоміжний час приймаємо  $T_{доп} = 0,6$  хв.

Тоді операційний час  $T_{оп} = 0,26 + 0,6 = 0,86$  хв.

#### 4.5.1.4 Фрезерувальна

Вертикально-фрезерний верстат 6Н11, фреза  $\varnothing 130$ , 15р-04-04, ВК8.

Швидкість різання розраховуємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_v \times D^{Dv} \times K_q \times K_M \times K_\varphi}{T^m \times t^{xv} \times S_y^{yv} \times z^{zv} \times \beta^{7v}}$$

Де  $C_v = 57,6$

$$t = 0,15 \text{ мм}; S_z = 0,15 \text{ мм}$$

$$D = 130 \text{ мм}; T = 180 \text{ хв};$$

$$q_v = 0,45; m = 0,33; n_v = 0,1; x_v = 0,30; y_v = 0,4; z_v = 0,1;$$

$$k_{\text{ч}} = 0,5; k_{\varphi} = 1,1; k_{\text{МШ}} = 1.$$

$$z = 8; \beta = 109 \text{ мм}.$$

$$V_p = \frac{57,6 \times 130^{0,45} \times 0,5 \times 1,1 \times 1}{180^{0,33} \times 0,15^{0,4} \times 8^{0,1} \times 109^{0,1}} = 97,6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання:

$$P = C_p t^{x_p} S_z^{y_{pz}} \beta^{z_p} D^{q_p}$$

Де  $C_p$  – постійний коефіцієнт,  $C_p = 48$ ;

$$x_3 = 0,83; y_p = 0,65; z_p = 1,0; q_p = -0,83.$$

$$P = 48 \times 0,15^{0,83} \times 0,15^{0,65} \times 109^1 \times 103^{-0,83} = 5,55 \text{ кг} = 55,5 \text{ Н}$$

Визначаємо ефективну потужність при фрезеруванні:

$$N_e = \frac{P \times V_p}{60 \times 102} = \frac{5,55 \times 97,8}{60 - 102} = 0,1 \text{ кВт}$$

Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{y + y_1 + L}{n \times S_z} = \frac{6,4 + 3 + 109}{0,15 \times 239,5} = 3,3 \text{ хв}$$

$$y = \sqrt{t(D - t)} + (0,5 \dots 3) = \sqrt{0,15(130 - 0,15)} + 2 = 6,4 \text{ мм}$$

$$y = (2 \dots 5) \text{ мм}.$$

$$n = \frac{1000 \times V_p}{\pi D} = \frac{1000 \times 97,8}{3,14 \times 130} = 239,5 \text{ хв}^{-1}$$

Допоміжний час  $T_{\text{доп}} = 0,4 \text{ хв}.$

#### 4.5.1.5 Фрезерувальна

Горизонтально-фрезерний верстат 6Н81, фреза  $\varnothing 180$ , 32рм-85, ВК8, 2 шт.

Швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v \times D^{q_v} \times k_{\text{ч}} \times k_{\text{М}} \times k_{\varphi}}{T^m \times t^{x_v} \times S_y^{y_v} \times z^{n_v} \times \beta^{7_v}} = \frac{57,6 \times 180^{0,45} \times 0,5 \times 1,1 \times 1}{108^{0,33} \times 0,2^{0,3} \times 0,15^{0,4} \times 8^{0,1} \times 30^{0,1}} = 118,2 \text{ м/хв}$$

Всі коефіцієнти і показники степеня такі ж самі, як і в попередніх розрахунках.

Визначаємо силу різання:

$$P = C_p t^{x_p} S_z^{y_{pz}} \beta^{z_p} D^{q_p} = 48 \times 0,2^{0,83} \times 0,15^{0,65} \times 30^{-1} \times 180^{-0,83} = 1,48 \text{ Т} \\ = 14,8 \text{ Н}$$

$t = 0,2 \text{ мм}$ ;  $\beta = 30 \text{ мм}$ ;  $D = 180 \text{ мм}$ . Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{30 + 7,9 + 3}{0,15 \times 209,5} = 1,3 \text{ хв}$$

$$y = \sqrt{t(D - t)} + (0,5 \dots 3) = \sqrt{0,2(180 - 0,2)} + 2 = 7,9 \text{ мм}$$

$$n = \frac{1000 \times V_p}{\pi D} = \frac{1000 \times 118,2}{3,14 \times 100} = 209,1 \text{ хв}^{-1}$$

Допоміжний час  $T_{\text{доп}} = 0,4 \text{ хв}$ .

## 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

### 7.1 Вартість основних виробничих фондів

Вартість існуючих основних фондів беруться по інвентаризаційній оцінці станом на 1.01.2021 року. У відповідності до оцінки вартість будівель споруд становить 657036 гривень. Оренда приміщення складає -6478 грн. Обладнання 100000 грн. Інструменту пристосувань на суму 42322 грн.

Відповідно вартість основних засобів буде дорівнювати:

$$C_o = C_{зд} + C_{об} + C_{прис}$$

$C_{об}$  - вартість обладнання, грн.;

$C_{зд}$  - вартість будівель та споруд, грн.;

$C_{прис}$  - вартість інструменту і пристосувань, грн.

$$C_o = 657036 + 100000 + 42322 = 799358 \text{ грн.}$$

Для спеціалізованого цеху вартість основних фондів при умові оренди буде:

$$C_o = 6478 + 42322 = 148800 \text{ грн}$$

### 7.2 Витрати на ремонт

#### 7.2.1 Цехові витрати на ремонт

Цехова собівартість ремонту шестеренних насосів визначається по формулі:

$$C_{ц} = C_{пр.н} + C_{рм} + C_{оп} + C_{сн}$$

$C_{пр.н}$  - повна заробітна плата робочих, грн.;

$C_{рм}$  - норматив затрати на ремонтні матеріали, грн.;

$C_{оп}$  - вартість загально виробничих накладних розходів, грн.;

$C_{сн}$  - вартість електроенергії, грн.;

Повна заробітна плата робітників:

$$C_{\text{пр.к}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц.страх}}$$

Де  $C_{\text{пр}}$  - основна заробітна плата вир. Робочих;

$C_{\text{доп}}$  – допоміжна заробітна плата, (7-10% від  $C_{\text{пр}}$ );

$C_{\text{соц.страх}}$  – відрахування на соціальні страхування (47,5% ( $C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}}$ ))

$$C_{\text{пр}} = t_{\text{вир}} \times C_{\text{ч}} \times K_{\Gamma}$$

Де  $t_{\text{вир}}$  – трудомісткість на ремонт виробу,  $t_{\text{вир}} = 12,23$  год;

$C_{\text{ч}}$  – часова ставка робочих,  $C_{\text{ч}} = 8,4$  грн;

$K_{\Gamma}$  – коефіцієнт врахувань доплати за верх урочні і інші роботи,  $K_{\Gamma} = 1,025 \dots 1,03$ ;

$$C_{\text{пр}} = 12,23 \times 8,4 \times 1,03 = 105,8 \text{ грн}$$

Допоміжна заробітня плата:

$$C_{\text{доп}} = 10\% \times C_{\text{пр}} = 105,8 \times \frac{10}{100} = 10,6 \text{ грн}$$

Відрахування на соціальне страхування:

$$C_{\text{соц}} = 47,5(105,8 + 10,6) \times 100 = 55,30 \text{ грн}$$

$$C_{\text{пр}} = 105,8 + 10,6 + 55,30 = 171,7 \text{ грн}$$

Вартість загально-виробничих накладних витрат визначаються по формулі:

$$C_{\text{оп}} = R_{\text{оп}} \times C_{\text{пр}}/100$$

Де  $R_{\text{оп}}$  – відсоток загально-виробничих накладних витрат,  $R_{\text{оп}} = 240\%$ ;

$$C_{\text{оп}} = 240 \times \frac{105,8}{100} = 253,9 \text{ грн}$$

$C_{pm}$  – ремонтні матеріали у відповідності до технологій (розточні різці, фрези, шліфувальні круги) і вони складають 51,2 грн;

$C_{ел.ен.}$  – витрати на електроенергію визначаємо з потужності верстатів, які працюють на дільниці. В середньому при затратах часу на відновлення 6,68 год. Загальна потужність складає 3,4 кВт, тоді:

$$Q_{ел} = t \times q = 3,1 \times 3,4 = 10,540 \text{ кВт}$$

Тоді

$$C_{ел.ен.} = C_{цел.ен.} \times Q_{ел.ен.} = 2,64 \times 10,540 = 27,83 \text{ грн}$$

Визначаємо цехову собівартість ремонту одного виробу:

$$C_{ц} = 171,7 + 51,2 + 27,83 + 253,9 = 504,63 \text{ грн}$$

### 7.2.2 визначаємо витрати на ремонт одного виробу:

$$C_{п} = C_{ц} + C_{ох} + C_{вп}$$

Де  $C_{ох}$ ,  $C_{вп}$  – розходи і невиробничі накладні затрати;

$$C_{зр} = C_{пр} \times \frac{R_{ох}}{100}$$

$$C_{вп} = (C_{ц} + C_{ох}) \times \frac{R_{вп}}{100}$$

Де  $R_{вп}$ ,  $R_{нп}$  – відповідно відсоток від загально виробничих і невиробничих затрат,  $R_{вп} = 12,5\%$ ;  $R_{нп} = 0,8\%$ .

$$C_{зр} = 105,8 \times \frac{12,5}{100} = 13,2$$

$$C_{нп} = (105,8 + 10,6) \times \frac{0,8}{100} = 0,8$$

Повна ціна ремонту виробу:

$$C_{п} = 504,63 + 13,2 + 0,8 = 518,63 \text{ грн.}$$

### 7.3 Очікувані техніко-економічні показники

#### 7.3.1 Валова продукція

$$B_{\Pi} = N \times C_{\text{оц}}$$

Де  $N$  – виробнича програма,  $N = 2000$  шт.

$C_{\text{оц}}$  – відпускна ціна,  $C_{\text{оц}} = 600$  грн

$$B_{\Pi} = 2000 \times 600 = 1200000$$

#### 7.3.2 Прогнозований прибуток

$$\Pi = (C_{\text{ц}} - C_{\text{п}}) \times N$$

Де  $C_{\text{ц}}$  – собівартість.

$$\Pi = (600 - 518) \times 2000 = 164000 \text{ грн}$$

#### 7.3.3 Рівень рентабельності

$$P_{\Pi} = 100 \times \frac{C_{\text{ц}} - C_{\text{п}}}{C_{\text{п}}}$$

$$P_{\Pi} = 100 \times \frac{600 - 518}{518} = 15,8\%$$

#### 7.3.4 Затрати на 1 грн товарної продукції

$$C_{\text{т}} = N \times \frac{C_{\text{п}}}{B_{\Pi}}$$

$$C_{\text{т}} = 518 \times \frac{2000}{1200000} = 0,87 \text{ грн}$$

#### 7.3.5 Час окупності цеху:

$$O_{\text{м}} = \frac{C_{\text{о}}}{\Pi}$$

$$O_{\text{м}} = \frac{148800}{164000} = 1 \text{ рік}$$

Таблиця 7.1 – Техніко-економічні показники роботи

Назва показників	Значення показників
Вартість основних робочих фондів, грн.	148800
Відпускна ціна, грн	600
Виробнича площа, м <sup>2</sup>	756
Кількість виробничих працівників	16
Собівартість 1 ремонту, грн	518
Річна програма ремонту насосів	200
Рентабельність майстерні, %	15,8
Плановий прибуток, грн	164000
Валова продукція, грн	1200000
Термін окупності, роки	1

## ВИСНОВКИ

Шестеренний насос типу НШ-У знайшов широке застосування у навісних гідравлічних системах сільськогосподарської та будівельної техніки. Рішення питання якісного та недорогого ремонту цих насосів є важливим для агропромислового комплексу нашої країни. Однією з основних вимог до насосів є їхня надійність. Термін служби насосів типу НШ-У в середньому 1,5-2 роки. В процесі експлуатації вони піддаються впливу багатьох факторів, що призводять до зношення спряжених деталей і, як результат, до виходу насоса з ладу взагалі.

У проєкті описано сучасний стан технічного сервісу в агропромисловому комплексі України, характеристики насосів та способи їх відновлення. Проведено розрахунки виробничих параметрів ділянки з ремонту шестеренних насосів. Розроблено технологічний процес відновлення підшипникової обойми НШ. Проєкт економічно обґрунтований:

- собівартість ремонту одного насоса склала - 518,63 грн;
- рівень рентабельності % - 15,8;
- плановий прибуток, грн. – 164000;
- термін окупності, рік – 1;

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сідашенко О.І., Науменко О.А. та інш. Ремонт машин. - К.: Урожай, 1994.-400 с.
2. Чорновіл М.І., Златопольський Ф.І., Лопата Л.А. Сучасні матеріали для відновлення та зміцнення деталей машин. Кіровоград, 1994. - 84 с.
3. Когут М.С./ Основи взаємозамінності, стандартизації, сертифікації, акредитації та технічні вимірювання. // Когут М.С., Лебідь Н.М., Білоус О.В., Кравець І.Е. - Львів: Світ, 2010.- 528 с. прочність деталей машин. М.:
4. Єдиний тарифно-кваліфікаційний довідник робіт і професій робітників. - М.: Машинобудування, 1986 р.
5. Іванов В.Б. Довідник по нормуванню праці на автомобільному транспорті. - Київ: Техніка, 1991 р.
6. Малдик Н.В., Зелкин А.С. Відновлення деталей машин: Довідник. - М.: Машинобудування, 1989 420 с.
7. Довідник технолога авторемонтного виробництва. /Под редакцією Г.А. Малишева. - М.: Транспорт, 1977 р.
8. Довідник технолога-машинобудівника. Т. 1/Під редакцією А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова.- М.: Машинобудування, 1972 р.
9. Довідник технолога-машинобудівника. Т. 2/Під редакцією А.Н. Малого. - М.: Машинобудування, 1972 р.
10. Аулін В.В., Лізунов С.М., Бобрицький В.М. Залежність інтенсивності зношування деталей від технологічних факторів лазерної обробки. Вісник ХДТУСГ. Випуск 15 "Підвищення надійності відновлюємих деталей машин". Харків 2003 с. 101-105.

11. Методичні вказівки для підготовки документації на дипломне проектування для студентів денної і заочної форми навчання Інституту механізації і електрифікації сільського господарства напряму підготовки 6.100102, Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва", освітньо-кваліфікаційних рівнів: „бакалавр", „спеціаліст", „магістр" / А.В. Рудь, І.М. Бендера, В.І. Дуганець, Ю.Л. Панцир, І.О. Мошенко, О.В. Думанський; за ред. А.В. Рудя - Кам'янець-Подільський, ПДАТУ, 2013.- 120 с.