

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

01.12– МР. 464 “С” 2023.28.03.021 ПЗ

КОРОЛЬ РОМАН ВАСИЛЬВИЧ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну
НУБІП України
УДК 62-253:621.6.052

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
надійності техніки
А.В.Новицький
“ ” _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
Дослідження технічного стану та розробка
технічного процесу відновлення
шестерених насосів

Спеціальність: 133 галузеве машинобудування

Магістерська програма: машини та обладнання сільсько-
гоподарського виробництва

Програма підготовки: освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доц.

Ружило З.В.

Виконав:

Король Р.В.

Київ-2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності
техніки к.т.н. доц.
Новицький А.В.

“27” жовтня 2022 року

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Королю Роману Васильовичу

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма машин та обладнання

сільськогосподарського виробництва

Тема роботи: «Дослідження технічного стану та розробка технічного процесу відновлення шестеренних насосів», затверджена наказом по вузу від 28.03.2023 р. № 464 «с»

Термін подачі завершеної роботи на кафедру: 10.11.23

1. Вихідні матеріали до виконання роботи:

- 1.1. Технологічний процес ремонту шестеренних насосів.
- 1.2. Завдання на проектування.
- 1.3. Результати науково-дослідних робіт по вивченню дефектів шестеренних насосів за літературними джерелами.

2. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що розробляються)

ВСТУП

1. Результати експериментальних досліджень по створенню антифрикційної полімерної композиції на основі фторопласту і дослідження їх фізико-механічні властивості.

2. Розробка технології і вибір технологічного обладнання.

3. Проектування спеціалізованого цеху по ремонту гідронасосів

4. Техніко-економічно оцінка розробленої технології.

1. Аналіз полімерних композиційних матеріалів для відновлення та виготовлення деталей СГ техніки.

2. Аналіз виробництва шестеренних насосів в Україні, їх технічна характеристика і способи відновлення

3. Розрахунок виробничих параметрів дільниці по ремонту шестеренних насосів

4. Технологія відновлення підшипникової обойми насоса НШ

5. Розробка складу композицій і технології виготовлення підшипників

5. Охорона праці та екологія

6. План фінансово-господарської діяльності

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

3. Перелік ілюстративного матеріалу

Презентаційний матеріал

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівник магістерської роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

Зміст.....	5
ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ С.Г. ТЕХНІКИ.....	10
1.1 Способи нанесення полімерних покриттів.....	10
1.2 Покриття на основі поліамідів.....	10
1.3 Композити на основі фторопласту.....	12
1.4 Композиції ПТФЕ зі скляними наповнювачами.....	12
1.5 Композиції ПТФЕ з вуглецевими наповнювачами.....	14
1.6 Композиція ПТФЕ зі сльодою.....	15
2. Аналіз виробництва шестеренних насосів в Україні, їх технічна характеристика і способи відновлення.....	17
2.1 Виробництво і збут.....	17
2.2 Характеристики насосів і способи відновлення. Шестеренні насоси і їх застосування.....	19
2.2.1. Насоси шестеренні групи Г та Д.....	19
2.2.2. Насоси шестеренні групи М.....	19
2.2.3. Насоси шестеренні групи А.....	19
2.2.4. Насоси шестеренні групи У та УФ.....	20
2.2.5. Насоси шестеренні секційні.....	20
2.2.6. Насос шестеренний НШ6ФБ.....	20
2.2.7. Гідромотори аксіально-поршневі.....	21
2.2.8. Гідронасоси аксіально-поршневі регулюємі.....	21
2.2.9. Насоси аксіально-поршневі регулюємі з автоматичною системою управління подачею та тиском НАПОР.....	22
2.3 Аналіз існуючих способів відновлення втулок шестеренних насосів.....	24
2.3.1. Недоліки шестеренного насоса.....	24
2.3.2. Відновлення опорної втулки шестеренного насоса.....	25
3. Розрахунок виробничих параметрів ділянки по ремонту	

шестеренних насосів.....	28
3.1 Склад цеху по ремонту шестеренних насосів НШ-К.....	28
3.2 Режим роботи і фонд часу.....	28
3.3 Розрахунок такту виробництва.....	30
3.4 Трудомісткість ремонтних робіт, розрахунок кількості працюючих і компоновка робочих місць.....	30
3.5 Розрахунок обладнання.....	31
3.6 Розрахунок виробничих площ.....	35
4. Технологія відновлення підшипникової обойми насоса НШ.....	36
4.1 Дослідження технічного стану підтискової обойми в процесі експлуатації.....	36
4.2 Огляд існуючих методів підтискової обойми.....	37
4.3 Спосіб відновлення обойми, прийнятий до розробки.....	38
4.4 Розробка схем маршрутів відновлення обойми.....	39
4.5 Розробка технологічного процесу.....	40
5. Розробка складу композицій і технології виготовлення підшипників.....	43
5.1 Застосування полімерних матеріалів.....	43
5.2 Трибологічні властивості фторопластової композиції.....	46
5.3 Дослідження впливу технологічних факторів пресування на формування композиції.....	48
5.4 Вплив параметрів пресування на усадку і щільність покриття.....	51
5.5 Застосування стрічкового метало фторопласту підшипників сухого тертя.....	54
5.6 Організація досвідно виробничої дільниці по виготовленню деталей.....	56
5.7 Режим роботи дільниці і фонду часу.....	56
5.8 Підбір обладнання, яке застосовується при виробництві.....	59
6. Охорона праці та екологія.....	60
6.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	60

6.2	Аналіз стану техніки безпеки і промислової санітарії.....	61
6.3	Аналіз стану пожежної безпеки.....	62
6.4	Міроприємства по покращенню охорони праці на підприємстві.....	63
6.5	Джерела забруднення навколишнього середовища і шляхи їх усунення на підприємстві	63
7.	План фінансово-господарської діяльності.....	64
7.1	Вартість основних виробничих фондів.....	64
7.2	Собівартість ремонту.....	64
7.3	Очікувані техніко-економічні показники.....	66
7.4	Собівартість послуг по ремонту, виручка від реалізації та фінансовий результат діяльності підприємства.....	68
7.5	Визначення порогу беззбитковості виробництва.....	70
	Загальні висновки.....	72
	Використана література.....	73

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Гідропривід є одним з найперспективніших способів передачі енергії від двигуна до споживача. Застосування гідроприводу значно підвищує ефективність роботи тракторів і сільськогосподарської техніки, знижуючи при цьому витрати і металомісткість, пов'язані з механізацією і автоматизацією робіт, а отже, і вироблену сільськогосподарську продукцію.

Гідравлічний насос є невід'ємною частиною будь-якої гідравлічної системи.

Вимоги до насосів в гідравлічних системах полягають в забезпеченні заданого робочого тиску і заданої об'ємної подачі насоса при максимально можливій об'ємній подачі і механічному ККД, а також в гарантуванні надійності. Шестеренні насоси задовольняють цим вимогам в найбільшій мірі, оскільки мають стійкі переваги перед іншими типами насосів. Зокрема, вони мають низьке енергоспоживання, просту конструкцію і не потребують регулювання під час роботи.

Шестеренний насос НШ-У широко використовується в навісних гідравлічних системах сільськогосподарської та будівельної техніки. Для агропромислового комплексу нашої країни важливо знайти рішення проблеми дешевого ремонту цих насосів з високою якістю. Однією з багатьох вимог до насосів є надійність. Термін служби насосів НШ-У в середньому становить від 1,5 до 2 років. В процесі експлуатації вони піддаються впливу великої кількості факторів, які призводять до зносу контактних частин і виходу з ладу насоса в цілому.

Опорні втулки - це деталі НШ-У, які використовуються в умовах високого зносу, що обмежує їх продуктивність.

Вони виготовлені з алюмінієвого сплаву АМО 7-3 ОСТ 234.68.74.

Практично всі поверхні опорних втулок піддаються інтенсивному зносу. Знос від абразивного зносу і водної ерозії на опорних втулках призводить до збільшення зазору і, як наслідок, до збільшення внутрішніх втрат робочої рідини. Аналіз випробувань насосів показує, що менший знос опорних втулок призводить до значного зниження об'ємної подачі (VFR) шестеренного насоса.

Існує декілька способів відновлення втулок шестеренного насоса НШ: відливання опорних втулок зі зношених втулок, відновлення опорних втулок насоса бабітом, відновлення втулок полікапапамідним покриттям, відновлення втулок термодифузійною металізацією, відновлення втулок товстошаровим анодуванням, відновлення втулок гальванічним покриттям.

Пропонується відновити опорні втулки гідронасоса шляхом встановлення їх в основу.

Мета роботи. Розробити ефективну технологію відновлення зношених деталей шестеренних насосів з використанням полімерних антифрикційних матеріалів з покращеними фізико-механічними властивостями.

На захист виносяться наступні основні положення.

- 1) Результати експериментальних досліджень антифрикційних полімерних сумішей на основі фторопластів та дослідження їх фізико-механічних властивостей.
- 2) Розробка технології та вибір технологічного обладнання.
- 3) Проектування спеціалізованого цеху для ремонту гідронасосів.
- 4) Техніко-економічна оцінка розробленої технології.

1 Аналіз полімерних композиційних матеріалів для відновлення та виготовлення деталей сільськогосподарської техніки

1.1 Методи нанесення полімерних покриттів

Умови роботи сільськогосподарської техніки характеризуються високою вологістю, забрудненням, постійною експлуатацією на відкритому повітрі та обслуговуванням в умовах бездоріжжя. Це створює важкі умови роботи деталей тертя і викликає їх інтенсивне зношування, що призводить до додаткових динамічних навантажень, великих втрат паливно-мастильних матеріалів і загального скорочення терміну служби агрегату або машини.

Тому актуальним є підвищення зносостійкості і довговічності деталей сільськогосподарської техніки та розробка високоефективних технологічних процесів їх відновлення. Одним з перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є використання полімерних композиційних матеріалів.

Визначено основні напрямки розвитку технологічних процесів відновлення та виготовлення деталей машин з використанням полімерних композиційних матеріалів:

- заміна традиційних матеріалів (металів, сплавів) на полімерні композити;
- відновлення металевих деталей та їх з'єднання полімерними покриттями
- відновлення пластмасових деталей та їх з'єднання полімерними покриттями.

Основними методами обробки поверхні є електростатичне напилення, лиття під тиском, пресування та ротаційне формування. Полімерні композиції виготовляються з термопластичних і термореактивних смол.

Технологічні процеси відновлення деталей включають підготовку поверхні деталі, приготування полімерної композиції, нанесення покриття, термообробку та контроль якості.

1.1 Покриття на основі поліамідів

Для відновлення деталей сільськогосподарської техніки використовують покриття на основі поліамідних смол, таких як полікапролід ПКА, нейлон Б, поліаміди П-68, АК-7, П-12Л, АТМ-2, ароматичний поліамід (фенілен),

ФН-50 та інші [1].

Додаванням різних наповнювачів, стабілізаторів, пластифікаторів та обробкою деталей і полімеру ультразвуком можна покращити антифрикційні та адгезійні властивості покриття.

При підвищенні вимогах до механічної міцності, жорсткості, зносостійкості і максимальної стійкості до високих температур застосовують склонаповнений поліамід з вмістом скловолокна до 30.....45%.

За даними Б.Д. Воронкова [2], деталі зі склонаповнених поліамідів П-6ВС, П-6ВСУ з вмістом скловолокна до 30% застосовують у вузлах тертя, що працюють в умовах високих навантажень.

Крім переваг, поліамідні підшипники і вкладиші мають ряд недоліків, серед яких низька теплопровідність, неможливість роботи при високих температурах і навантаженнях, висока усадка. За нормальних атмосферних умов поліамідні підшипники містять до 3,5% води, що призводить до зміни розмірів. На кожен відсоток поглинутої води лінійні розміри змінюються на 0,15...0,27%. Це основний недолік поліамідів, оскільки розміри підшипників повинні бути стабільними під час експлуатації. Крім того, початково висока

адгезійна міцність термопластичних матеріалів значно знижується зі старінням. Еластичність зменшується, жорсткість покриття зростає, а механічна міцність знижується.

Композиції на основі фторопласту мають вищу стійкість до стирання.

Використання чистих фторопластів як антифрикційних матеріалів недоцільне через їх недостатню абразивну стійкість, холодну текучість, низьку теплопровідність і високий коефіцієнт лінійного розширення.

НУБІП України

НУБІП України

1.3 Фторопластові сполуки

Фторопласт широко використовується в підшипниках ковзання і поршневих насосах: Ф4К20, ФН-202, ФКН-7(14), АФГМ-5(10), Ф40М30, Ф40С15М1,5, Ф40Б20, ФКМ-80ВС, КБ-графіт, 7В-2А, Флубон-10 (15, 20) та інші.

НУБІП України

Фторопластові композиції можна ефективно використовувати при подачі мастила в зону тертя. Наприклад, коефіцієнт тертя без змащення по сталі Х18Н9Т при швидкості ковзання 1 м/с для композицій типу Ф40М30, Ф40 становить 0,6...0,66, тоді як при змащенні водою він знижується до 0,036...0,06 [5].

НУБІП України

За останні 10 років асортимент марок композиційних матеріалів на основі ПТФЕ значно розширився, з'явилися нові композиції з неорганічними та полімерними наповнювачами, а також сумішшю наповнювачів. Розроблено і освоєно виробництво різних конструкційних полімерів з ПТФЕ в якості наповнювача.

НУБІП України

Найбільш численною групою є композиційні матеріали на основі ПТФЕ, отримані методом суспензійної поляризації (серія Polyflon MG фірми Duikin Koge, серія Hostafion TF 4000 фірми Hoechst та багато інших). Суспендований ПТФЕ переробляється за допомогою спеціальних методів, подібних до тих, що застосовуються в порошковій металургії [5]. Компанія Hoechst розробила композитний матеріал на основі ПТФЕ.

НУБІП України

1.4 Композити з ПТФЕ зі скляними наповнювачами

Випускаються (вміст наповнювача від 5 до 40%) під різними марками компаніями США, Західної Європи та Японії. Форма наповнювача (волокно, дисперсні частинки) не завжди вказується виробниками. Найчастіше для

НУБІП України

зміцнення ПТФЕ використовують скловолокно (СФ) з довжиною волокон 10-15 мікрметрів, але також застосовують скляний порошок і метали. Du Pont використовує мелене скловолокно (тип E) діаметром 15 мкм і довжиною 800 мкм [5], Hoechst використовує скловолокно діаметром 10 мкм і довжиною 50-100 мкм [5]. Mektron Circuit Systems (Великобританія), дочірня компанія американської компанії Rogers, виробляє ряд композитів з ПТФЕ, наповнених мікроволоконном. З точки зору стабільності розмірів, термостійкості та тріщиностійкості вони втричі кращі, ніж композити з ПТФЕ, наповнені скляним порошком [5]. Однією з причин широкого розповсюдження композитів, наповнених скловолоконном, є низька ціна скловолокна (1,5-2,5 USD/кг), в той час як УН коштує 60 USD/кг, арамід - 30 USD/кг, а кераміка - 540 USD/кг [5]. ПТФЕ коштує 9 USD/кг, а з 1 грудня 2018 року ціни на ПТФЕ в Європі зросли на 5-15% [5].

На основі ПТФЕ, скляних наповнювачів і третього компонента в кількості 2-12,5% виробляють різноманітні трикомпонентні композиційні матеріали. В якості таких наповнювачів використовують графіт, MoS₂ та полімерні наповнювачі. У табл. 1 наведено залежність властивостей композицій ЛНП ПТФЕ, що містять СВ (торгова назва композиції - Fluorocomp), від кількості та типу наповнювачів.

Ненаповнений ПТФЕ має дуже низький коефіцієнт тертя і високу зношуваність. Додавання наповнювачів мало впливає на коефіцієнт тертя. Коефіцієнт зносу залежить від багатьох параметрів: вмісту і природи наповнювача, технології компаундування, умов експлуатації композитного виробу, а також типу і шорсткості контактної поверхні матеріалу. Коли ПТФЕ ковзає по поверхні контакту, легко утворюється полімерна плівка перенесення. Полімер має дуже низький коефіцієнт тертя. Звичайно, ця плівка слабо пов'язана з поверхнею тертя, і це, очевидно, пояснює високий коефіцієнт тертя

Введення СВ, як і інших наповнювачів, знижує міцність при розтяганні і подовженні ПТФЕ. Твердість і теплопровідність зростають зі збільшенням вмісту СВ. Помітно підвищує теплопровідність композита введення 5-10% графіту. Деформація під навантаженням зменшується зі збільшенням вмісту

НУБІП УКРАЇНИ

1.5 Композиції ПТФЕ з вуглецевими наповнювачами

Композиції ПТФЕ зі скляними наповнювачами є кращими з точки зору вибору марки (див. таблицю 1.2). Вуглецеві наповнювачі включають графіт, кокс, сажу і вуглецеве волокно. З літератури не завжди зрозуміло, який вуглецевий наповнювач використовується в кожному конкретному випадку. Du Pont використовує вуглецевий наповнювач з розміром частинок менше 75 мікрон і щільністю 1800 кг/м³ на основі нафтового коксу і графітового коксу для наповнення ПТФЕ [6]. ISI використовує вуглецевий наповнювач з розміром частинок менше 60 мкм [6].

Висока щорсткість поверхні частинок коксу забезпечує хорошу адгезію між наповнювачем і полімером, що дає відносно хороші затискні та міцнісні властивості. Графіт використовується як змащувальна добавка. Du Pont використовує графіт неправильної форми з розміром частинок менше 75 мкм і щільністю 2260 кг/м³ для наповнення ПТФЕ [6]. Hoechst використовує графіт з розміром частинок менше 60 мкм [6].

Сажа в композиціях використовується для зняття статичної електрики з деталей, що використовуються в умовах, де існує ризик вибуху через іскріння, а також для екранування проводів і кабелів.

Останніми роками НС широко використовується як наповнювач у ПТФЕ завдяки своїй високій міцності та термостійкості, низькому коефіцієнту тертя, хімічній інертності, тепло- та електропровідності. Найбільшими виробниками ГК є японські компанії Tore і Toho Rayon та американська компанія Hetsules [6]. ГК може бути виготовлена з поліакрилонітрилу, віскозного волокна, нафтової морилки та інших матеріалів. В Японії виробляють ПТФЕ, армований наповнювачем на основі В і нафтової морилки, аналогічний наповнювач використовується компанією LNP.

Композиції ПТФЕ з вуглецевим наповнювачем відрізняються від композицій ПТФЕ зі скляним наповнювачем тим, що мають нижчий електричний опір (ρ_s 107 Ом. ρ_v 105 Ом*см) і вищу теплопровідність (табл. 2). Зі збільшенням вмісту

наповнювача електричний опір зменшується, а теплопровідність збільшується. Підвищення теплопровідності фторопластових композицій з вуглецевим наповнювачем дає можливість використовувати вироби з них при високих швидкостях і навантаженнях, оскільки тепло, що виділяється на поверхні при інтенсивному терті, відводиться і не викликає руйнування полімерної матриці.

Низький електричний опір композицій ПТФЕ з вуглецевими наповнювачами, особливо з сажею і графітом, дозволив використовувати їх для виробництва струмопровідних плівок. Наприклад, компанія Norton Rampus (Німеччина)

постачає струмопровідні плівки дискового різання товщиною 0,08-4 мм і максимальною шириною 1200 мм (в т.ч. протравлені з одного боку) для використання в електротехніці в якості обмотувального матеріалу [7].

Фірма Freudenberg-Simrit (Німеччина) розробила антистатичний ПТФЕ шляхом додавання струмопровідного пігменту в кількості менше 1% для виробництва

металевих облицювальних деталей і формованих виробів, що використовуються на вибухонебезпечних об'єктах [7]. Властивості композицій ПТФЕ, відновлених коксом і графітом, сильно відрізняються через різну зносостійкість цих наповнювачів.

1.6 Композиції ПТФЕ зі слюдою

Вироби з них виготовляє фірма "Поліпенко" [6]. Торгова назва - "Фторосинт". Додавання слюди підвищує твердість полімеру, зносостійкість і зменшує деформацію під навантаженням.

Композиції ПТФЕ з високим вмістом слюди характеризуються хорошими антифрикційними властивостями при використанні у водних середовищах. З фторопласту виготовляють клапани для дозуючих пристроїв, підшипники насосів для перекачування води, спирту, сирої нафти і різних хімічно агресивних середовищ, ущільнення і поршневі кільця. Вироби з цієї композиції використовують у машинобудуванні, авіації та космонавтиці [6].

При відновленні деталей сільськогосподарської техніки покриття з композицій на основі фторопластів практично не використовуються через низьку адгезію до металевої основи, підвищений знос в абразивних середовищах, низьку механічну міцність, високу усадку (до 4,7%) і високу вартість.

Вуглеграфітові та вуглепластикові антифрикційні матеріали застосовуються в різних фрикційних пристроях: АМС-1, АМС-3, АФ-3Т, графітопластик ДЕЗ, АГ-1500-С0,5, антифрикційний (АТМ), АТМ-ІГ, ДФГ-2 та інші на основі епоксидних кремнійорганічних, фінолформальдегідних і фуранових смол.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2. Аналіз виробництва шестеренних насосів в Україні, їх технічна характеристика і способи відновлення

2.1 Виробництво і збут

Кіровоградське ВАТ "Гідросила" - провідне в Україні та країнах СНД 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 2.2 - Обсяг реалізації насосів шестеренних на ринках збуту, тис. грн.

Ринок збуту	Роки					
	2016		2017		2018	
	Сума	Питома вага, %	сума	Питома вага, %	сума	Питома вага, %
Україна	5054,1	30,0	7302,2	33,0	13000	32,0
схід	1516,2	9,0	2057,9	9,3	3900	9,7
південь	1010,8	5,8	1305,5	5,9	2600	6,4
центр	1264,5	7,5	1748,1	7,9	3250	8,1
захід	1263,6	7,7	1703,9	7,9	3250	7,8
Словачинна	8423,5	50,5	11506,6	52,0	22000	55,0
СНД та інші Країни	1369,4	20,0	3319,2	15,0	5321,7	13,0
Усього:	16847	100,0	22128	100,0	40321,7	100,0

Простежимо в динаміці загальні обсяги реалізації за 2019-2022 рр. (див. рис. 2.1)



Рис. 2.1 Динаміка обсягів реалізації насосів шестеренних ВАТ «ВЗТА» за 2019-2022 рр.

НУВІП УКРАЇНИ

Як бачимо, ВАТ «ВЗТА» має перспективи розширення каналів збуту і як наслідок — збільшення обсягів реалізації. За допомогою рисунку 2.2 визначимо 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 2019-2022 рр.

НУВІП УКРАЇНИ

Як бачимо, найпріоритетнішим є розширення каналів збуту в Словаччина.



адже в структурі обсягів реалізації, їй належить більше ніж 50% ринку.

Згідно зі статистикою компанії за 2018 рік, Словаччина є найбільшим споживачем основної продукції VZTA. Економічний підйом у промисловості та сільському господарстві, а також гарний врожай у 2018 році та гарний врожай у 2018 році призвели до збільшення попиту (майже вдвічі порівняно з попереднім роком).

У Словаччині розташовані потужні компанії, які потребують агрегатів VZTA для доповнення своєї продукції: тракторів, машин, дорожніх транспортних засобів та іншої спеціалізованої техніки. Словацький ринок є найбільш перспективним і задовольняє попит словацьких сільськогосподарських компаній, які потребують великої кількості насосів і гідроциліндрів для ремонту своєї техніки.

Аналіз прогнозів продажів і ємності українського ринку показує, що більша частина шестеренних насосів, вироблених ВЗТА, буде експортуватися, оскільки

оціночний обсяг продажів ВЗТА перевищує ємність внутрішнього ринку.

Очікується, що компанія збільшить продажі своєї продукції в Словаччині, Польщі, Угорщині, Пакистані, Росії та Китаї.

НУБІП України

НУБІП України

2.2 Характеристики насосів та методи їх капітального ремонту

2.2.1 Шестеренні насоси груп "D" і "G"

Робочий об'єм -4...20 кубічних сантиметрів

Максимальний тиск нагнітання -16...20 МПа

Максимальна частота обертання - 2000...4200 об/хв.

НУБІП України

Малі насоси спеціально розроблені за європейським дизайном, з суцільним корпусом і двома кришками для роботи в гідросистемах з тиском до 210 кгс/кв.см. Використання метало-фторопластових підшипників і алюмінієвих профілів дозволяє використовувати насоси в гідравлічних системах як традиційних машин, так і машин з важкими умовами експлуатації, гарантуючи надійність і довговічність.

НУБІП України

Насоси виготовляються відповідно до монтажних розмірів стандартів SAE і DIN.

НУБІП України

2.2.2 Шестеренні насоси групи "M"

Робочий об'єм -20...63 куб. см

Максимальний тиск нагнітання -20...16 МПа

Шестеренні насоси групи "M" - це насоси європейського рівня для гідравлічних систем з робочим тиском до 250 кгс/см². Вони сконструйовані з використанням найсучасніших світових концепцій насосів, металофторопластових вкладишів і

НУБІП України

тонких латунних компенсаторів.

2.2.3 Шестеренні насоси групи А

Робочий об'єм - 32...250 кубічних сантиметрів

Максимальний тиск нагнітання - від 21 до 25 МПа

Насоси спеціально розроблені для роботи в гідравлічних системах з тиском до 210 кгс/см², в умовах недостатньої фільтрації і низької якості робочої рідини. Застосування металофторопластових вкладишів збільшило термін служби підшипників і виключило можливість заклинювання. Потрібна

компенсація: знос робочих поверхонь стабілізує подачу насоса і значно

збільшує термін служби насоса в порівнянні з традиційними конструкціями.

Насос NSH250 4 - найпотужніший насос в серії NSH, який використовується в тракторах і важкій техніці Чебоксарського заводу промислових тракторів.

Завдяки своїй перевірній конструкції він зарекомендував себе як один з

найнадійніших компонентів у суворих умовах гірничо-збагачувальних

комбінатів, шахт і дорожнього будівництва.

2.2.4 Шестеренні насоси в групах U і UV

Робочий об'єм - 32...50 кубічних сантиметрів

Максимальний тиск нагнітання - 14...16 МПа

Максимальна швидкість обертання 3000 об/хв

Традиційні насоси, які виробляються вже більше 40 років, добре зарекомендували себе на ринку машин, що використовують гідравлічні системи

з тиском від 175 кгс/см² до 210 кгс/см². Налагоджена технологія виробництва і

використання високоякісних матеріалів з високою зносостійкістю дозволили

продовжити термін служби цих насосів, підвищити надійність і гарантувати

обслуговування і довговічність.

2.2.5 Секційні шестеренні насоси

Всі варіанти секціонування доступні за запитом. Параметри, розміри валів і

фланцеві з'єднання одинарних і секційних насосів ідентичні. Частота обертання

приводного вала секційних насосів визначається секцією з найнижчої

частотою обертання. Максимальний тиск для кожної секції необхідно узгодити

з виробником. Насоси з однієї або різних груп можна об'єднувати в тандеми.

2.2.6 Шестеренний насос NS6FB

Робочий об'єм – 6,3 куб.см

Номинальна подача - 9,0 л/хв.

Номинальна швидкість обертання - 1500 с-1

Номинальний тиск спрацьовування запобіжного клапана - 10...11 МПа Агрегат складається з шестеренного насоса продуктивністю 6,3 куб. см/об, вбудованого головного запобіжного клапана, зливного фільтра і підключеного бака для робочої рідини. Це невелика насосна станція для малооб'ємних гідроприводів.

2.2.7 Гідромотори з аксіальним поршнем

Робочий об'єм - 33 (3) ... 110,8 кубічних сантиметрів

Максимальний тиск в гідролінії високого тиску - 35,7...36,3 МПа Номинальний

тиск в гідролінії високого тиску - 22,5...26,915 МПа Максимальний крутний

момент - 176...583 Н-м

Аксіально-поршневі гідродвигуни з робочим об'ємом 90 см² виробляються з

1980 року за ліцензією Sauer Sundstrand, але зараз розробляються компанією

Sauer Sundstrand самостійно. Весь асортимент виробляється

Максимальна подача становить 113,5 ... 272,6 кубічних метрів на

хвилину.

Регульовані аксіально-поршневі насоси з робочим об'ємом 90 см² виробляються з 1980 року за ліцензією Sauer Sundstrand, а зараз весь типорозмірний ряд розробляється і виробляється власними

силами. Насоси з похилими дисками використовуються для

об'ємних гідроприводів, що працюють в замкнутому контурі.

Подача насоса прямо пропорційна частоті обертання ротора і робочому об'єму, який регулюється зміною кута нахилу похилого

диска.

Напрямок потоку робочої рідини змінюється

поворотом похилого диска в напрямку, протилежному

нейтральному положенню. Модульне з'єднання розгалужувача

дозволяє підключати різні типи систем управління:

безсервопривідні, з гідромеханічним управлінням, з

регуляторами граничного тиску, з електромеханічним

управлінням і насоси з внутрішньою компенсаційною муфтою для роботи в комбінації з шестеренчастими насосами.

2.2.9 Регульовані аксіально-поршневі насоси з автоматичним регулюванням подачі і тиску Автоматичне регулювання подачі і тиску ПРИЗНАЧЕННЯ

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 Регульовані аксіально-поршневі насоси з похилим диском призначені для для відкритих централізованих гідравлічних систем тракторів і сільськогосподарських машин. Подача насоса прямо пропорційна

частоті обертання і робочому об'єму ротора, який регулюється

змінюю кута нахилу похилого диска. Система автоматичного керування складається з регулятора подачі і регулятора тиску.

Регулятор витрати підтримує подачу насоса на заданому рівні, незалежно від навантаження і швидкості обертання. Регулятор

обмеження тиску обмежує максимальний тиск в гідравлічній напірній магістралі.

Технічні характеристики насосів

НШ 10 УЗ

Роб. об'єм см^3 10

Коеф. подачі, не 0,92 менше

Номинал, подача, 22,08 л/хв

Спожив, потуж. 8,4 кВт (не більше)

НШ 10 УЗл

Роб. об'єм см^3 10

Коеф. подачі, не 0,92 менше

Номинал, подача, 22,08 л/хв

Спожив, потуж. 8,4 кВт (не більше)

НШ 10 УЗ (4-х шліцевий)

Роб. об'єм 10 см^3

Коеф. подачі, 0,92 не менше

НШ 10 УЗл (4-х шліцевий)

Роб. об'єм 10 см^3

Коеф. подачі, 0,92 не менше

Номинал, 22,08 подача, л/хв
Спожив. 8,4 потуж. кВт (не більше)

Номинал, 22,08 подача, л/хв
Спожив. 8,4 потуж. кВт (не більше)

НШ 32 УЗ

Роб. об'єм см³ 37,7

Коеф. подачі, не 0,92 менше

Номинал, подача, 22,08 л/хв

Спожив, потуж. 24

НШ 32 УЗл

Роб. об'єм см³ 37,7

Коеф. подачі, не 0,92 менше

Номинал, подача, 22,08 л/хв

Спожив, потуж. 24

НШ 32 АЗ

Роб. об'єм см³ 32

Коеф. подачі, не 16 менше

Номинал, подача, 21 л/хв

Спожив, потуж. 3000 кВт

(не більше)

НШ 32 УЗ

Роб. об'єм см³ 37,7

Коеф. подачі, не 0,92 менше

Номинал, подача, 22,08 л/хв

Спожив, потуж. 24 кВт

(не більше)

НШ 32 АЗл

Роб. об'єм см³ 32

Номинальний тиск, МПа 16

Максимальний короточасний тиск,

МПа 21 л/хв

Максимальна частота обертання, хв

3000

НШ 32 УаЗл

Роб. об'єм см³ 37,7

Коеф. подачі, не 0,92 менше

Номинал, подача, 22,08 л/хв

Спожив, потуж. 24 кВт

(не більше)

НШ 50 УЗ

Роб. об'єм см³ 49,1

Коеф. подачі, не 0,94 менше

Номинал, подача, 110,8 л/хв

Спожив, потуж. 35,6 кВт

(не більше)

НШ 50 УЗл

Роб. об'єм см³ 49,1

Коеф. подачі, не 0,94 менше

Номинал, подача, 110,8 л/хв

Спожив, потуж. 35,6 кВт

(не більше)

НШ 50 АЗ

Роб. об'єм см³ 50

Номинальний тиск, МПа 16

Максимальний короточасний тиск,

НШ 50 АаЗ

Роб. об'єм см³ 49,1

Коеф. подачі 0,94 не менше

Номинальна подача, 110,8 л/хв

МПа 21 л/хв Максимальна частота обертання, хв 3000	Спожив, потуж. 35,6кВт (не більше)
--	---------------------------------------

НШ 71 АЗ Роб. об'єм см ³ 71 Номінальний тиск, МПа 16 Максимальний короточасний тиск, МПа 21 Максимальна частота обертання, хв 2400	НШ 71 АЗл Роб. об'єм см ³ 71 Номінальний тиск, МПа 16 Максимальний короточасний тиск, МПа 21 Максимальна частота обертання, хв 2400
--	---

НШ 100 АЗ Роб. об'єм см ³ 100 Номінальний тиск, МПа 16 Максимальний короточасний тиск, МПа 21 Максимальна частота обертання, хв 2400	НШ 100 АЗл Роб. об'єм см ³ 100 Номінальний тиск, МПа 16 Максимальний короточасний тиск, МПа 21 Максимальна частота обертання, хв 2400
--	---

2.2 Аналіз існуючих способів відновлення втулок шестеренного насосів

2.3.1 Недоліки шестеренного насоса

Одним з недоліків шестеренного насоса є те, що при зачепленні нової пари зубів утворюється защемлений об'єм, і цей об'єм змінюється, коли шестерні продовжують обертатися.

Защемлений об'єм починає зменшуватися з моменту його утворення. Оскільки рідина практично нестислива, зменшення об'єму, за відсутності спеціальних вихідних каналів, буде супроводжуватися різким підвищенням тиску рідини, який в 2...2,5 рази перевищує номінальний тиск.

Підвищення тиску в міжзубній порожнині вище розрахункового рівня призводить до розкриття торцевих з'єднань і різкого збільшення виходу рідини через торцеві отвори.

Крім того, дроселювання робочої рідини через торцеві зазори призводить

до нагрівання робочої рідини. Нагрівання робочої рідини свідчить про те, що частина енергії приводу насоса не використовується для збільшення внутрішньої енергії рідини, а призводить до зниження загального ККД шестеренного насоса.

Крім того, різке пульсуюче підвищення тиску викликає збільшення шуму під час роботи [20].

А.Ф. Осипов зазначає, що значні перевантаження, викликані стисненням робочої рідини в стиснутому об'ємі, можуть викликати поломку деталей насоса

[38]. Крім того, після проходження точки утворення найменшого стисненого об'єму починається фаза його збільшення, що призводить до падіння абсолютного тиску в цьому об'ємі до значення, яке відповідає пружності насичених парів робочої рідини. В останньому випадку відбувається явище

локального кипіння, виділення розчинених газів і збільшення об'єму газових бульбашок, що переходять з розчиненого стану в стан механічної суміші [38],

тобто сприяють виникненню такого негативного явища, як кавітація робочої рідини.

Потужні коливання тиску, що перевищують розрахунковий в два і більше разів, призводять до підвищеного зносу зубів і шестерень зубчастих коліс,

опорних поверхонь і торців втулок, а також знижують втомну міцність деталей насоса внаслідок значних динамічних навантажень.

2.3.2 Капітальний ремонт опорних втулок шестеренних насосів

Найпоширенішим методом відновлення втулок є переплавлення зношених

втулок з подальшою механічною обробкою. Цей метод. Споживає багато енергії і не дає можливості отримати втулку з необхідними фізико-механічними і антифрикційними властивостями, оскільки лугуючий елемент вигорає.

Метод відновлення втулок бабітом. Вкладиш пресується і відновлює зовнішній діаметр за рахунок металу з внутрішнього діаметра, а потім торець розвальцьовується і заповнюється бабітом в спеціальній установці. Потім гільза піддається механічній обробці. Цей метод [23] дозволяє відновити зношену опорну гільзу без використання складного, дорогого обладнання. Однак цей спосіб має ряд суттєвих недоліків: важко лудити наплавлену поверхню, а в процесі експлуатації, під впливом навантажень, вольфрам відшаровується і плавиться.

Спосіб відновлення втулок шестеренних насосів з полікарбамідним покриттям. У цьому способі [23] дві втулки поміщають у форму, заливають під тиском полікарбонамідне покриття, а потім проводять термічну і механічну обробку. Полікапроамідне покриття покращує антифрикційні властивості шарів ковзання. Суттєвим недоліком цього методу є те, що відновлений вкладиш має недостатню тепловіддачу, що негативно впливає на працездатність пари тертя.

Метод відновлення з використанням термодифузійної металізації. Цей метод [23] дозволяє не тільки відновити значний знос поверхні вкладиша підшипника, але й змінити його поверхню. До недоліків цього методу можна віднести те, що він вимагає використання вакуумної установки, через що є дорогим, а також має дуже тривалий час виконання і недосконалий контроль процесу нанесення покриття.

Метод відновлення алюмінієвих накладок за допомогою товстошарового анодування.

Цей метод забезпечує комплексне вирішення проблеми відновлення зношеного шару і поліпшення його фізико-механічних властивостей. Однак він вимагає використання високотехнологічного спеціалізованого обладнання, що впливає на вартість ремонту. Крім того, цей метод має тривалий термін виконання.

Метод відновлення опорних вкладишів насосів за допомогою

оцинювання. Цей метод [23] дозволяє відновити значний знос і зміцнити поверхню, що позитивно впливає на функцію гільзи як підшипника ковзання, але має ряд недоліків. Перш за все, він дуже складний і передбачає велику кількість операцій, що збільшує вартість і вимагає багато часу для виконання. З цієї причини метод не отримав широкого розповсюдження в ремонтних компаніях.

Використання металофторопластової стрічки для підшипників сухого тертя.

Металофторопласт являє собою трикомпонентну композицію. Основою цього матеріалу є сталева смуга з низьковуглецевої сталі 08к1 товщиною 0,7-2,6 мм, на яку методом порошкової металургії наноситься шар сферичних частинок високотонної бронзи Вt.О-У товщиною 0,3-0,35 мм. Пори в цьому шарі заповнені на повну глибину сумішшю порошкоподібного пластику та дрібнодисперсного дисульфиду міді.

Суміш фторопласту і МоS₂ покриває тонким шаром (0,02-0,04 мм) поверхню бронзи. Ця поверхня є припрацьовуючим 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 молибдену - "мащення" поверхні. З 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 високого коефіцієнту теплового розширення фторопласту.

Розроблений матеріал має високі механічні властивості дякуючи наявності сталльної основи і малої товщини антифрикційного матеріалу.

Застосування металофторопластових підшипників практично усуває можливість виникнення задирів і ушкоджень поверхні тертя. Підшипники ковзання показують високу працездатність при різних температурах в діапазоні 40-120°C.

Таким чином усі відомі з літературних витоків методи відновлення втулок або не забезпечують необхідної якості відновлення (метод лиття, відновлення бабітом та нанесення полікапроамідного покриття), або при забезпеченні необхідної якості занадто коштовні (термодифузійна металізація, товстошарове анодування та гальванопокриття).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3. РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ПАРАМЕТРІВ ДІЛНИЦІ ПО

РЕМОНТУ ШЕСТЕРЕННИХ НАСОСІВ НШ-К

3.1 Склад цеха по ремонту шестеренних насосів НШ-К

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.1 - Режими роботи і фактичний час роботи обладнання

Найменування дільниці	Кількість змін за добу	Номінальний річний фонд часу, год.	Втрати від номінального фонду, %	Дійсний фонд часу, год.
Очистка і миття	1	2070	2	2030
Розбирання деталей	1	2070	2	2030
Відновлення обойм	1	2070	2	2030
Відновлення шестерень	1	2070	2	2030
Зборки і випробування насосів	1	2070	2	2030
Фарбування	1	2070	2	2030

днями на рік, при п'ятиденному робочому тижні тривалістю 41 година [29].

Річний номінальний фонд робочого часу визначається за формулою:

$$\Phi_{(н.р.)} = k_{(р.д.)} * P_{см} \quad (3.1)$$

де $k_{(р.д.)}$ - кількість робочих днів у році;

$P_{зм}$ - тривалість зміни.

Фактичний річний фонд робочого часу визначається за формулою:

$$\Phi_{(р.р.)} = (\Phi_{(н.р.)} - k_0 * P_{см}) * k_p \quad (3.2)$$

де k_0 - кількість робочих днів у році, що припадають на святкові дні;

k_p - коефіцієнт, що враховує втрату робочого часу з поважних причин.

Поважні причини.

Номінальний фонд часу роботи обладнання розраховується за формулою:

$$\Phi_{(н.о.)} = (\Phi_{(н.р.)} * k_{змін}) \quad (3.3)$$

де $k_{змін}$ - кількість змін на добу.

Фонд реального часу роботи обладнання розраховується за формулою

$$\Phi_{(д.ч.)} = (\Phi_{(н.ч.)} * k_{об}), \quad (3.4)$$

де $k_{об}$ - коефіцієнт використання обладнання.

Режим роботи та фонди робочого часу для обладнання та робітників наведені в таблицях 3.1 та 3.2.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.2 - Фонди робочого часу робітників

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.5 Розрахунок обладнання

Основне виробниче обладнання та робочі місця розраховуються відповідно до технологічного процесу та трудомісткості.

Допоміжне обладнання та допоміжні робочі місця не розраховуються, якщо гарантується безперебійна робота дільниць.

3.5.1 Машина для нанесення покриттів

$$N = (T * P) / F_d \quad (3.9)$$

де T - трудомісткість виконуваної роботи, $T = 0,17$ робочої години; P -

виробнича програма, $P = 2000$ одиниць;

F_d - фактичний фонд робочого часу, $F_d = 2030$ годин.

Розглядаємо верстат для обробки поверхонь.

3.5.2 Фрезерний верстат

Трудомісткість:

1. плоске фрезерування - 0,137 робочої години;
2. фрезерування масляної доріжки - 0,083 години
3. первинне свердління - 0,133 люд.год;
4. Свердління 2 місць для шестерні - 0,112 людино-годин;
5. Фрезерування накладок та пазів - 0,12 людино-годин.

Оскільки перші три операції виконуються для комплектних хомутив, трудомісткість обслуговування розраховується за формулою:

$$N = (T * P) / (F_d * \eta)$$

де η - кількість оброблюваних деталей, шт;

$$[N]_1 = (0,353 * 2000) / (2030 * 2) = 0,174 \text{ шт.}$$

Для четвертої та п'ятої операцій

$$N [N]_2 = (0,232 * 2000) / (2030 * 1) = 0,228 \text{ шт.}$$

Загальна кількість фрезерних верстатів

$$N = [N]_1 + [N]_2 = 0,174 + 0,228 = 0,402 \text{ одиниці.}$$

Ми розглядаємо фрезерний верстат.

3.5.3 Токарні верстати

Трудомісткість: токарний верстат

початкова - 0,135 люд-год;

чистова обробка - 0,1 людино-години.

Передбачається один токарний верстат.

3.5.4 Координатно-свердлильні верстати

$$[N] = (0,12 * 2000) / 2030 = 0,118 \text{ штук}$$

На основі розрахунку перевитрат часу

$$0,118 : 1,2 = 0,098 \text{ одиниць.}$$

Приймаємо один верстат.

Свердлильні верстати

Трудомісткість: калібрування різьби корпусу - 0,1 робочої години.

$$N = (T * P) / (F_d * \eta) = (0,1 * 2000) / 2030 = 0,098 \text{ одиниць.}$$

Розглянемо свердлильний верстат.

Шліфувальні верстати

$$N = (0,313 * 2000) / 2030 = 0,308 \text{ одиниць.}$$

Розглянемо шліфувальний верстат.

Металообробний верстат.

$$N = (0,17 * 2000) / 2030 = 0,168 \text{ одиниць.}$$

Приймаємо один верстат.

Складальний стіл

$$N = (0,12 * 2000) / 2030 = 0,118 \text{ одиниць.}$$

Приймаємо один монтажний стіл.

3.5.9 Випробувальний стенд

$$N = (0,31 * 2000) / 2030 = 0,305 \text{ одиниць.}$$

Випробувальний стенд приймається.

3.5.10 Працьна машина

Працьна машина для насосного агрегату:

$$N = Q / (q * n_{(1)} * n_{(2)} * F_d * k) \quad (3.11)$$

де Q - загальна вага вузлів, які будуть проходити через пральну машину, згідно з програмою завантаження підприємства на запланований рік, кг; вага насоса - 7 кг.

q-200 кг/год. - продуктивність машини;

n₁- 0,6 - коефіцієнт, що враховує завантаження машини за вагою; n₂-0,85 - коефіцієнт використання машини за часом;

Ф_д = 2030 годин - фактичний фонд часу роботи пральної машини;

K = 1 - коефіцієнт змінності роботи пральної машини.

$N = 14000 / (200 * 0,6 * 0,85 * 2030) = 0,067$ одиниць.

Розглянемо пральну машину.

Склад та кількість основних одиниць обладнання за групами наведено в таблиці 3.5. Перелік обладнання та аксесуарів наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 - Склад та кількість основних одиниць обладнання за групами

Група і тип обладнання	Кількість	Примітка
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	
Обладнання для миття		
- машина для миття	1	
Термічне обладнання		
установка для наплавки	1	1 - для наплавки поверхонь радіального ущільнювача;
Випробувальний стенд	1	
Підйомно транспортне обладнання		

- рольганг	1	
- конвеєр УГПС-80Р	1	
Фарбувально-сушильне		
Установка для знежирення	1	
-фарбувальна камера	1	
-сушильна камера	1	

3.6 Розрахунок виробничих площ

До виробничих площ дільниць відносяться: площі, зайняті технологічним обладнанням, робочими місцями, в тому числі верстакми, стендами і т.д.; и транспортними побудовами, в тому числі конвеєрами, рольгангами і т.д.; заготовками, деталями і складальними одиницями, які знаходяться біля робочих місць і обладнання, а також робочими запасами, проходами і проїздами між обладнанням.

Для розрахунку виробничих площ використовуємо формулу:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} * q \quad (3.12)$$

де $F_{\text{уч}}$ - площа дільниці, м²;

$F_{\text{об}}$ - площа, яку займає обладнання, м²;

q - коефіцієнт, який враховує робочі зони в проходах, [31]

Для дільниці очистки

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

Найменування дільниць	Площа, зайнята обладнанням, м ²	Коефіцієнт робочої зони, q	Площа, м ²	
			Розрахункова	Прийнята
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				622
8. Проїзди і проходи				94
Санпобутвузол				40
Всього площ				756

Табл.3.7 Звітні дані по розрахунку площ діляниць

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4. ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ПІДТИСКНОЇ

ОБОЙМИ НАСОСА НШ

4.1 Дослідження технічного стану підтискної обойми в процесі експлуатації

Обов'язковою умовою працездатності насоса є постійний контакт зубчастого кільця з гніздом сепаратора, який забезпечується тим, що опорна поверхня під палець сепаратора в процесі експлуатації повинна мати більший ступінь зносу, ніж знос муфти між кільцем і гніздом шестерні.

Порушення цього контакту внаслідок зносу контактних поверхонь призводить до зміни взаємного розташування деталей, переривання роботи гідроагрегату, додаткових втрат, зниження подачі і виходу насоса з ладу.

Дослідження зносу рухомих з'єднань, деталі та вузли яких працюють в умовах тертя ковзання зі змащенням, показало наступне. Під час роботи підшипник і перехідна втулка на опорних поверхнях 1 і 2 зношуються в місцях радіального прилягання шестерні і перехідної втулки одна до одної.

Затискне кільце на підшипникових поверхнях і радіальні ущільнювальні поверхні мають середній знос 300 мікрометрів.

Знос поверхонь підшипників призводить до невеликого повороту затискного кільця і зміни внутрішнього і зовнішнього діаметру затискного кільця. Зі збільшенням сили тертя між манжетою і манжетою диск манжети застряє в поглибленнях на поверхні манжети.

Металеві диски створюють отвори на зовнішній і бічних поверхнях упорного кільця і заважають йому зберігати необхідне положення по відношенню до чапки підшипника, зрізуючи її. Якщо знос перевищує 0,4 мм, виникають порушення в роботі, оскільки упорне кільце не притискається до корпусу підшипника, а точніше, останній не обертається, коли притискається до першого. Таким чином, між зовнішнім діаметром зубчастого колеса і поверхнею упорного кільця утворюється зазор, через який витікає масло.

Наявність несприятливих факторів, таких як перевантаження і висока температура робочої рідини, призводить до аварійного виходу насоса з ладу.

При цьому опорні поверхні корпусу можуть бути зруйновані на глибину 2 мм і більше. [26]

4.2 Огляд існуючих методів відновлення напірних корпусів

Одним з основних шляхів підвищення надійності гідросистем є вдосконалення технології ремонту гідроагрегатів. Застосування раціональної технології ремонту дозволяє досягти високої надійності відремонтованих систем. Серед різних способів ремонту вінців шестеренних насосів набули популярності способи встановлення компенсуючих втулок та спосіб використання антифрикційного порошкового матеріалу.

Згідно з першим методом, розробленим компанією MIMS, прилягання контактних поверхонь повертається до початкових розмірів шляхом шліфування зубчастих і поверхневих ущільнювальних пластин, розточування опорної поверхні, опорної і ущільнювальної поверхонь радіального ущільнювального елемента і установки на шпильки спеціально виготовлених компенсуючих втулок.

При відновленні корпусу насоса в процесі експлуатації шляхом встановлення компенсаційної втулки гідравлічне навантаження, що діє на радіальний ущільнювальний елемент, передається на компенсаційну втулку. Вкладиш, в свою чергу, вибирає зазори в підшипниках. Це знижує продуктивність відремонтованих насосів, оскільки в разі несприятливого збігу зовнішніх факторів втулка виконує роль гальмівної колодки, що призводить до підвищеного зносу або виходу з ладу. Частина втулки, яка деформується під час роботи в якості радіального ущільнювального елемента, не дозволяє їй виконувати свої функції.

Виробництво втулок вимагає додаткового обладнання і витрат для їх виготовлення з високою точністю, а самі втулки виготовляються з латуні або мідно-олов'янистої бронзи.

Деякі спеціалізовані компанії використовують метод відновлення втулок шляхом нанесення антифрикційного порошкового покриття. Перед нанесенням покриття (після розбирання і миття) корпуси піддаються

механічній обробці – свердлінню підшипникових поверхонь і поверхонь радіальних ущільнень для видалення оксидної плівки і різних органічних і неорганічних відкладень, які утворюються під час роботи насоса.

Гільза покривається вольфрамовим електродом в середовищі інертного газу

(аргон), а в якості присадного матеріалу використовується порошкова

електродна стрічка PLJA-2

Після нанесення покриття хомути проходять термічну обробку, механічну обробку, контроль і передаються на складання.

Недоліками цієї технології є висока трудомісткість, низька продуктивність (від

15 до 18 комплектів хомутів за зміну) і відносно низька якість відновлених

деталей, яка в основному залежить від кваліфікації зварювальника.

4.3 Метод відновлення затискачів, обраний для розробки

Аналіз вищезгаданих методів відновлення дозволяє зробити висновок, що

найбільш ефективним методом ремонту обойм шестеренних насосів є обробка

поверхні антифрикційним порошком.

Цей метод дозволяє відносно швидко отримати шар поверхневої обробки значної товщини, з необхідним хімічним складом і високою зносостійкістю,

зберігаючи при цьому цілісність деталі.

Порошкова електродна стрічка - площина ПЛЖ-2, яка використовується для ручної обробки поверхні, дозволяє отримати поверхневий обробний шар з хімічним складом ТУ-113-1.03-73 і високими механічними властивостями

(коефіцієнт тертя 0,11, твердість до 114 НВ), що забезпечує високу

зносостійкість.

4.3 Спосіб відновлення обойми, прийнятий до розробки

Аналіз описаних вище методів відновлення дає можливість зробити новий, що є найбільш ефективним методом

4.4 Розробка схем маршрутів відновлення обойми

Виходячи з технічних вимог на капітальний ремонт шестеренних насосів типу НШ-Ж 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 P1/P3
	НШ-50-2	НШ-50-2-02 P1/P3
	НШ-67	НШ-67-03 P1/P3
	НШ-100	НШ-100-2-06 P1/P3
Обойма підшипникова	НШ-32-2	НШ-32-2-03 P1/P3
	НШ-50-2	НШ-50-2-03 P1/P3
	НШ-100	НШ-100-2-05 P1/P3

Технологічний процес відновлення кліпс з використанням механізованої, імпульсної дугової обробки поверхні порошковим електродом в середовищі інертного газу здійснюється в наступному порядку.

Кліпи з ділянки демонтажу направляються в мийну машину ПП-6х6х6, де видаляються забруднення у вигляді механічних домішок, масел і нейтральних смол розчином з наступним складом: Лабамід 101 ТУ 38.10378-73-8-10 г/л, нітрат натрію - 3-5 г/л.

Температура розчину - від 70 до 85°С.

Для видалення слідів зносу опорні поверхні сепаратора розсвердлюють до розміру $\varnothing 31 \pm 0,15$ мм, а поверхні радіального ущільнювального елемента розсвердлюють до розміру 30,4 мм за допомогою свердел на універсальному свердлильному верстаті.

Підготовлені таким чином деталі надходять на верстат для обробки поверхонь, який є пристроєм, що дозволяє наносити механічне покриття на зношені поверхні за допомогою розплавленого порошкового електрода. Товщина покриття становить від 3 до 5 мм.

Після обробки поверхні сепаратор передається на дільницю механічної обробки, де деталь обробляється до одного з ремонтних розмірів. Першим етапом є свердління опорних поверхонь сепаратора до 029,9 мм. Зовнішня циліндрична поверхня деталі використовується як відправна точка для цієї операції.

Розсвердлювання опорних поверхонь виконується на координатно-свердильному верстаті до одного з ремонтних розмірів. Для звичайного ремонту

Для звичайного ремонту діаметр опорної поверхні становить $29,7+0,015$ мм.

Поверхні (пази) під диски обробляються на горизонтально-фрезерному верстаті двома пазовими фрезами, встановленими на шпинделі, до заданого розміру.

Після обробки кліпси передаються на дільницю миття для видалення забруднень.

Якість обробки перевіряється після кожної операції за допомогою спеціальних контрольних пристроїв.

Відремонтовані клітки, які пройшли технічний контроль, передаються на дільницю складання.

4.5 Розробка технологічного процесу капітального ремонту сепараторів під тиском

4.5.1 Розрахунок режимів обробки і норм часу

4.5.1.1 Свердління

Свердління двох опорних поверхонь до розміру $\varnothing 29$ мм. Вертикально-свердильний верстат 6Н135. Вибираємо суцільну розвертку $\varnothing = 29$ мм з твердого металу з числом зубців $Z = 4$.

4.5.1.2 Поверхня

Нанесіть покриття на опорні поверхні. Використовуйте зварювальну шліфувальну машину Remdetal 0113-0.20.01 ВДГІ-301.

Залежно від товщини деталі, що покривається, підберіть переріз зварювального елемента і зварювальний струм.

$$I_c = (0,100 \dots 0,120) A, [38]$$

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

Швидкість зварювання визначається за формулою:

$$V_{зв} = (a_n \cdot I_{зв}) / (u \cdot F_n \cdot 100 \cdot 3600) \quad (4.4)$$

де $V_{зв}$ - швидкість зварювання, м/с

I_{зв} - зварювальний інструмент, А

γ - питомі вага алюмінієвого сплаву, γ = 2,65 г/см³

F_п - площа поперечного перерізу зварного шва, м²

$$F_{п} = 2/2 F_{el} = 2/2 (4 * 1,5) = 4 \text{ [мм]}^2$$

a_п - поверхневий коефіцієнт, a_п = 15-17 г/Аг [34]

$$V_{зв} = (16 * 110) / (2,65 * 4 * 10^{(-2)} * 100 * 3600) = 0,646 \text{ м/с}$$

Швидкість подачі електродного дроту

$$V_{el} = (V_{w} * F_{п}) / F_{el}, [29] (4.5)$$

де F_{el} - площа поперечного перерізу електрода, F_{el} = 4 * 1,5 = 6 [мм]²

$$V_{el} = (0,646 * 4) / 6 = 0,43 \text{ м/с}$$

Покриття поверхні радіального ущільнювального елемента. Установка

0113.020.01 "Ремдеталь", рихтувальник ВДГІ-301.

Швидкість зварювання

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

Швидкість подачі електрода:

$$V_{el} = (0,047 * 4) / 9 = 0,021 \text{ м/с}$$

В якості електродного матеріалу ми використовували порошковий електрод

Таблиця 4.2 - Склад порошкової електродної стрічки ПЛЖА-2 для наплавки

антифрикційного алюмінієвого сплаву

Вміст компонентів, % мас				
Міді	Олова	Кремнію	K_2TP_6	Алюмінію
9-10	4,0-5,5	0,2-0,4	0,7-1,0	Інше (оболонка алюмінієва стрічка)

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.

4.5.1.3 Розточувальна

Верстат горизонтально-фрезерний 6P82Г, оправка 32п-400-01

Глибина різання

$$t = 0,5 \text{ мм}$$

Кількість проходів

$$i = 2$$

Кут в плані

$$f = 45$$

Подачу приймають по таблиці 1 в межах 0,4...0,8 мм/об. [39]

4.5.1.4 Фрезерувальна

Вертикально-фрезерний верстат 6Н11, фреза Ø130, 15р-04-04, ВК8.

4.5.1.5 Фрезерувальна

Вертикально-фрезерний верстат 6Н11, фреза Ø130, 15р-04-04, ВК8, 2 шт.

5. РОЗРОБКА СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЇ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛОПІМЕРНОПЛАСТОВИХ ПІДШИПНИКІВ

5.1 Застосування полімерних матеріалів

Заміна металевих деталей в сільськогосподарській техніці на пластикові збільшує термін служби, економить кольорові метали і сплави, підвищує якість машин, знижує металоємність конструкції, спрощує обслуговування машин під час експлуатації та зменшує витрати на виготовлення деталей.

Металополімерні системи мають низку технологічних і експлуатаційних переваг, які вигідно відрізняють їх від інших матеріалів і дозволяють ефективно вирішувати багато технічних завдань, які неможливо вирішити традиційними матеріалами і методами.

При виробництві та експлуатації сучасного обладнання важливим завданням є захист від зношування поверхонь. Відомо, що знос тертьових пристроїв є причиною більшості відмов в роботі машин і механізмів.

Щороку приблизно 70 відсотків чорних металів витрачається в результаті хімічної корозії. Процеси корозії та зношування відбуваються одночасно.

Боротьба з ними вимагає багато коштів і енергії.

Багато проблем у цій сфері можна вирішити за допомогою металополімерних матеріалів, конструкцій і компонентів.

Ми маємо великий досвід ефективного застосування нових матеріалів і конструкцій у вузлах тертя, підшипниках, зубчастих колесах, ланцюгах і ущільнювальних пристроях.

Розглянемо деякі приклади.

Застосування металополімерних матеріалів при виготовленні зубчастих передач може мати певний техніко-економічний ефект.

У редукторі стартерного двигуна для приводу магніту використовується складна конструкція шестерні і напівмуфти.

До складу вузла також входять два шарики підшипника, розпірна втулка і стопорні кільця. Витрата металу на одне колесо становить 0,555 кг, коефіцієнт

використання матеріалу - 0,45, а час обробки - 7,02 хвилини на одну деталь.

Після заміни механічної шестерні на полімерну, виготовлену з поліформальдегіду, всі допоміжні деталі стали зайвими, двигун став легшим на

250 грамів і зменшився знос металевих деталей, з'єднаних з полімерною

шестернею. Використання нової пластикової деталі у виробництві дозволило

вивільнити 10 одиниць металорізального обладнання на 100 м² виробничої

площі та звільнити 8 висококваліфікованих робітників

Ми маємо великий досвід ефективного використання підшипників ковзання з

металополімеру. Найпоширенішим застосуванням є заміна бронзових і

чавунних втулок і вкладишів в підшипниках ковзання на полімерні підшипники.

В сільськогосподарській техніці, наприклад, на тонні поліпропамідних вкладишів (середня вага від 10 до 20 г) економиться від 5 до 7 грн.

Дуже ефективним є використання підшипників ковзання з антифрикційних

поліамідів і деревинно-полімерних антифрикційних матеріалів для заміни

шарикопідшипників, що працюють в режимі граничного тертя без змащення в умовах, коли в зону тертя потрапляють пил, пісок тощо. В результаті

використання підшипників ковзання в зернозбиральних комбайнах щорічно

економиться 255 000 голчастих підшипників.

Найбільший досвід використання полімерів в сільськогосподарській техніці - в

сівалках. Це пов'язано з тим, що деталі висівних апаратів працюють на низьких

швидкостях і з невеликими навантаженнями. Крім того, сівалки, виготовлені з

чавуну та сталі, не гарантують безперебійної якісної роботи. Наприклад, робочі

частини часто злипаються під час висіву, що призводить до зниження

швидкості висіву, а колісні сівалки пошкоджують насіння, висівні диски та інші

деталі з часом "обрастають" шаром бруду, що призводить до втрати точності

висіву.

Ми також дослідили знос деталей, що використовуються для посіву в суху

погоду. Важливим фактором, який робить можливим використання пластику в

сівалках, є те, що більшість сівалок та їхніх деталей мають невеликі розміри і

просту форму. Це дає можливість виробляти пластикові деталі на невеликих заводах, де легко виготовити форму і просту машину для лиття під тиском і пресування.

Прискорилося робота над виробництвом деталей з нейлону. Виробництво пілотної серії деталей було засноване на найпростішій технології, яка була запозичена з автомайстерень. Були протестовані наступні нейлонові деталі: для сівалки - котушки, муфти, днища і рами; для муфт - конуси і фланці.

Дослідження показало, що сівалки, попередньо зібрані з нейлоновими деталями, мали найбільш плавний висів і швидкість руху машини понад 12 км/год, зі зміною розміру зерна на 19 відсотків. Найкращі результати були досягнуті на сівалках, де нейлонові деталі поєднувалися з металевими. Сьогодні використовуються металеві та пластикові сівалки.

5.2 Триботехнічні властивості фторопластової композиції

Для дослідження використовували стандартний рототабельний план другого порядку. Оптимізацію складу антифрикційної композиції проводили шляхом оцінки інтенсивності зношування і коефіцієнту тертя (табл.5.1, 5.2, 5

3). Після виключення незначимих коефіцієнтів одержані наступні поліноміальні залежності інтенсивності зношування I і коефіцієнту тертя f від трьох факторів: складу дисульфиду молібдену (X), вуглецевої тканини (Y), порошкової міді (Z). Залежність інтенсивності зношування ($j \cdot 10^{-10}$) має вигляд:

$$I = 0,5234 - 0,0208X + 0,3315Z + 0,1984 X^2 + 0,2053 Y^2 + 1,1128 Z^2 - 0,0075XY + 0,03 YZ - 0,075 XZ \quad (5.1)$$

Залежність коефіцієнту тертя має вигляд:

$$I = 0,0314 - 0,0005X + 0,0025Y + 0,01322 Z + 0,0072 X^2 + 0,0089 Y^2 + 0,0465 Z^2 - 0,002XY + 0,001 YZ - 0,00015 XZ \quad (5.2)$$

Перевірка статистичної гіпотези, зробленої по критерію Фішера, показала адекватність регресивної моделі по функції відгуку при рівні значимості $\alpha = 0,05$. Аналіз рівнянь (5.1, 5.2) і результати досліджень виявили, що оптимальним є склад, мас. ч. [50]

НУБІП України

Фторопласт Ф4	-	100
Дисульфід молибдену	-	3,7...3,9
Вуглецева тканина	-	7,5...9,4
Порошкова мідь	-	140...160

При оптимальному складі композицій коефіцієнт тертя дорівнює 0,032
інтенсивність зношування $0,52 \cdot 10^{-10}$

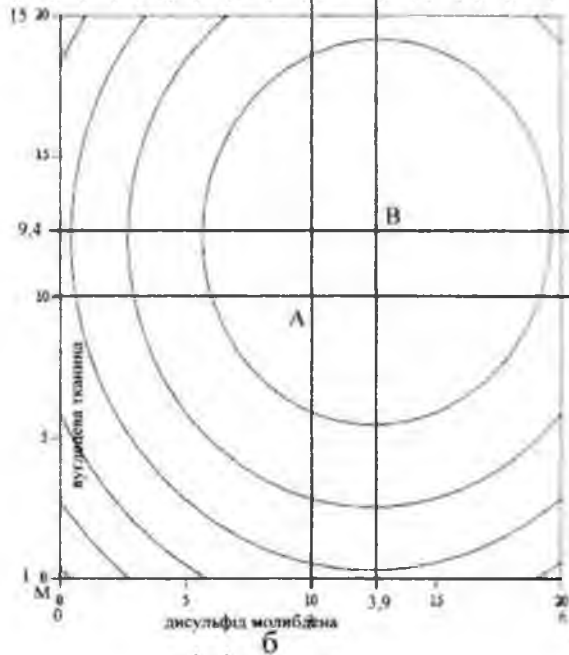
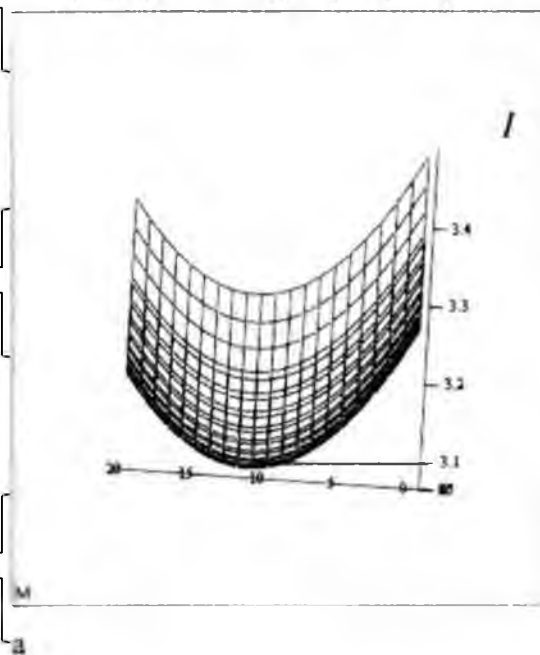
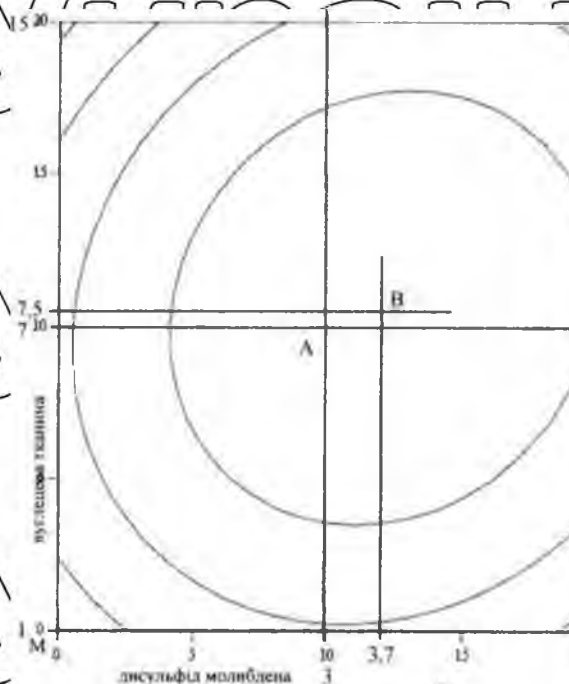
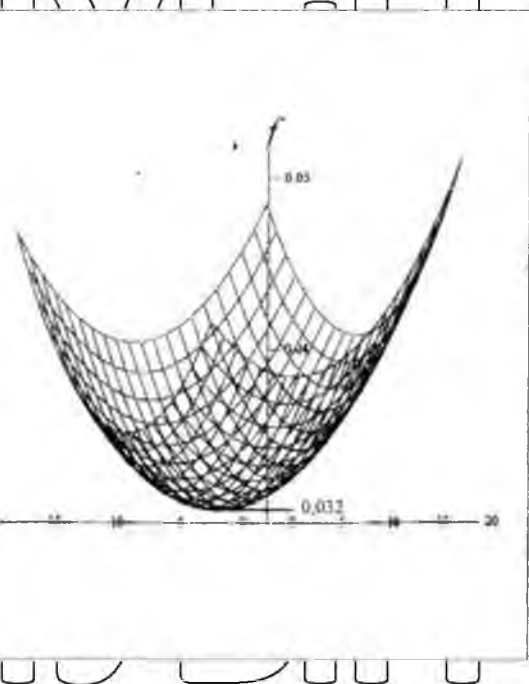


Рисунок 5.1 – Графічна інтерпретація математичної моделі інтенсивності зношування (а) і двовірний переріз функції $f(Xi, Yi, Zi)$ при $Z_k=0$.



Таблиця 5.1 – Матриця планування

Фактори	Повторність дослідів, <i>n</i>	Mo28, г X1	УТМ, г X2	Gu, г X3
Основний рівень	3	3	8	150
інтервал		2	4	50
Верхній рівень	3	5	12	200
Нижній рівень	3	1	4	100
+ a	3	1	15	234
- a	3	0	1	66

Таблиця 5.2 - Параметри і критерії.

Параметри	T	G	F
e, %	5	5	5
N	15	15	15
чисельник	15	15	15
знаменник	-	15	5
Критерії	2,042	0,3346	2,53

5.3 Дослідження впливу технологічних факторів пресування на формування композиції

НУБІП У

НУБІП У

НУБІП У

НУБІП У

НУБІП У

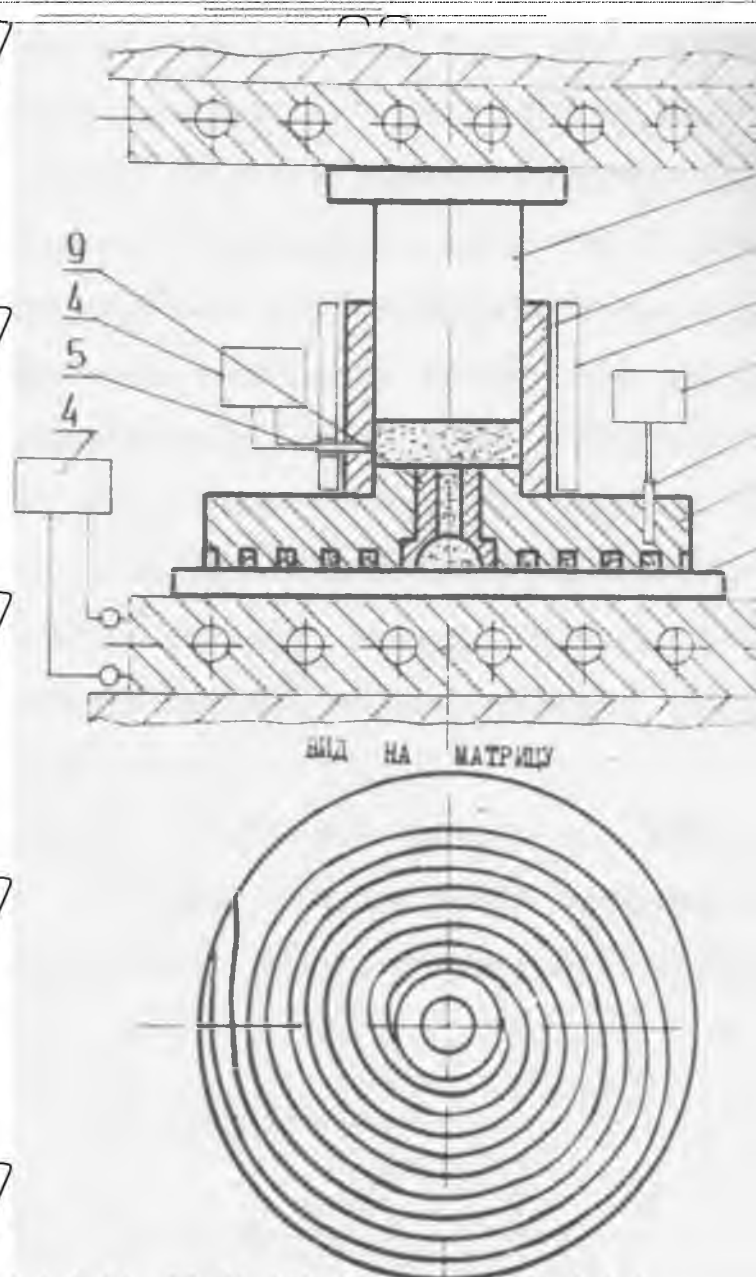


Рисунок 5.3 - Схема пресформи для визначення формування. 1 - пуансон; 2 - завантажувальна камера; 3 - обігрів пуансона; 4 - міліамперметр; 5 - термопара; 6 - матриця; 7 - плита; 8 - нагрівальна плита; 9 - втулка.

5.3.1 Дослідження формування полімерної композиції

Найважливішою технологічною особливістю склонаповнених композицій у

виробництві тонкошарових покриттів є формування. Результати досліджень

показують (рис. 5.4), що саме температура і тиск у формі мають найбільший вплив на формування. При підвищенні температури у формі до 443 К довжина суміші,

що витікає в канал, збільшується в 1,4 рази, що пояснюється зменшенням в'язкості. Однак при підвищенні температури вище 443 К плинність зменшується, що пояснюється тим, що при високій температурі збільшується швидкість

затвердіння P2M-модифікованої смоли, що твердіє. Збільшення питомого тиску пресування покращує формувальність. При тиску 90 МПа формувальна здатність досягає до 1,3 м. Це дає можливість відновлювати деталі складної конфігурації і

наносити більш тонкі покриття. Змінюючи тиск, можна розширити номенклатуру відновлюваних деталей і наносити покриття товщиною до 0,4 мм. Аналіз результатів досліджень показав, що найкраще заповнення спіральної канавки антифрикційним розплавом досягається при температурі прес-форми 443 К і тиску

пресування від 50 до 90 МПа.

80 90 МПа

Рисунок 5.4 - Вплив температури (1) і тиску пресування (2) на зміну довжини

заповнення спіральної канавки.

5.4 Вплив параметрів пресування на усадку і щільність покриття

Висока точність лінійних розмірів і отримання покриття без подальшої обробки є

одними з найважливіших вимог. Цим вимогам відповідають усадка і щільність нанесеного покриття. Визначення усадочних властивостей важливо при проектуванні литих деталей, при оцінці міцності полімерних покриттів, оскільки

величина усадки характеризує внутрішні напруження, що виникають при формуванні, а також при оцінці експлуатаційних характеристик покриття, оскільки процес тертя визначає величину зазору в деталях, що розглядаються.

Закономірності процесів усадки при механічній обробці пов'язані з енергетичним

станом полімерних матеріалів, який залежить від двох основних технологічних факторів: температури і тиску пресування. Усадка термореактивних композиційних матеріалів визначається особливостями їх фізико-хімічних перетворень. Вона

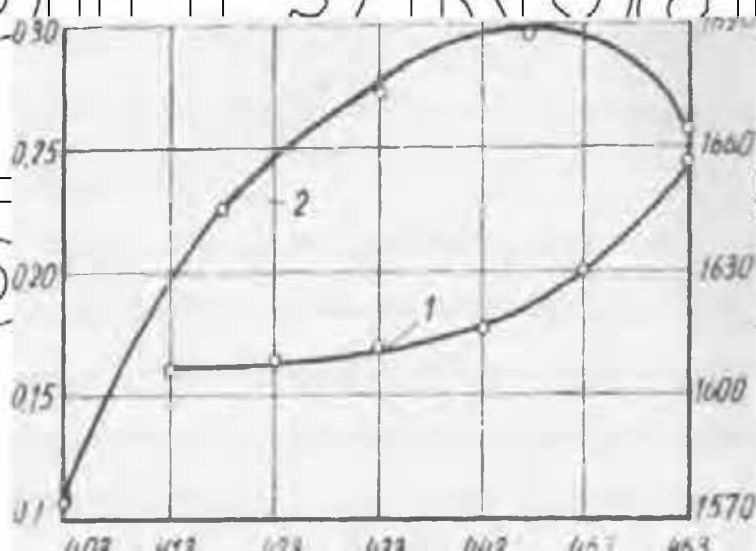
залежить від типу зв'язуючого, наповнювача, пропорцій між ними, а також умов початкового приготування композиції та методів формування. Недостатній ступінь вивчення процесу усадки композиційних матеріалів не дає можливості

теоретично обґрунтувати вибір параметрів пресування. Найбільш раціональним способом визначення величини усадки є експериментальний. Нам було досліджено вплив технологічних параметрів пресування на усадку та щільність полімерних покриттів (рис. 6.5 та

5.6). [49] При визначенні впливу температури прес-форми та тиску пресування на густину використовували рівняння з $X_2 = +0,4$. Для виявлення закономірності впливу

кожного фактору на функцію відгуку обрали точку А на графіку, яка має наступні координати: $X_1 = +0,5$ (54 МПа), $X_3 = +0,5$ (448 К). Рівняння має наступний вигляд:
 $Q_D = 1682,6 + 45,32Q_3 - 52Q_3^2$ (5.3)
 $Q_D = 1685,93 + 39,5Q_1 - 21,0Q_1^2$ (5.4)

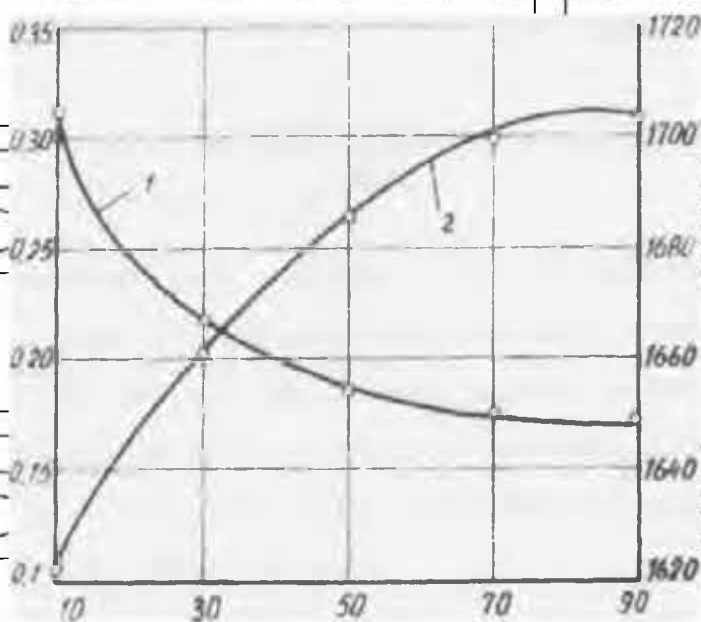
За рівняннями (5.19, 5.20) визначаємо значення густини в



НУБІП України

1-усадка; 2-щільність

Рисунок 5.5 - Залежність усадки і щільності покриття від температури пресформи.



Тиск пресування, МПа

1-усадка; 2- щільність

Рисунок 5.6 - Залежність усадки і щільності покриття від тиску в пресформі.

Аргументи дорівнювали: -1, -0.5, 0, +0.5, +1, і ми побудували криві для функцій U_t і UD , які показані на рисунках 5.5 і 5.6.

З рис. 5.5 видно, що усадка збільшується з підвищенням температури форми, що, очевидно, можна пояснити тим, що покриття охолоджується з низькою швидкістю, тобто тепловиділення відбувається повільніше, що, в свою чергу, створює умови для більш повного і рівномірного процесу затвердіння і релаксації внутрішніх напружень. Встановлено, що усадка зменшується зі збільшенням тиску формування (рис. 5.6), що пов'язано зі збільшенням

щільності композиційного матеріалу. З підвищенням температури форми усадка зростає, оскільки щільність композиту зменшується.

У діапазоні оптимальних тисків (54...75 МПа) і температур (437...448 К) усадка покриття знаходиться в межах 0,16...0,17%. Це дає можливість отримувати високоточні покриття без подальшої обробки. [49]

5.5 Використання металофторопластової стрічки для підшипників сухого тертя

Металофторопласт - це трикомпонентна композиція. Основою цього матеріалу є сталева смуга товщиною 0,7-2,6 мм з низьковуглецевої сталі 08кП, на яку за допомогою порошкового металургійного напилення наноситься шар сферичних частинок високотоненованої бронзи Бр.0-10 товщиною 0,3-0,35 мм. Пори в цьому шарі заповнені на повну глибину сумішшю фторопласту і дрібнодисперсного дисульфиду молібдену.

Суміш фторопласту і MoS_2 покриває бронзову поверхню тонким шаром (0,02-0,04 мм). Ця поверхня є шаром футерування підшипника. У разі зносу футерувального шару робоча поверхня підшипника складається з бронзи і фторопластового наповнювача, де бронза забезпечує високу механічну міцність і інтенсивне відведення тепла від поверхні тертя, а фторопласт з дисульфідом молібдену забезпечує поверхнєве змащення. Під час роботи бронза з фторопластовими включеннями виступає з опорної поверхні, що є цілком природним. На цій поверхні тертя відбувається локальне підвищення температури за рахунок збільшення коефіцієнта тертя, і фторопласт "виштовхується" з пор на поверхню тертя завдяки вищому коефіцієнту теплового розширення фторопласту.

Розроблений матеріал має високі механічні властивості завдяки наявності сталевій основі та невеликій товщині антифрикційного матеріалу.

Використання металофторопластових підшипників практично виключає можливість появи подряпин і пошкоджень поверхні тертя. Підшипники ковзання з металофторопластових стрічок мають високі експлуатаційні характеристики при різних температурах в діапазоні від 40 до

120 °C.

5.5.1 Основні властивості фторопластів

Фторопласти - це новий клас пластичних матеріалів. Це похідні етилену полімери, в яких атоми водню замінені на фтор. Це підвищує термостійкість та хімічну стійкість полімеру. Поява фторопластів різко розширила температурний діапазон застосування пластмас (від -269° до $+250^{\circ}\text{C}$). За стійкістю до найбільш агресивних середовищ (сильні кислоти, окислювачі) фторопласти навіть перевершили дорогоцінні метали, такі як золото і платина.

В даний час випускається кілька видів фторопластів: фторопласт-4 і фторопласт-4D (для лиття під тиском і екструзії), фторопласт-3 і фторопласт-3M (для лиття під тиском, лиття під тиском і екструзії). Найпоширеніші фторопласти, ПТФЕ-4 і ПТФЕ-3, є кристалічними полімерами.

Температура спікання РТФЕ-4 становить приблизно 380°C . Молекулярна маса фторопластів дуже низька, оскільки ПТФЕ-4 повністю нерозчинний, тоді як ПТФЕ-3 розчиняється при високих температурах.

Молекулярна маса ПТФЕ-4 зазвичай не характеризується, ПТФЕ-3 має молекулярну масу від 50 000 до 100 000.

РТФЕ-4 - це пухкий волокнистий порошок, який легко стискається при різних температурах. При нагріванні РТФЕ-4 не плавиться, а лише розм'якшується. При температурі $360-380^{\circ}\text{C}$ таблетки спікаються в однорідну тверду масу білого або сірого кольору.

Тиск під час пресування таблеток повинен бути не менше 25-30 МПа.

Щільність отриманої таблетки становить 1830 кг/м^3 . Під час спікання щільність збільшується до $2150-2200\text{ кг/м}^3$. Спечені таблетки необхідно охолодити, щоб надати матеріалу певного "загартування", тобто зменшити вміст кристалічних фаз. Спечені таблетки використовуються для виробництва різних виробів шляхом механічної обробки. Оксид міді може використовуватися як наповнювач у таких матеріалах. Наповнення фторопласту-4 оксидом міді (40% за масою) знижує знос без змащення в 3 рази, а при 1.

5.6 Організація дослідно-промислового виробництва деталей з

металофторопластових стрічок

Технологія виробництва металофторопластових стрічок

Дільниця для виробництва металофторопластових стрічок розрахована на дві автоматичні лінії. Одна лінія використовується для запікання бронзового шару на сталевій стрічці з мідним покриттям, а інша - для нанесення фторопласту.

Табл.5.4. Виготовлення стрічки

Внутрішній діаметр	Зовнішній діаметр	Довжина втулки
10	13	10; 12; 16
12	15	10; 12; 16; 20
15	18	10; 12; 16; 20; 25
16	19	10; 12; 16; 20; 25
18	21	12; 16; 20; 25; 32
20	23	16; 20; 25; 32; 40
22	25	16; 20; 25; 32; 40
25	28	16; 20; 25; 32; 40
30	33	20; 25; 32; 40; 50
32	37	20; 25; 32; 40; 50
36	41	25; 32; 40; 50
40	45	32; 40; 50; 60
55	60	32; 40; 50; 60; 65; 70

5.7 Режим роботи дільниці і фонди часу

Ми розглядаємо однозмінну роботу з п'ятиденним робочим тижнем і 254 робочими днями на рік.

Номінальний фонд часу для однозмінної роботи:

$$\Phi = \Phi_{(н.о.)} = \Phi_{(к.р.)} \quad (5.5)$$

де Φ , $\Phi_{н.}$, $\Phi_{р.}$ - номінальні фонди часу підприємства (дільниці, цеху), обладнання та робітника відповідно, в годинах.

Для п'ятиденного робочого тижня номінальний фонд часу працівника за розрахунковий період розраховується за

формулою:

$$\Phi_{(н.р.)} = (d_k - d_b - d_n) * t_p \quad (5.6)$$

де d_{nb} , d_{nn} - кількість днів перед вихідними та перед

святковими днями, в які тривалість зміни скорочується на 1

годину;

d_k , d_b , d_n - кількість днів - календарних, вихідних, святкових;

t_p - тривалість зміни в годинах.

$$\Phi_{нр} = (365 - 104 - 7) * 5 = 1270 \text{ годин.}$$

Номінальний фонд часу роботи обладнання дільниці при шестиденному робочому тижні визначається за формулою:

$$F_{[(н.л)]} = (d_k - d_b - d_n) * t_p * z \quad (5.7)$$

де z - КІЛЬКІСТЬ ЗМІН, $z = 1$.

Таким чином.

$$\Phi_{(н.о.)} = (365 - 104 - 7) * 5 * 1 = 1270.$$

Фактичний фонд робочого часу працівника при

шестиденному робочому тижні:

$$F_{(д.в.)} = (d_k - d_b - d_n - d_o) * t_p * \eta \quad (5.8)$$

де d_o - кількість святкових днів на рік;

η - коефіцієнт, що враховує неявки на роботу з поважних причин, $\eta = 0,96$.

$$\Phi_{o(н.п.)} = (365 - 104 - 7 - 26) * 5 * 0,96 = 1219,2 \text{ години.}$$

Фонд реального часу обладнання дорівнює:

$$\Phi_{\text{реал}}(д.ч.) = \Phi_{\text{реал}}(н.ч.) * \eta_0 \quad (5.9)$$

де η_0 - коефіцієнт, що враховує час простоя обладнання в ремонті, який дорівнює 0,95.

$$Fд.р = 1230 - 0,95 = 1168,5 \text{ годин}$$

5.7.1 Річна виробнича програма

Припускаючи, що процес виробництва стрічки є

безперервним зі швидкістю 22 м/год, і враховуючи години

роботи, ми можемо визначити обсяг виробництва стрічки

на запланований рік.

$$Fд = 1168,5 \text{ годин.}$$

$$L = Fд.р. * V, (5.10)$$

де Fф.р. - фактичний робочий час за рік;

V - швидкість руху стрічки.

Отже.

$$L = 1168,5 * 22 = 25707 \text{ м/год.}$$

Визначаємо трудомісткість виготовлення стрічки за рік:

$$T = Чп.р * n, \text{ людино-годин} (5.11)$$

де Фф.р - фактичний фонд робочого часу працівника, год;

n - чисельність працівників (виробництва), осіб.

$$T = 1230 * 7 = 8610 \text{ людино-годин.}$$

Трудомісткість погонного метра стрічки визначається за

формулою:

$$Тр.м = T/L, (5.12)$$

$$Тр.м = 8610/25707 = 0,335 \text{ людино-годин/м.}$$

5.7.2 Розрахунок кількості робітників

Виходячи з технології виробництва металофторопластових стрічок та необхідності

безпосередньої участі робітників у технологічному процесі,

ми визначили кількість робітників на виробництві. У нашому

випадку для забезпечення технологічного процесу

необхідно сім виробничих робітників.

Кількість допоміжних робітників приймається на рівні 5% від середньої кількості виробничих робітників.
Кількість допоміжних робітників становить 1 особу.

Чисельність інженерно-технічних працівників та службовців приймається на рівні 14% від середньорічної чисельності допоміжних та виробничих робітників.
Чисельність інженерно-технічних працівників та службовців - 2 особи.

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу в розрахунках приймається у розмірі 8% від суми середньорічної чисельності допоміжних та виробничих робітників.

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу - 1 особа.
Загальна кількість персоналу дільниці - 11 осіб.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5.8 Вибір обладнання, що використовується у

виробництві металоторопластової стрічки

Лінія спікання складається з наступних агрегатів:

Пристрій для розмотування рулонів.

Пристрій випрямлення рулонів.

Агрегат миття та очищення.

Ліч спікання.

Тягнучі та калібрувальні валки.

Намотувальна машина.

5.8.1 Розрахунок площі ділянки

Площа ділянки розраховується з площі, зайнятої обладнанням, з урахуванням робочих зон і проходів, за формулою:

$$F_{д} = F_{обл} * Q \quad (5.13)$$

Де $F_{обл}$ - площа, зайнята обладнанням.

$$F_{gross} = 34 \text{ м}^2.$$

Q - коефіцієнт, що враховує робочі зони та проходи; $Q =$

$5/5,5$

$$F_{д} = 34 * 5 = 170 \text{ м}^2.$$

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ

Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я у зв'язку з трудовою діяльністю, регулює у взаємодії з відповідними державними органами відносини між власником підприємства і працівником щодо безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Державна політика у сфері охорони праці ґрунтується на таких принципах:

Повна відповідальність власника підприємства за створення безпечних умов праці.

Безпечні та нешкідливі умови праці;

Пріоритетність життя та здоров'я працівників;

Визнання єдиних стандартів охорони праці для всіх компаній.

Визнання єдиних стандартів безпеки та гігієни праці для всіх підприємств, незалежно від форми власності та виду економічної діяльності.

та виду економічної діяльності.

6.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Відповідальність за організацію виробничого середовища на підприємстві

покладається на директора та головних спеціалістів цехів і відділів. Основна відповідальність за організацію охорони праці на підприємстві покладається на інженера з охорони праці. Він підпорядковується безпосередньо директору,

складає план заходів з охорони праці на підприємстві та контролює їх

виконання. Контроль за виконанням трудового законодавства базується на принципі триступеневого контролю.

Перший етап здійснюється щоденно керівником дільниці або супервайзером.

Другий етап здійснюється раз на десять днів комісією на чолі з начальником цеху та старшим державним інспектором з охорони праці.

Третій етап проводиться раз на місяць комісією на чолі з головним інженером та головою профспілкового комітету.

Нещасні випадки розслідуються відповідно до чинного законодавства. Нещасні

НУБІП УКРАЇНИ

випадки на виробництві документуються актами. Розслідування проводиться комісією, складається акт у чотирьох примірниках, в якому зазначаються обставини та причини, що призвели до нещасного випадку, а також заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Усі нещасні випадки, що трапляються на підприємстві, реєструються у відповідному журналі.

Основною причиною нещасних випадків є недотримання працівниками правил техніки безпеки та невідповідність робочого місця вимогам цих правил.

Токарні верстати не мають захисту над заготовкою, використовуються інструменти, які не відповідають нормам безпеки.

НУБІП УКРАЇНИ

При аналізі лікарняних листів у цеху можна зробити висновок, що приміщення цеху не відповідає вимогам охорони праці та техніки безпеки, санітарно-гігієнічним вимогам, а система опалення незадовільна.

6.2 Аналіз промислової безпеки та санітарії

НУБІП УКРАЇНИ

Загалом виробничі приміщення відповідають стандартам безпеки та санітарії для виробничих підприємств. Ділянки, де під час виробничого процесу виділяється пил, пари та шкідливі гази, ізольовані від інших ділянок. Зона фарбування надійно ізольована від зварювальних і термічних ділянок.

Фарбування виробничих і допоміжних приміщень та обладнання відповідає вимогам.

Ширина коридорів між обладнанням відповідає нормам і є приблизно однаковою або більшою.

Переносні світильники підключені до електромережі напругою 36 В.

НУБІП УКРАЇНИ

Виробничі, санітарні та допоміжні приміщення обладнані центральним опаленням та вентиляцією, що забезпечує рівномірний нагрів та повітряний режим у приміщеннях. Середня температура в приміщенні магазину становить

14°C, що є недостатньою, за нормами вона повинна бути не менше 15°C, в

тепліх приміщеннях - 12-14°C, в адміністративно-побутових приміщеннях - 18-20°C.

Машини для підйому вантажів задовольняють цим вимогам. Висота підвісних

конвеєрів у вантажно-розвантажувальних зонах не повинна перевищувати 1,2 метра. Роликові конвеєри, які розташовані на більшій висоті, обладнуються індивідуальні вантажі перевозяться в спеціальних контейнерах.

Всі електроустановки розташовані в суворій відповідності до правил ПУЕ.

Приміщення електрообладнання надійно заземлені, для заземлення використовуються оцинковані труби $d = 35-40$ мм і довжиною більше Z_m з шипом на кінці. Труби закопані в землю на відстані Z_m від установки і з'єднані спеціальною стрічкою перерізом не менше 48 мм².

Шум і вібрації в цеху викликані роботою металорізальних верстатів і випробувальних стендів. Рівень шуму становить 45 Дб, при нормі 85 Дб; вібрації - 100 Дб, при нормі 120 Дб.

6.3. Аналіз стану пожежної безпеки

Для забезпечення пожежної безпеки на підприємстві розроблені протипожежні заходи відповідно до чинних нормативних документів.

У всіх приміщеннях розміщені плакати з основними положеннями правил пожежної безпеки, планом евакуації на випадок пожежі та іншою необхідною інформацією. Всі працівники компанії проходять навчання та

інструктаж з усіх видів і способів гасіння пожеж з використанням як

стандартного протипожежного обладнання, так і всіх підручних засобів.

Дороги, коридори та проїзди, шляхи під'їзду до водопроводу та місця розвантаження пожежного обладнання та інвентарю контролюються на предмет

наявності пожежної сигналізації. Виробничі приміщення та інші будівлі

обладнані блискавковідводами відповідно до вимог нормативних документів. У виробничих і складських приміщеннях, де є горючі та легкозаймисті матеріали, а також продукція в легкозаймистій тарі, встановлені електричні світильники закритого типу. На території підприємства є пожежне водоймище ($W=10$ м²).

НУБІП України

6.4. Заходи щодо поліпшення охорони праці на підприємстві

Заходи щодо поліпшення охорони праці в цеху шестеренних насосів

на 2019 рік [36].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

6.5. Джерела забруднення навколишнього середовища та шляхи їх

усунення

усунення на підприємстві

Охорона навколишнього середовища - одне з найважливіших завдань

людства на сьогоднішній день.

Компанія надає великого значення охороні навколишнього середовища і розробила комплекс заходів для цього.

1. Санітарно-захисні зони.

Окремі об'єкти та споруди з технологічними процесами, які є джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу, відокремлюються від

житлової забудови санітарно-захисними зонами. Відповідно до санітарної класифікації, санітарно-захисна зона становить 100 метрів.

2. Очищення газопилових викидів.

Для очищення газів використовуються контактні та абсорбційні апарати прямого типу. Для очищення повітря в цеху від пилю використовуються пиловловлювачі. Рекомендується використовувати електрофільтри з ефективністю 98%.

3. Очищення стічних вод.

Оскільки стічні води підприємства відносяться до третьої категорії, використовується тільки механічне очищення. До споруд механічного очищення відносяться решітки, пісковловлювачі та відстійники.

4. Утилізація промислових відходів.

Відходи від відремонтованих виробів поділяються на металеві та неметалеві. Неметалеві частини йдуть на вторинну переробку. Металеві деталі класифікуються на чорні та кольорові і відправляються на переплавку; металобрухт попередньо пресується.

Використані паливно-мастильні матеріали збираються в баки і відправляються на переробку.

7. ПЛАН ФІНАНСОВО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

7.1 Вартість основних засобів

Вартість придбання існуючих орендованих основних засобів визначена за результатами інвентаризації станом на 1 січня 2019 року. Згідно з оцінкою, вартість будівель та споруд становить 657036 грн. Вартість орендованих приміщень - 6478 грн. Обладнання - 100 000 гривень. Інструменти та інвентар - 42322 грн.

Відповідно, вартість основних засобів буде дорівнювати:

$$C_{\text{о}} = C_{\text{оз}} + C_{\text{об}} + C_{\text{інв}} \quad (7.1)$$

де $C_{\text{об}}$ - вартість обладнання, грн;

$C_{\text{буд}}$ - вартість будівель та споруд, грн;

$V_{\text{інв}}$ - вартість інструментів та інвентарю, грн.

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

Для спеціалізованої майстерні вартість основних засобів за договором оренди становитиме:

$$C_{\text{о}} = 6478 + 100000 + 42322 = 148800 \text{ грн}$$

7.2 Собівартість ремонту

7.2.1 Цехова собівартість ремонту

Цехова собівартість ремонту шестеренних насосів визначається по формулі:

$$C_{ц} = C_{пр.н} + C_{рм} + C_{оп} + C_{сн} + C_{ам.буд} + C_{ом.обл} + C_{рем.буд} + C_{рем.обл} \quad (7.2)$$

$C_{пр.н}$ - 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.;

$C_{ам.буд}$ - вартість амортизації будівель, грн.;

$C_{ом.обл}$ - вартість амортизації обладнання, грн.;

$C_{рем.буд}$ - витрати на ремонт будівель, грн.;

$C_{рем.обл}$ - витрати на ремонт обладнання, грн.

Повна заробітна плата робітників.

$$C_{прк} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц.страх} \quad (7.3)$$

де $C_{пр}$ - основна заробітна плата вир. Робочих;

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

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

$$C_{пр} = t_{вир} * C_{ч} * K_{г} \quad (7.4)$$

де $t_{вир}$ - трудомісткість на ремонт (виробу), $t_{вир} = 3,1$ год;

$C_{ч}$ - часова ставка робочих, $C_{ч} = 5.2$ грн.;

$K_{г}$ - коефіцієнт врахувань доплати за зверх урочні і інші роботи,

$$K_{г} = 1,025 \dots 1,03;$$

$$C_{пр} = 3,1 * 5,2 * 1,03 = 16,6 \text{ грн.}$$

Допоміжна заробітна плата:

$$C_{доп} = 10\% * C_{пр} = 16,6 * 10/100 = 1,6 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування:

$$C_{соц} = 47,5 (16,6 + 1,6) * 100 = 8,650 \text{ грн.}$$

$$C_{пр} = 16,6 + 1,6 + 8,650 = 26,859 \text{ грн.}$$

Вартість загально виробничих накладних витрат визначаються по формулі:

$$C_{оп} = R_{оп} * C_{пр} / 100 \quad (7.5)$$

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

$$C_{оп} = 240 * \frac{16,6}{100} = 39,8 \text{ грн.}$$

C_p - ремонтні матеріали у відповідності до технологій (розточні різці, фрези, шліфувальні круги) і вони складають 18 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:

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

Тоді

$$C_{ел.ен} = C_{ел.ен} * Q_{ел.ен} = 0,308 * 10,540 = 3,2 \text{ грн.}$$

Враховуємо амортизаційні відрахування. Так як ми орендуємо $\frac{1}{4}$ частину приміщення то $A_{буд}$ враховують $284112/4 = 71028$

$$A_{буд} = \frac{B_{буд} * 4\%}{100 * 2000} = \frac{71028 * 4}{100 * 2000} = 1,42$$

Амортизаційні відрахування на обладнання:

$$A_{буд} = \frac{B_{буд} * 20\%}{100 * 2000} = \frac{(40850 + 36480) * 20}{100 * 2000} = 7,73$$

Враховуємо відрахування на ремонт:

$$A_{буд} = \frac{B_б * 7\%}{100 * N} = \frac{71028 * 7}{100 * 2000} = 2,48$$

$$P_{обл} = \frac{B_о + B_{обл}}{100 * N} = \frac{(40850 + 36480) * 22}{100 * 2000} = 8,5$$

Визначаємо цехову собівартість ремонту виробу:

$$C_{ц} = 26,8 + 18 + 3,2 + 39,8 + 3,28 + 14,2 + 5,74 + 15,6 = 126,5 \text{ грн.}$$

7.2.2 Визначаємо повну собівартість ремонту виробу:

НУБІП України

$$C_{\Pi} = C_{\Pi} + C_{\text{ок}} + C_{\text{вп}} \quad (7.6)$$

де $C_{\text{ок}}$, $C_{\text{вп}}$ - розходи і невиробничі накладні затрати;

$$C_{\text{зр}} = C_{\text{пр}} * R_{\text{ок}}/100$$

$$C_{\text{вп}} = (C_{\text{ц}} + C_{\text{ок}}) * R_{\text{вп}}/100$$

НУБІП України

де $R_{\text{вп}}$, $R_{\text{нп}}$ - відповідно відсоток від загально виробничих і невиробничих затрат, $R_{\text{вп}} = 12,5\%$, $R_{\text{нп}} = 0,8\%$

$$C_{\text{зг}} = 16,6 * \frac{12,5}{100} = 2.$$

НУБІП України

$$C_{\text{нп}} = (16,6 + 1,6) * \frac{0,8}{100} = 1,5$$

Повна собівартість ремонту виробу

$$C_{\Pi} = 126,5 + 2 + 1,5 = 130 \text{ грн.}$$

7.3 Очікувані техніко-економічні показники

НУБІП України

7.3.1 Валова продукція

$$B_{\Pi} = N * C_{\text{оц}} \quad (7.7)$$

де N - виробнича програма $N = 2000$ шт.

$C_{\text{оц}}$ - відпускна ціна, $C_{\text{оц}} = 190$ грн.

$$B_{\Pi} = 2000 * 190 = 380000$$

НУБІП України

7.3.2 Плановий прибуток

$$\Pi = (C_{\text{ц}} - C_{\Pi}) * N \quad (7.8)$$

де $C_{\text{ц}}$ - собівартість.

$$\Pi = (190 - 130) * 2000 = 120000$$

НУБІП України

7.3.3 Рівень рентабельності

$$P_{\Pi} = 100(C_{\text{ц}} - C_{\Pi}) / C_{\Pi} \quad (7.9)$$

$$P_{\Pi} = \frac{100(190 - 130)}{130} = 46,1\%$$

НУБІП України

7.3.4 Затрати на 1 грн. товарної продукції

$$C_{\text{т}} = N * C_{\Pi} / B_{\Pi} \quad (7.10)$$

$$C_{\text{т}} = 130 * 2000 / 380000 = 0,68 \text{ грн}$$

7.3.5 Строк окупності цеху

$$O_m = C_o / П$$

$$O_m = 148800 / 120000 = 1,24 \text{ роки}$$

Таблиця 7.1 Техніко-економічні показники роботи.

Назва показників	Значення показників
Вартість основних виробничих фондів, грн.	148800
Відпускна ціна, грн	190
Виробнича площа, м ²	756
Кількість виробничих працівників	6
Собівартість 1 ремонту, грн.	130
Річна програма ремонту насосів	2000
Рентабельність майстерні, %	46,1
Плановий прибуток, грн	120000
Валова продукція, грн	380000
Термін окупності, роки	1,24

7.4 Собівартість послуг по ремонту, виручка від реалізації та фінансовий

результат діяльності підприємства

Основними компонентами виробничої собівартості є

- 1) витрати на матеріали та послуги (запасні частини, комплектуючі, інші запаси, паливо, електроенергія, послуги сторонніх організацій та інші аналогічні витрати).

- 2) Витрати на оплату праці працівників основного виробництва.

- 3) Відрахування на соціальні заходи.

- 4) Амортизація основних засобів.

- 5) Оплата праці адміністративного персоналу.

- 6) Відрахування на соціальні заходи.

- 7) Сума податків і зборів до списання.

- 8) Відсотки за кредит.

- 9) Сплата орендної плати.

10. інші витрати.

У технологічній частині розраховуються такі складові витрат, як матеріальні витрати, витрати на послуги та витрати на оплату праці.

Зведені дані про виробничі витрати представлені в таблиці 6.11.

Фінансовий результат підприємства (прибуток або збиток) визначається як різниця між виручкою та собівартістю продукції. Зведені дані про виручку від реалізації та фінансовий результат підприємства наведені в таблиці 7.11.

Податок на прибуток.

Об'єктом оподаткування є прибуток.

Ставка податку становить 30% від оподатковуваного прибутку.

Сума податку, що підлягає сплаті до бюджету, розраховується за формулою

$$П = (П_н - В_пт) * 30\%$$

де $П_н$ - величина прибутку для цілей оподаткування;

$В$ - вартість комерційних патентів.

Валовий дохід - це загальна сума доходу платника податку від усіх видів

7.5. Визначення порогу безбитковості виробництва

При плануванні діяльності підприємства важливо знати, при якій виручці підприємство досягає окупності постійних і змінних витрат. Уявлення про це дає поріг рентабельності.

Поріг рентабельності (безбитковості) - це така виручка від реалізації, при якій підприємство вже не має збитків, але ще не має прибутків. Прибуток в цій точці дорівнює нулю.

Визначення порогу рентабельності в грошовому виразі представлено в таблиці 7.15.

Таблиця 7.15 - Поріг рентабельності в грошовому виразі

Показник	Рядок	Сума
Виручка від реалізації, грн.	1	380000,00
Змінні витрати, грн.	2	197432,09
В	3 = 1-2	182567,91
Постійні витрати, грн.	4	62367,91
Собівартість, грн.	5	260000,00
Прибуток, грн.	6 = 1-2-4	120000,00
Рентабельність, %	7 = 6/(2+ 4) 100	46,15
Поріг рентабельності, грн.	8 = 4/(3 / 1)	130229,92

Фактична виручка від реалізації - це виручка від реалізації за рік без ПДВ і акцизного збору.

Змінні витрати - це витрати, що залежать від обсягу виробництва: матеріальні витрати, основна зарплата працівників, відрахування на соціальні заходи.

Постійні витрати - це витрати, що не залежать від обсягу виробництва. До таких витрат відносяться також податки, обсяг яких прямо не залежить від обсягу виробництва. В даному випадку, це земельний податок, податок з власників транспортних засобів, комунальний податок.

Згідно плану діяльності нашого підприємства дані обсяги перевищуються, тому надання послуг по ремонту є прибутковим і рентабельним.

Загальні висновки

Шестеренний насос НШ-У широко використовується у збірних гідравлічних системах сільськогосподарської та будівельної техніки. Вирішення проблеми якісного, недорогого ремонту цих насосів є актуальним для агропромислового комплексу нашої країни. Однією з багатьох вимог до насосів є надійність. Середній термін служби насосів НШ-У становить від 1,5 до 2 років. Під час експлуатації вони піддаються впливу великої кількості факторів, які призводять до зносу контактних частин і виходу з ладу насоса в цілому.

У документі описано сучасний стан технічного сервісу в агропромисловому комплексі України, наведено характеристики насосів та методи відновлення, а також розраховано виробничі параметри ділянки з ремонту шестеренних насосів. Розроблено технологічний процес відновлення сепаратора підшипника НШ. Розроблено заходи з охорони праці та навколишнього середовища. Робота є економічно обґрунтованою, так:

Собівартість ремонту одного насоса склала 130 грн;

- рівень рентабельності, % -46,1

- запланований прибуток, грн. -120000

- термін окупності, рік -1,24

При виконанні 685 ремонтів шестеренних насосів спеціалізована майстерня буде прибутковою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Профілактика аварій і травматизму в сільському господарстві / С.Д. Лехман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев та інші. - К. : Урожай, 1993. 272 р.

2. Основи наукових досліджень: навчальний посібник для вузів. - Київ - Одеса : Вища школа, 1981. - 208 с.

3. Malakhov V. S., Ruzhylo Z. V. Оцінка пошкоджуваності деталей вакуумних

насосів типу УВБ та РВН // Матеріали ювілейної наукової конференції викладачів, наукових співробітників та аспірантів, присвяченої 65-річчю агрономічного факультету. - К. : НАУ. - 1994. - С. 51.

4. Ремонт сільськогосподарської техніки. Посібник / за ред. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. - К.: Урожай, 1992. - 304 с.

6. Надійність сільськогосподарської техніки / В.В. Аудін, С.Г. Гранкін, М.І. Черновол, В.Я. Черкун; за ред. М.І. Черновола - К.: Урожай, 2010. 242 р.

7. Сідашенко О.І. Ремонт машин і обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін.; за ред. професора О.І. Сідашенка, О.А. Науменка - К.: Аграрна медіа група, 2018. - 632 р.

8. Ревенко Ю.І., Бистрий О.М., Мельник В.І., Новицький А.В., Ружилю З.В. Кваліметрія: підручник, Київ: Принтеко, 2022. 201 с.

9. Надійність сільськогосподарської техніки / С.Г. Гранкін, В.С. Малахов, М.І. Черновол, В.Я. Черкун; за ред. В.Я. К.: Урожай, 1988. 208 с.

10. Надійність техніки. Технологічні системи. Терміни та визначення. ДСТУ 2470:94. - [Чинний від 01.01.95] - К.: Держепоживстандарт України, 1994.

11. Дзюба Л., Зима Я., Лютий Є. Основи надійності машин: Підручник / Л. Дзюба, Я. Зима, Є. Лютий. 203 с.

12. Ремонт машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін.; за ред. О.І. Сідашенка - К.: Урожай, 1994. 400 р.

13. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1: Навчальний посібник / [Сідашенко О.І., Тихонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., Гончаренко О.О., Сайчук О.В., Аветісян В.К., Автухов А.К., Рибалко І.М., Сиромятніков П.С., Бантковський В.А., Маніло В.Л.] / За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тихонова. Харків: ТОВ "Пром-Арт", 2018. 416с.

14. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко. О.А. Науменко; за ред. О.І. Сідашенка - Харків: Прапор, 1992. 380 р.

15. Новицький А.В., Карабинош С., Ружилю З. Організація виробництва послуг. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.

16. Новицький А. В., Карабиньощ С. В., Ружи́ло З. В. Організація виробництва послуг. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.

17. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник / М.І. Черновол, В.Я. Черкун, В.В. Аулін та ін.; за ред. М.І. Черновола – Кіровоград: КОДО, 2010. 320 с.

18. Ревенко Ю.І., Бистрий О.М., Мельник В.І., Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Кваліметрія: підручник. Київ: Принтеко, 2023. 201 с.

19. Стандартизація та сертифікація лісогосподарської техніки: Новицький А.В., Дев'ятко О.В., Адамчук О.В., Онищенко В.В., Ревенко Ю.М., Денисенко М.М., Мельник В.І. Навчальний посібник. Київ: НУБіП. 300 р.

20. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. М. Ревенко, О. В. Адамчук, М. В. Онищенко, М. М. Денисенко, В. В. Мельник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр "Люкс", 2021. 157 с.

21. Сукач М.К. Технічний сервіс машин: підручник. Київ: Видавничий дім "Ліра". К, 2017. 290 с. 22. Патент України 61231А «Антифрикційна композиція» Дудчак В.П. опуб. 17.11.2003 Бюл.№11

23. Патент України 61232А «Спосіб виготовлення двошарового антифрикційного підшипника ковзання» Дудчак В.П. опуб. 17.11.2003 Бюл. № 11

24. Патент України на корисну модель №7628 „Антифрикційна пориста композиція” Дудчак В.П. опубл. 15.07.2005 Бюл.№7