

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ НАСОСНИХ
АГРЕГАТІВ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВАРИННИ-
ЦЬКИХ СТОКІВ**

Виконав: студент 2 курсу, групи МгМз-1-20
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Горач Павло Антонович

Керівник: _____ Васильєв Дмитро Леонідович

Рецензент: _____

Дніпро 2022

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Надійності і ремонту машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

НРМ

(назва кафедри)

д.т.н. професор

(вчене звання)

Дирда В.І.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„ _____ ” _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Горач Павла Антоновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення експлуатаційної надійності насосних агрегатів для видалення та транспортування тваринницьких стоків

керівник роботи д.т.н. доц. Васильєв Д.Л.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

24.01.2022

року № 120

2. Строк подання студентом роботи до 15.02.2022

3. Вихідні дані до роботи Існуючі конструкції установок для видалення та транспортування тваринницьких стоків. Існуючі пособи відновлення деталей типу вал. Показники стану охорони парці в базовому господарстві. Техніко-економічні показники роботи базового господарства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стан питання та задачі дослідження. 2. Теоретичний розділ. 3. Методика проведення експериментальних досліджень та їх результати 4. Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях. 5. Техніко-економічні показники роботи. Загальні висновки та пропозиції. Список літератури. Додатки

№ п/п	формат	Позначення	Найменування	К-сть аркушів	Номер Аркуша	Примітка
			Текстові документи			
	A4	49ДР.009 000. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	90		
			Демонстраційні матеріали			
			Презентація в форматі <u>Microsoft PowerPoint</u>	12		

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на тему: Підвищення експлуатаційної надійності насосних агрегатів для видалення та транспортування тваринницьких стоків.

Складається з п'яти розділів.

В першому проведено аналіз діяльності базового підприємства. Проведено аналіз системи видалення гною з тваринницьких приміщень та його транспортуванні до гноєсховища. Наведено будову та роботу насосного агрегату, а також проаналізовано їх надійність. Встановлено найбільш часті відмови та деталі які лімітують роботу насосу.

В другому наведено технологічні процеси для відновлення деталей, що лімітують роботу насосу, а саме вал, равлик та робоче колесо.

Розроблено методику та план експериментальних досліджень, наведено характеристику експериментальної установки. Проведено дослідження мікротвердості, структури зразків після зміцнення магнітно-імпульсним зміцненням. Наведено результати зносних випробувань.

Проаналізовано стан охорони праці в підрозділі базового підприємства та розроблено заходи по поліпшенню умов праці.

В п'ятому розділі проведено техніко-економічну оцінку магістерської роботи.

Магістерська робота складається з 90 сторінок пояснювальної записки та 12 слайдів демонстраційного матеріалу.

Ключові слова: тваринництво, тваринницькі стоки, насосний агрегат, робоче колесо, технологічний процес.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ РОБІТ ЗА ТЕМОМОЮ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
1.1. Відомості про базове господарство.....	9
1.2. Огляд методів видалення та транспортування гною.....	13
1.3. Аналіз конструкції та принцип дії насосних агрегатів типу НЖФ та НЖН.....	17
1.4. Аналіз надійності насосних агрегатів для перекачування рідких стоків при промисловому утриманні тварин.....	23
1.5. Висновки по огляду та постановка задач роботи.....	31
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ, ЩО НАЙЧАСТІШЕ ВИХОДЯТЬ З ЛАДУ.....	34
2.1. Розробка технології відновлення валу насосного агрегату НЖФ.....	34
2.2. Процес відновлення равлика металополімерною композицією честер молекуляр.....	51
2.3. Модифікування поверхні робочих коліс як спосіб керування службовими властивостями.....	53
2.4. Розрахунки робочого колеса.....	54
2.5. Висновки.....	57
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	58
3.1. Актуальність застосування методів комплексного зміцнення деталей для робочих коліс.....	58
3.2. Методика експериментальних досліджень.....	59
3.3. Установка для магнітно - імпульсного зміцнення.....	61
3.4. Результати експериментальних досліджень структури та мікротвердості зразків.....	64
3.5. Зношування зразків.....	67

3.6. Висновок.....	69
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	71
4.1. Загальні відомості про охорону праці на підприємстві ПАТ Агрокомбінат Слобожанський.....	71
4.2. Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	72
4.3. Аналіз виробничого травматизму на підприємстві.....	73
4.4. Заходи з поліпшення охорони праці на ділянці ремонту обладнання свиногокомплексу.....	75
4. 5. Висновок	78
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	87

ВСТУП

Видалення стоків при утриманні тварин дуже складна та трудомістка процедура, яка включає в себе роботи по видаленню гною його транспортуванням до місця зберігання чи переробки та інше. За даними [1, 2] на операції по видаленню та транспортуванню гною витрачається до 50% всіх транспортних витрат на фермі. Так при утриманні ста тисяч голів свиней за рік треба транспортувати близько 1 млн. м³ стоків.

Свинарство є найбільш скоростиглою галуззю тваринництва. Більш 40 % свинини виробляється на малих, середніх і великих свинарських фермах з поголів'ям від 100 до 12000 гол. [3]. Технології утримання тварин передбачають виробництво рідкого, напіврідкого й твердого гною [4]. Існуючі в цей час технології переробки рідкого гною не відповідають сучасним вимогам з ряду причин, основними з яких є: – використання малоефективних і енерговитратних технологій і технічних засобів для переробки рідкого гною; – забруднення навколишнього середовища в місцях нагромадження й зберігання рідкого гною; – відсутність логістики при виробництві органічних добрив з рідкого гною. Матеріал і методи дослідження. Найпоширенішою на сьогодні є технологія переробки рідкого гною на свинарських фермах, що включає приймачі-накопичувачі, розташовані біля кожного технологічного приміщення (свинарника) з насосами й системами перемішування, об'єми яких розраховані на добове нагромадження гною.

Періодично (1 раз у добу) гній цистернами вивозиться в прифермський двосекційний відстійник-накопичувач рідкого гною. Кожна секція відстійника-накопичувача розрахована на 12-місячний об'єм нагромадження гною від ферми. Як правило, відстійники - накопичувачі не мають ізоляційного покриття підстави й бічних стінок, що сприяє проникненню незнезараженого гною в підґрунтові води й становить небезпеку для навколишнього середовища. У процесі природнього знезаражування протягом року рідкий гній розшаровується на осад, який осаджується на днище відстійника-накопичувача, рідину й верхній

шар (кірку), що полягає із включень, щільність яких менше щільності рідини. Після закінчення 12 мес. рідкі органічні добрива використовуються в рослинництві, для чого потрібно постійне локальне перемішування гною міксером або насосною установкою в місцях його забору.

Для перемішування та транспортування використовуються насосні агрегати, як вітчизняного так і закордонного виробництва.

Однак, на сьогодні ресурс вітчизняних насосів суттєво нижче, чим у закордонних аналогів. Порівняно невисокий ресурс вітчизняних насосів обумовлений, насамперед, великою інтенсивністю зношування поверхневих шарів робочих коліс і їх низкою втомною міцністю. Крім того, ресурс робочого колеса в 1.5-2 рази нижче ресурсу інших деталей насоса (вала, корпусу, циліндра), що визначає їх різноресурсність і знижує ефективність експлуатації. Так на заміну найбільш навантаженого робочого колеса насоса потрібно витратити значну частину робочого часу, що приводить до простоїв дорогого встаткування. Тому вибір і обґрунтування методів підвищення ресурсу насосів є актуальним науковим завданням.

Публікації. За результатами роботи надруковано статтю: Горач П.А. Аналіз надійності насосних агрегатів для перекачування рідких стоків при промисловому утриманні тварин / Горач П.А. // матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. Пріоритети сучасної науки (частина I): Київ : МЦНД, 2022. – С. 38-41.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Відомості про базове господарство

ПАТ Агрокомбінат Слобожанський створено у вересні 1996 року в наслідок реформування однойменного колгоспу-комбінату. Основний профіль підприємства - свинарство. За результатами 2010 року Слобожанський потрапив у десятку самих найбільших свиного господарств України по обсягах маткового поголів'я, а також вирощеної й зданої на переробку свинини.

ПАТ Агрокомбінат Слобожанський знаходиться в Харківській області в Чугуєвському районі в смт. Чкаловське.



Рис. 1.1. ПАТ Агрокомбінат Слобожанський

Діяльність господарства різностороння і її структура наведена на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Структура агрокомбінату Слобожанський

Після масштабної реконструкції із червня по жовтень 2012 року було закуплено 5000 свиней з Данії (генетика Danav1). Після закінчення другої черги реконструкції господарство значно збільшило свої потужності [5].

Земельний фонд ПАТ Агрокомбінат Слобожанський становить близько 7500 га. На цих землях вирощується озима пшениця, ячмінь, кукурудза, соя, соняшник для наступного виробництва комбікормів на власному комбікормовому заводі. Врожайність основних культур наведено в таблиці 1.1.





Рис. 1.3. Культури, що вирощуються в господарстві

Таблиця 1.1 – Врожайність основних культур

№	Назва культури	Врожайність, ц/га
1	Озима пшениця	55-65
2	Кукурудза	60-68
3	Озиме жито	58
4	Озимий ріпак	30
5	Соняшник	20-25
6	Соя	18-22

Окрема увага ПАТ Агрокомбінат Слобожанський приділяє пайовикам, які довірили свою землю нашому підприємству. В 2016 р. року ПАТ Агрокомбінат Слобожанський переглянув умови оренди паїв землі на користь пайовиків і збільшив розмір орендної плати на 25%.

Свинарство є основним пріоритетним напрямком діяльності ПАТ Агрокомбінат Слобожанський. На сьогоднішній день у структурі Агрокомбінату 2 автоматизованих свинокомплексу. Центри виробництва свинини ПАТ Агрокомбінат Слобожанський відповідають найвищим світовим стандартам. Племінна база й устаткування були закуплені в провідних європейських виробників, на підприємстві працює висококваліфікований персонал, а керування свинофермами здійснюється притягнутим датським фахівцем найвищої категорії.

Усі свинокомплекси ПАТ Агрокомбінат Слобожанський оснащені сучасними очисними спорудженнями й відповідають міжнародним екологічним стандартам. Підприємство має дозвіл на використання гною зі своїх свинокомпле-

ксів як органічного добрива.

На свинокомплексі застосовується сучасна інтенсивна технологія вирощування свиней на промисловій основі. Система організації виробництва дозволяє забезпечити безперервність, ритмічність, пропорційність роботи всіх ділянок комплексу. Технологія змісту розроблена постачальником устаткування — німецькою фірмою Big Dutchman. Вона відрізняється оригінальними технологічними концепціями, прийнятими в розробці свинокомплексу, такими як: застосування кращих світових досягнень у механізації, автоматизація технологічних процесів і облік світового досвіду експлуатації свинокомплексів із застосуванням експериментальних розв'язків, які передбачають замкнений цикл виробництва.

На підприємство завезене маткове поголів'я з Данії з генетикою породи Йоркшир-Дюрок для одержання товарного поголів'я беконної свинини першої категорії. За станом на початок цього року на Слобожанському утримується близько 8000 свиноматок. У корпусах свині утримуються в спеціалізованих групових верстатах, що мають залізобетонну ґратчасту підлогу із системою гноєвидалення, що виключає контакт тварин з екскрементами, охороняє їх від впливу вологи, забезпечує дотримання норм гігієни й комфорту. Системи мікроклімату, годівлі, водопостачання на комплексі — автоматизовані.

Свині одержують збалансований повнораціонний корм і воду в достатку, за це відповідає автоматизована система рідкої годівлі. Власний комбікормовий завод дозволяє забезпечити сучасну кормову базу. Для годівлі на свинофермах використовують повноцінні ретельно збалансовані комбікорми з додаванням преміксів. Готують корми по спеціально складених рецептах від датських ветеринарів.

Продуктивність комбікормового заводу – 20 тонн/годину високоякісних кормів. Для всіх вікових і технологічних груп використовують корми тільки власного виготовлення з високоякісної сировини, без стимуляторів росту. Відгодівля триває 87 днів, середньодобовий приріст ваги становить 942 грама.

Високі продуктивні показники можливі тільки при гарному змісті, який

повною мірою забезпечує ПАТ Агрокомбінат Слобожанський. До переваг даних датських порід відносяться високі показники росту розвитку й продуктивності, а їх характеристики дозволяють уважати ці породи кращими в категорії беконних свиней. Тварини мають високоякісний бекон і тонким шпиком, по змісту м'яса й меншій товщині сала вони на 2-5% перевершують інші породи.



Рис. 1.4. Свинарство в ПАТ Агрокомбінат Слобожанський

1.2. Огляд методів видалення та транспортування гною

Гній і послід – коштовні органічні добрива, що дозволяють підвищити врожайність сільськогосподарських культур. Перевід тваринництва на промислову основу, будівництво великих тваринницьких комплексів обумовлює різке збільшення зосереджених обсягів гною, який повинен бути перероблений для повноцінної його утилізації, не допускаючи забруднення навколишнього середовища.

Видалення, переробка й використання такої кількості гною (особливо рідкого) – одна з найбільш складних проблем промислового тваринництва.

Залежно від виду тварин, способу їх утримання, раціону годівлі міняється склад гною і його вдобрювальна цінність. Технологічний процес видалення рідкого гною наведено на рис. 1.5.

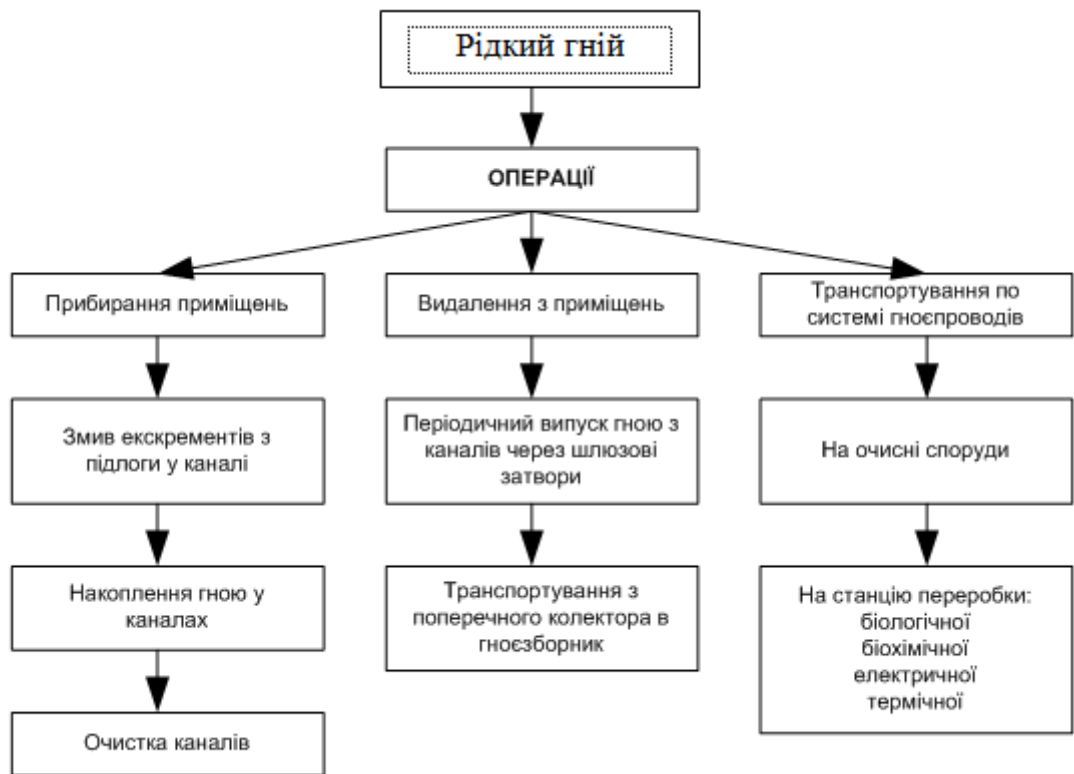


Рис. 1.5. Технологічний процес видалення рідкого гною

Види систем гноєвидалення

Найпоширеніші варіанти видалення гною у свинокомплексах – самосплавна система й гідрозмив (рис. 1.6). У невеликих господарствах, фермах ВРХ можливе використання скребкового транспортера та гноєприбирального обладнання.

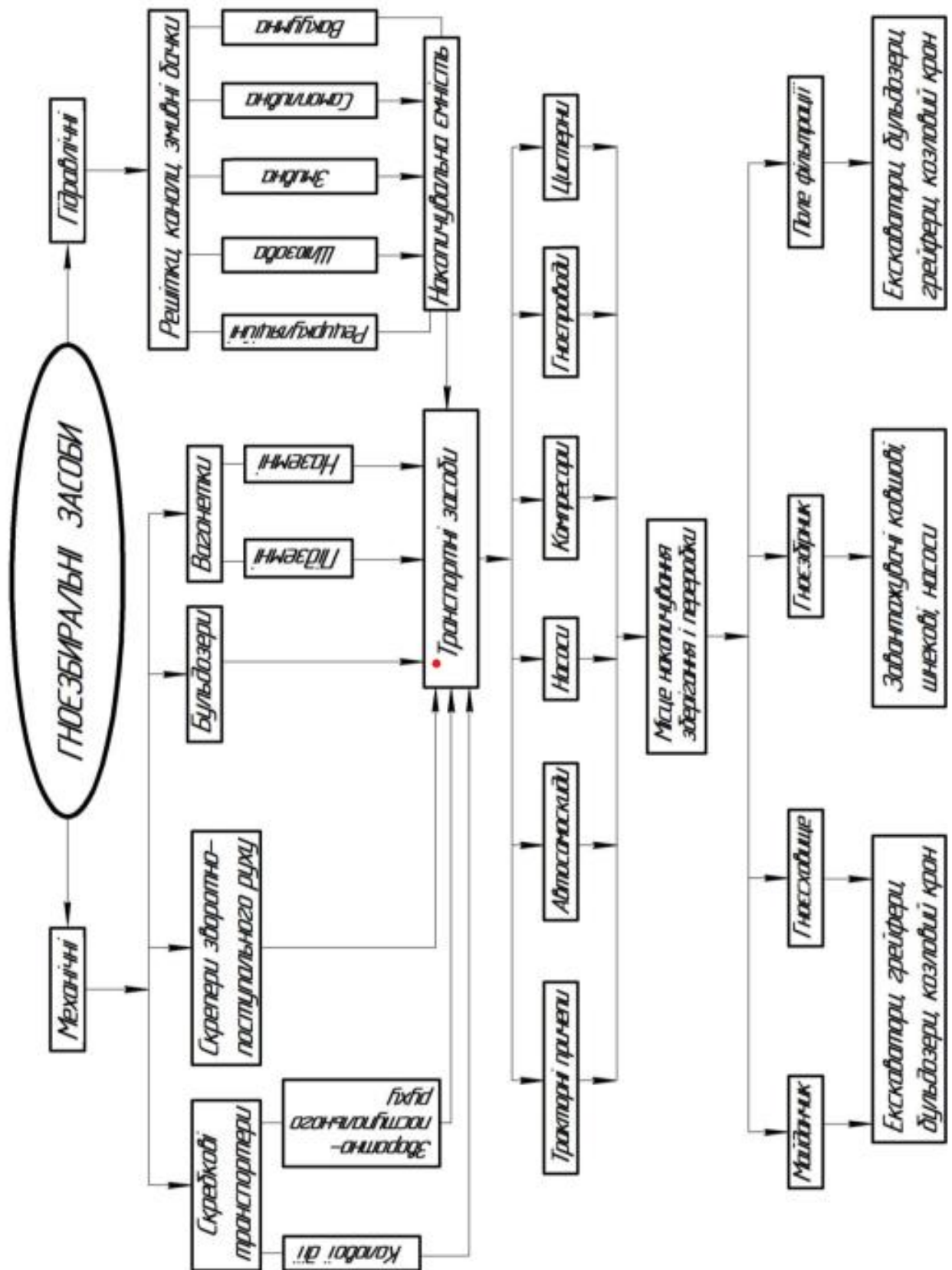


Рис. 1.6. Схеми видалення гною

1. Самосплавна система гноєвидалення користується популярністю, завдяки своїй зручності, простоті експлуатації й економічності. Вона не вимагає

установки складного й дорогого встаткування, працює з використанням мінімальної кількості води. Видалення стоків відбувається за графіком. Залежно від розмірів тварин це може відбуватися раз в одну-два тижні. Це припускає більш рідке звільнення відстійників і тривалий період наповнення ємностей для зберігання стоків.

Принцип роботи самосплавної системи наступний. Гній і рідота накопчуються у ваннах гноєвидалення. Вони виконуються з бетону зі спеціальними добавками, що підвищують стійкість матеріалів в агресивному середовищі. Поверхня ванн шліфується для того, щоб максимально зменшити можливість налипання фекалій. У кожній ванні виконується зливальний отвір із заглушкою. При підйомі заглушки гнойові маси потрапляють у каналізаційну систему. Каналізаційні труби укладаються з певним нормативним ухилом – це забезпечує самопливне переміщення стоків у тимчасові гноєприймачі.

2. Гідрозмивна система припускає використання великої кількості води. Тому використання гідрозмиву на великих тваринницьких комплексах економічно недоцільно. Працює гідрозмив у такий спосіб. Близько самопливних каналів устанавлюються трубопроводи, від яких відходять більш тонкі розподільні труби з форсунками на кінці. Подаючи воду за допомогою насосів, така система робить очищення каналів від залишків гнойових стоків.

3. Скребковий транспортер використовується переважно в невеликих корпусах. Видалення фекалій здійснюється транспортерами кругового руху, які рухаються на відкритим гнойовим каналам.



Рис. 1.7. Гноєсховище агрокомбінату Слобожанський

Після витримки рідкого гною його закачують в машини для внесення рідких органічних добрив типу МЖТ-8.

Для перекачування гною використовують в основному насосні агрегати типу НЖФ – 150, НЖН-200-А й НЦІ-Ф-100, а також їх модифікації.

1.3. Аналіз конструкції та принцип дії насосних агрегатів типу НЖФ та НЖН

Насоси НЖФ – 150, НЖН-200-А й НЦІ-Ф-100 призначені для перекачування рідкого гною з гноєсховищ у транспортні засоби або трубопровід. Насоси випускаються в стаціонарних і пересувних варіантах.

Загальний пристрій насоса НЖН-200-А показано на рис. 1.8. Насос складається з мішалки 1; обгінної муфти 2; шнека 3, що піднімає рідкий гній на відцентровий насос 4; опор 5, що регулюють положення насоса по горизонталі; роликів лебідки 6; її редуктора 7; електромотора 8 і ланцюгової передачі 9, що регулюють положення насоса по вертикалі, і основного електродвигуна 11 –

вологозахищеного виконання, подрібнюючого ножа 10, що поставляється заводом по замовленому варіанту.

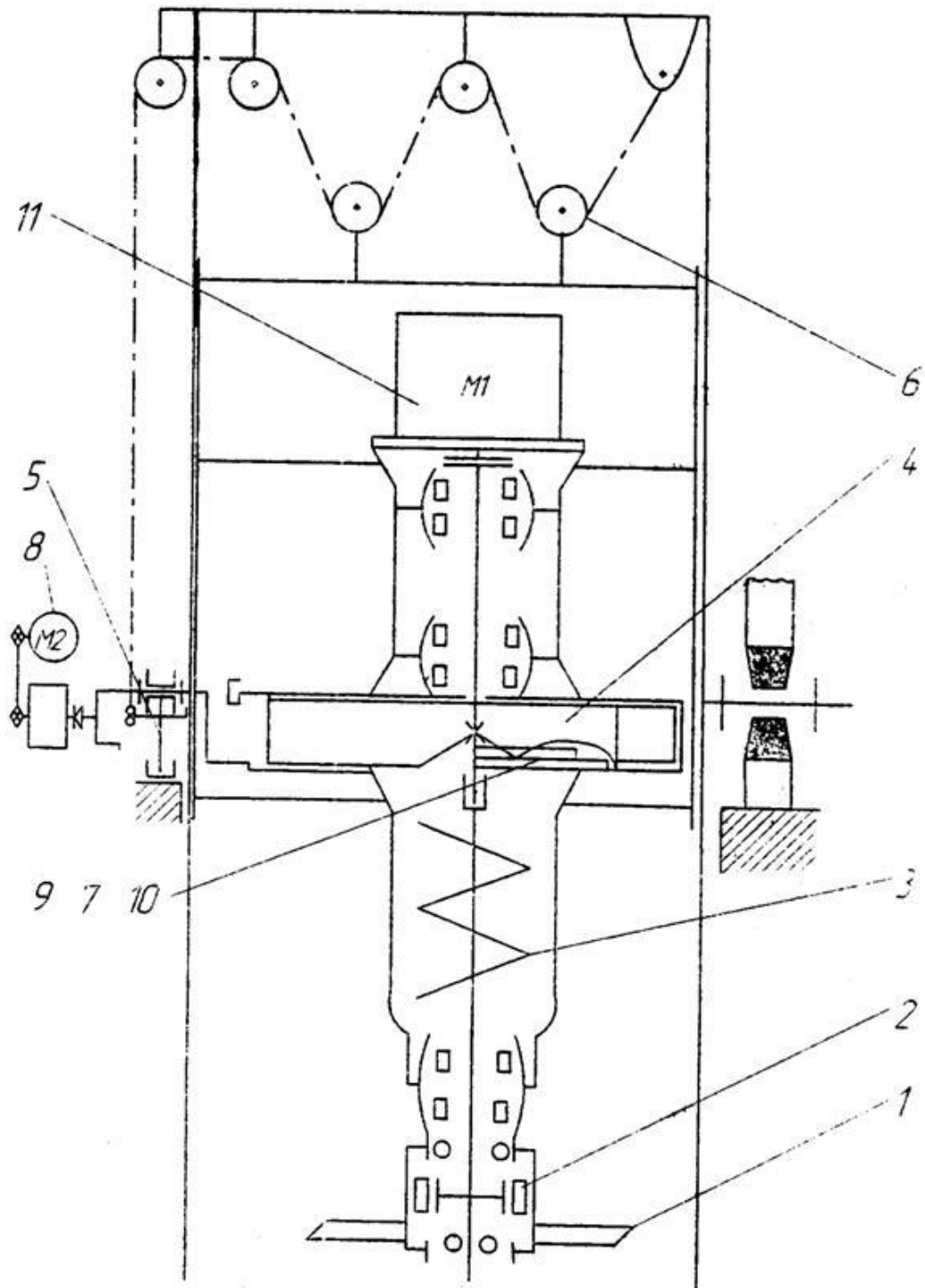


Рис. 1.8. Схема насоса НЖН-200-А для рідкого гною

1 – лопатева мішалка; 2 – обгінна муфта; 3 – шнек; 4 – насос; 5 – лебідка; 6 – ролик; 7 – редуктор; 8 – електродвигун лебідки; 9 – зірочка; 10 – ніж подрібнювача; 11 – електродвигун.

Найбільш раціональний і дешевий спосіб видалення гною – гідрозмив з наступним перекачуванням його в гноєприймачі і гноєнакопичувачі, і подальшого його перекачування по трубопроводу в прифермерські гноєсховища. Для цих цілей у систем машин передбачено фекальний насос, насос для рідкого гною відцентрові насоси і фекальні насоси добре працюють тільки в умовах перекачування й видалення безпідстилкового гною.

Насоси для рідкого гною працюють на фермах із утриманням тварин на нормальній підстилці (1 кг на 1 голову КРС в інтервалі вологості 86-99%), а насоси з подрібнювачем допускають у гної наявність твердих включень (залишків корму, соломи, підстилкових матеріалів) розміром не більш 100 мм по довжині й 60 по товщині.

Для нормальної роботи насоси повинні бути опущені на глибину, достатню для роботи насоса, але не до електродвигуна. Найбільш раціональні насоси із подрібнювачем типу НЦІ будуть працювати на перемішування, якщо глибина занурення мішалки буде в межах 0,4-0,6 м, що відповідає зануренню насоса в гній приблизно на рівень від додаткових вікон до нижнього краю равлика. Для перекачування оптимальна глибина занурення перебуває між нижнім краєм равлика насоса й серединою корпусу насоса (між равликом і електродвигуном).

Робочий процес починається з режиму перемішування для відстояного гною. При цьому можна піднімати й опускати насос у гній без вимикання мішалки. Режим перемішування триває від 2 до 5 хвилин. Потім проводиться перемикання насоса на режим відкачки. Після закінчення роботи, особливо в зимовий час, необхідно підняти рукава на місцях вигинів і злити залишки гною короткочасним, на кілька хвилин, включенням насоса на режим перемішування.

Після закінчення роботи необхідно підняти насос над можливо верхнім рівнем гною в накопичувачі, щоб уникнути затоплення електродвигуна насоса.

Необхідно також пам'ятати, що є можливість здрібнювання кормових залишків підстилки й твердих органічних включень застосуванням насосів з подрібнювачами. Для цього випускаються насоси НЦІ-Ф-100 або на замовлення можна виготовити насоси 200-А-1 з подрібнювачем. Ніж 10 із протирижучою

пластиною ставиться в нижній частині равлика насоса 4. подрібнюючих пристроїв знижує напір на 50%, продуктивність на 20% у насосах серії НЦІ, на 5 і 10%, відповідно, у насосах серії НЖН. Зазор між ножами оглядається зняттям додаткових вікон забору рідини насоса.



Рис. 1.9. Насос НЦІ з подрібнювачем

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика НЦ [6. 7]

Подача	100 м ³ /год
Напір (при нульовій витраті)	8-10 м
Максимальна глибина вивантаження в стандартному виконанні	3 м
Потужність електродвигуна	11 кВт
Число обертів	1000 об/хв.
Діаметр патрубка	
- напірного	100 мм
Матеріал проточної частини	сірий чавун
Габаритні розміри	1050x550x4155 мм
Маса не більш	500 кг.

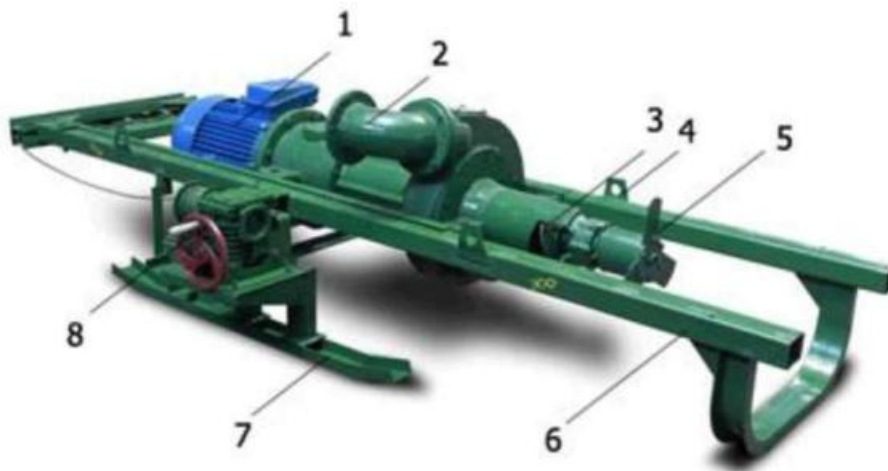


Рисунок 1.10 - Загальний вигляд насоса НЖН-200:

1 —електричнийдвигун; 2 — коліно для приєднання відвідного рукава; 3 — шнек; 4 — отвір для транспортування; 5 — лопатева мішалка; 6 — поворотна рама; 7 — лапа; 8 — лебідка

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика НЖН [7. 8]

Потужність двигуна насоса, кВт//напруга., В	30//220/380
Частота двигуна насоса, об./хв.	970
Потужність двигуна лебідки, кВт/напруга., В	0,75/380
Частота двигуна лебідки, об./хв.	1420
Максимальна глибина вивантаження, м	3.5
Повний напір, м вод. ст.	20
Продуктивність, м ³ /год	300
Швидкість підйому(опускання), м/хв.	0,7-1,1
Габаритні розміри, мм./вага, кг.	3560x1850x900/1100

Насос типу НЖФ-150 призначений для перекачування жомоводяної суміші, а також для перекачування фекальних рідин з температурою до 100 С⁰. Насос типу НЖФ-150 є відцентровим, горизонтальним одноступінчастим консольного типу з робочим колесом однобічного входу [7. 8. 9].



Рис. 1.11. Насос типу НЖФ

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика НЖФ

Подача, м ³ /год	250
Повний напір, м. вод. ст.	41
Потужність ел. двиг. кВт	55
Число обертів, об/хв.	1450
Діаметр роб. колеса, мм	380
Ширина роб. колеса на вихід, мм	75
ККД, %	58
Діаметр всм. патруб., мм	200
Діаметр нагн. патруб., мм	150
№ підшипників	313
Кіл-ть підшипників, шт.	4

1.4. Аналіз надійності насосних агрегатів для перекачування рідких стоків при промисловому утриманні тварин

В більшості випадків в транспортувальних установках використовується відцентровий насос, саме його надійність і розглянемо далі.

Досить істотною перевагою відцентрових насосів є малі габарити, більші швидкості обертання, з якими працюють частини, що рухаються, насосів і переміщається рідина. Відсутність у відцентрових насосах зворотно-поступального руху й викликуваних їм сил інерції допускає можливість роботи при мінімальних розмірах фундаментів і що, дуже важливо, без пульсації потоку рідини. У зв'язку з цим вартість самого насоса, переміщення, первісної установки, подальшого відходу й ремонту значно менше, чим для поршневого насоса. Також перевагою є наявність обертового руху одного лише вала, при цьому з більшим числом обертів без зворотно-поступальних рухів яких-небудь частин, що значно спрощує з'єднання із двигуном, усуває складні передавальні механізми, особливо при безпосередньому приєднанні відцентрового насоса до

двигуна на одному валу [10].

Насосний агрегат марки НЖФ – 150 (вибрано в якості об'єкта дослідження) умовно складається з п'яти складових частин: електродвигун, муфта, підшипниковий вузол, система охолодження та насос їх відмови наведено на рис.

1.12.

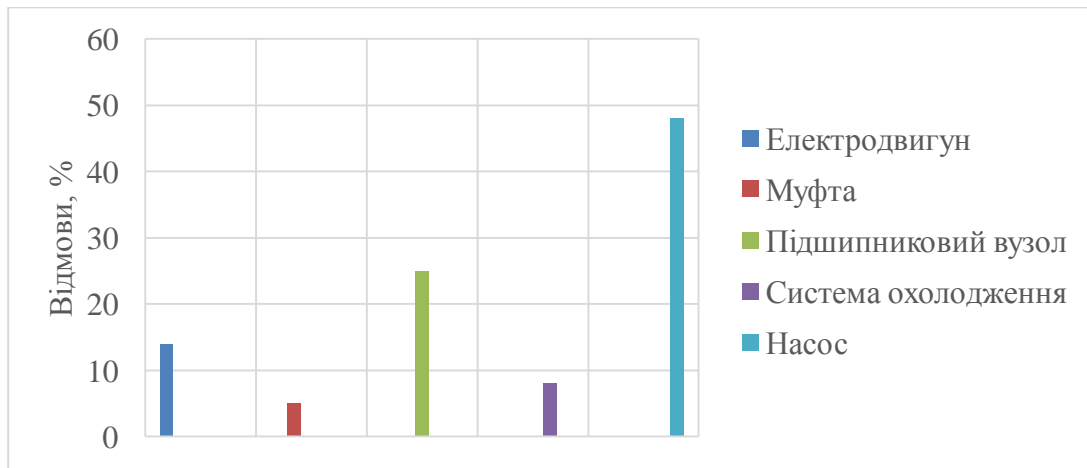


Рис. 1.12. Відмови насосного агрегату НЖФ – 150

Відмови й зниження працездатності насосного встаткування головним чином пов'язані з нагромадженням необоротних ушкоджень у їхніх деталях, вузлах і елементах. Ці ушкодження бувають як механічного (утома, зношування, розтріскування, нагромадження пластичних деформацій), так і фізико-хімічного походження (корозія, ерозія, адсорбція).

Аналіз даних по відмовах і ремонтах деталей і вузлів насосних агрегатів, марки НЖФ-150, що експлуатуються на свинокомплексах показує, що основним дефектом є знос деталей, а саме для валів до 85%, для робочих коліс до 77%, для підшипників до 43%, для ущільнень до 62%. Для корпусу насоса переважною є кавітація до 58%. Вал є однією з відповідальних деталей відцентрового насоса, його надійність визначає в значній мірі надійність роботи насоса в цілому, розподіл дефектів валів наведено на рис. 1.13.

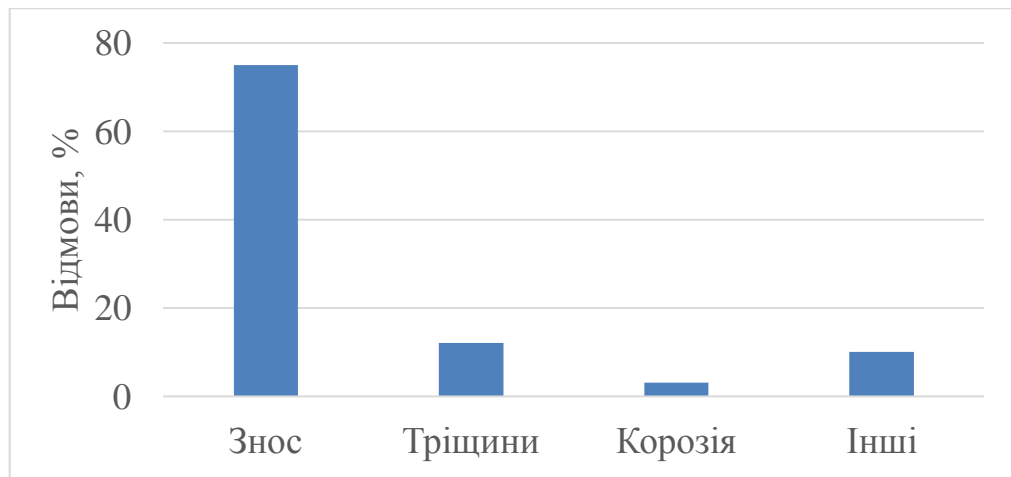


Рис. 1.13. Відмови валів насосного агрегату НЖФ-150

На рис. 1.14. Наведено загальний вигляд валу насоса з дефектними місцями.



Рис. 1.14. Дефекти валу насосу

На робочі колеса припадає близько 25 % відмов. При ремонті в основному відбувається заміна робочих коліс, що говорить про те, що нагромадження ушкоджень відбувалося до зупинки насосного агрегату до проведення планового ремонту. Однак коли в процесі експлуатації нагромадження ушкоджень у робочому колесі досягає такого критичного рівня, при якому воно не може виконувати своє функціональне призначення, то відбувається аварійна зупинка насосного агрегату й потрібне проведення вже позапланового ремонту. Це пояснюється тим, що при визначенні міжремонтних періодів насосного встаткування не враховується режим роботи насосного агрегату й зміна напружено-

деформованого стану його робочого колеса.

Вагомим зносом робочого колеса є – кавітація (рис. 1.15). Саме кавітація призводить до поступової втрати матеріалу робочого колеса яке з часом руйнується (рис. 1.15а).



Рис. 1.15. Сліди кавітаційного зносу робочого колеса насоса

а – робоче колесо з кавітаційним зносом, б – сліди кавітації збільшення x50



Рис. 1.16. Руйнування робочого колеса насоса



Рис. 1.17. Знос підшипників

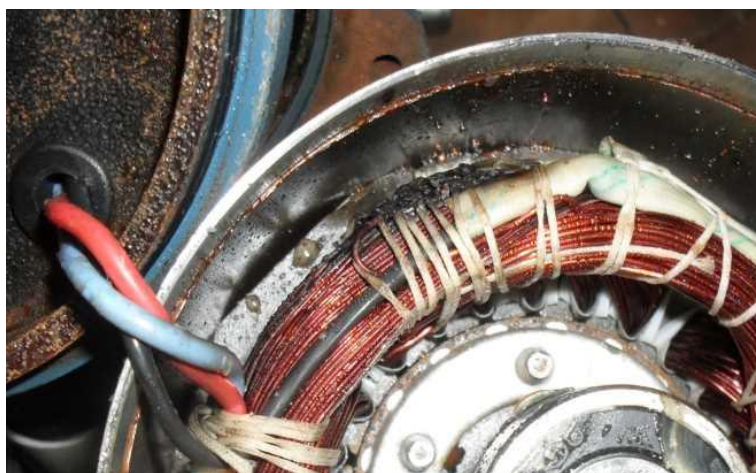


Рис. 1.18. Потрапляння вологи до обмотки електродвигуна



Рис. 1.19. Кавітаційний знос равлика насоса

Більш детальний аналіз відмов насосних агрегатів наведено в таблиці 1.5. Данні таблиці отримані за результатом аналізу дефектних відомостей ПП сервісний центр ВОДОГРАЙ м. Дніпро, яке займається ремонтом та обслуговуванням насосних агрегатів. Та компанії ТОВ МонтажЕнергоІнвест м. Харків, яке займається також ремонтом та продажем насосів. Данні наведено за період п'ять років з 2016 року. Данні наведено не тільки по фекальним насосам, а і по насосам, що працюють при перекачуванні забруднених дренажних стоків.

Таблиця 1.5 - Кількість відмов насосів НЖФ

№	Причини	2016-2021 р	
		Кіл-ть	%
1	Механічні ушкодження живильного кабелю	16	6,0
2	Засмічення мехдомішками	60	49,1
3	Пропіонат (відкладання солей)	35	27
4	Негерметичні НКТ	3	1,1
5	Інші	3	1,1
6	Безконтрольна експлуатація	1	0,4
7	Зношування робочих коліс	56	28
8	Відмова гідрозахисту	1	0,4

9	Безконтрольний вивід на режим	1	0,4
10	Відмова кабелю	6	2
11	Неякісний монтаж	6	2,2
	РАЗОМ:	196	

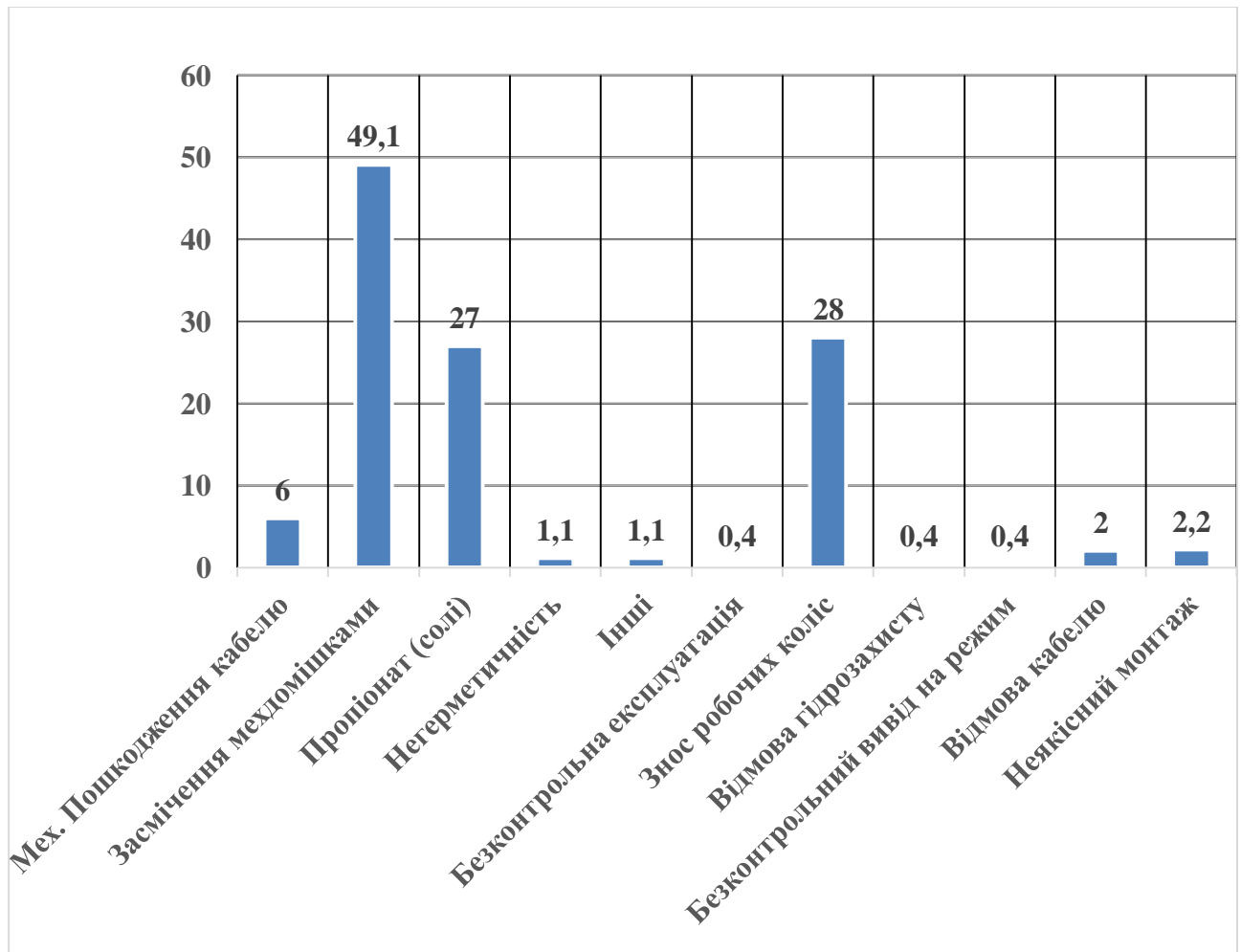


Рис. 1.20. Розподіл відмов насосного агрегату

Слід помітити, що представлені дані мають відносно умовний характер. Так, наприклад, міжсекційні руйнування мають якийсь комплекс ряду причин.

У той же час поглиблений аналіз таблиці 1.5 показує, що такі вагомі фактори, як - пропіонат, - засмічення мехдомішками і ін. пов'язані зі зношуванням робочих коліс.

Видно, що велика кількість відмов НЖФ викликане внаслідок відкладання солей на робочих колесах і інших елементах НЖФ. При роботі НЖФ робочі

колеса насоса нагріваються, і на їхніх поверхнях утворюються солоні нальоти як накип, які, згодом збільшуючись, зменшують прохідні діаметри отворів. Вміст солей у стоках досить високий.

У насосах, що відмовили використовувалися робочі колеса із чавуну в 173 установках (72 %), з поліаміду - в 19 установках (7,9 %), з нєрезиста - 13 установках (5,4 %), в 29 установках матеріал робочих коліс не встановлений, тому що ревiзiя не проводилася. Кількість відмов наведено в табл. 1.5.

Проте з аналізу таблиці видно, що велика кількість відмов пов'язано із за-сміченням установки механічними домішками (22-27 %) і через недостатню ор-ганізацію процесу експлуатації НЖФ (13-27 %).

У таблиці 1.6 представлена структура аварій залежно від матеріалу робо-чих коліс, де видно, що максимальна кількість аварій у коліс із чавуну 85,2%, після йде порошковий матеріал -10%, у нєрезиста -9,5%. Слід зазначити, що такі матеріали, як вуглепластик занадто дорогі, і сьогодні у якості матеріалу коліс не можуть скласти конкуренцію чавуну. Така відмінність пов'язана з тех-нологією виготовлення, зокрема з використанням ливарної технології.

Таблиця 1.6 - Структура аварій залежно від матеріалу робочих коліс

Матеріал							
Чавун		Порошковий ма- теріал		Нєрезист (Ni- Resist)		Вуглепластик	
нов	рем	нов	рем	нов	рем	нов	рем
15	85,2	5	10	1	9,5	0	0

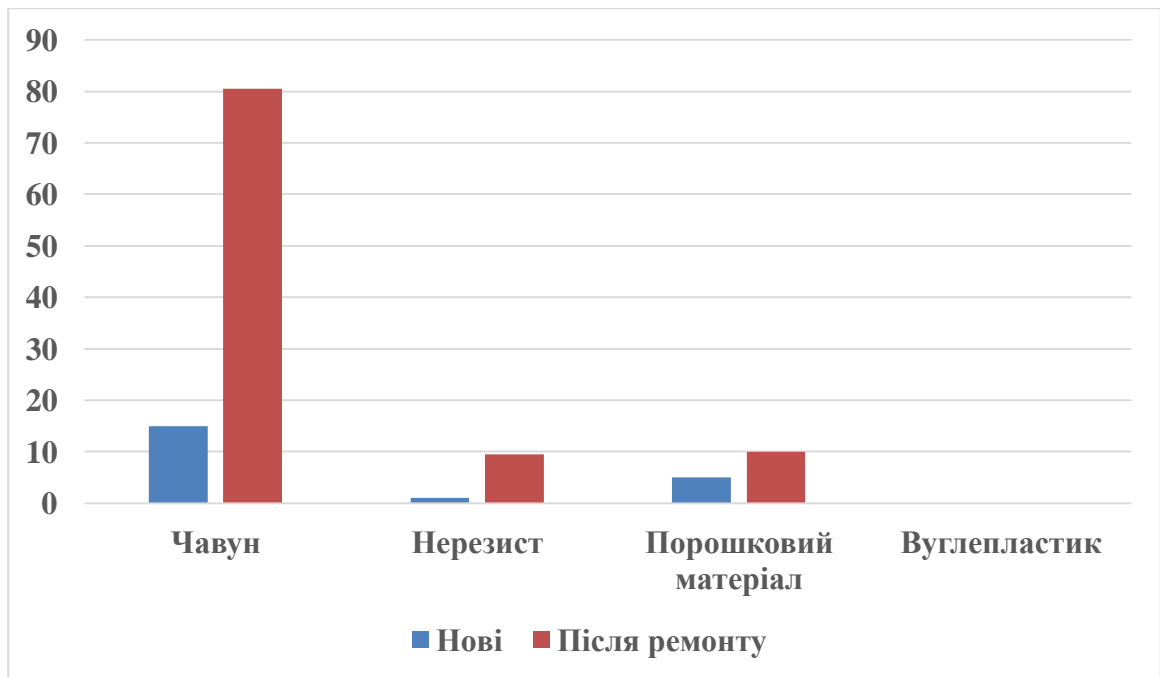


Рис. 1.21. Відмови робочих коліс насосів

Зношування поверхні каналів насоса виникає у випадку засмоктування насосом механічних домішок, що містять часточки твердисті яких вище твердості основних ступенів насосу.

Оскільки головним джерелом вібрації встаткування НЖФ є обертові елементи насоса, то до виконання робочих ступенів насосу повинно пред'являтися висока вимога. Відповідно, чим більше зношування поверхні, тим більше амплітуда вібрацій, далі підвищуються сили радіального биття, які передаються по валові всій установці й призводять до втомного руйнування металу.

1.5. Висновки по огляду та постановка задач роботи

Аналіз роботи насосних станцій і її основних частин показав, що до частих відмов відносяться: розчленовування з'єднання із фланця «нижня секція та верхня секція насоса»; по з'єднанню із фланця «середня секція й верхня секція насоса» по «0» патрубкові, по підвісному патрубкові й по шийці газосепаратора; злам насосно-компресорних труб (НКТ) по різьбі, тілі й муфті, знос робочого колеса, знос валу насосного агрегату та інше.

Аналіз аварій залежно від матеріалу робочих органів: максимальна кількість аварій припадає на робочі колеса, виготовлені з чавуну 80,5 %, потім ідуть порошковий матеріал для звичайних умов - 10,0 %, нерезист - 9,5 % і вуглепластик - 0,0 %. У зв'язку з цим, по сукупності факторів чавун як матеріал коліс залишається найбільш раціональним варіантом. Актуальною є завдання вдосконалювання технології одержання та зміцнення коліс із чавуну.

Робоче колесо в порівнянні з іншими конструктивними елементами насоса випробовує максимальний рівень навантажень, пов'язаних з одночасним впливом на нього сил, що виникають при обертанні й супутніх коливаннях, а також при взаємодії з тваринними стоками.

Робоче колесо:

- є головною частиною відцентрового насоса;
- забезпечує безперебійну подачу рідини;
- у більшості випадків колеса визначають термін служби насоса.

На основі аналізу якісних факторів показано, що існує значний потенціал поліпшення мікроструктурних і експлуатаційних характеристик робочих коліс, що отримано за ливарною технологією.

Основним видом зношування деталей насосів є механічне зношування, як результат абразивного впливу твердих часток, що перебувають у стоках. Поряд з механічним зношуванням, деталі насосів піддаються корозійно-механічному та втомному зношуванню.

Метою роботи є встановлення залежностей ресурса насоса від зносостійкості робочих поверхонь колеса і його втомної міцності для розробки методів його підвищення, що дозволить підвищити ефективність процесу перекачування рідких тваринних стоків.

Завдання дослідження:

1. Аналіз роботи фекальних відцентрових насосів і їх основних частин.
2. Дослідження можливості підвищення характеристик литих деталей фекальних відцентрових насосів.
3. Вивчення впливу хімічного складу робочої поверхні фекального відце-

нтового насоса на величину зношування й вибір зміцнюючого елемента

4. Відпрацьовування технології поверхневого зміцнення робочого колеса фекального відцентрового насоса, методом хіміко-термічної обробки, що підвищує їх зносостійкість

5. Визначення режимів магнітно-імпульсної обробки литих деталей фекального відцентрового насоса, що збільшують втомну й статичну міцність

6. провести заходи з поліпшення охорони праці в базовому господарстві.

7. Провести техніко-економічну оцінку роботи.

РОЗДІЛ 2.

ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ, ЩО НАЙЧАСТІШЕ ВИХОДЯТЬ З ЛАДУ

Як зазначалось в першому розділі у насосного агрегату найбільш часто виходять з ладу робоче колесо, вал насосного агрегату та равлик. Тому нижче розглянемо технології відновлення цих деталей але більш детально зупинимось на підвищенні довговічності робочих коліс виготовлених з чавуну.

2.1. Розробка технології відновлення валу насосного агрегату НЖФ

2.1.1. Характеристика деталі, експлуатаційні дефекти і способи їх усунення

Під час роботи вал сприймає динамічні навантаження та кручення. Робочі поверхні вала зношуються внаслідок дії на них механічних, фізико-хімічних та інших факторів.

Найбільш часто зустрічаються в процесі експлуатації такі дефекти вала: знос посадочних місць під підшипники; знос та пошкодження різьби; знос та пошкодження пазів.

Зношення поверхні під підшипник можливо відновити електродуговим наплавленням в середовищі вуглекислого газу або електроконтактною приваркою сталеві стрічки з послідуною механічною обробкою під номінальний розмір. Найбільш ефективний та менш трудомісткій засіб відновлення електродуговою наплавленням проволокою Н_п-30ХГ СА в середовищі вуглекислого газу з наступною обробкою під номінальний розмір.

Пошкодження або зношені пази по товщині електродуговим наплавленням під шаром флюсу або в середовищі вуглекислого газу, але кращім в застосуванні є електродугове наплавлення в середовищі вуглекислого газу з наступною механічною обробкою під номінальний розмір.

Ушкоджені різьби більше двох ниток відновлюють нарізанням різьби ремонтного розміру або електродуговим наплавленням проволокою Н_п-30ХГСА в середовищі вуглекислого газу з наступним нарізанням різьби номінального розміру.

Матеріал: Сталь 25ХГМ ГОСТ 4543-71;

Твердість: 40 ... 47 HRC₃; різьба 28 ... 32 HRC₃;

Вага деталі: 6,9 кг

2.1.2. План технологічних операцій відновлення деталі

005 Токарна (деф. 1,2,3,4)

Точіння поверхонь 1,2,3,4,

Верстат токарно-гвинторізний 16К20; 7162-0013 – патрон; 7032-0029 – центр упорний; 7107-0005 – хомутик; 2103-0023 – різець ВК-3М; ШЦ-1-15-0,1 – штангенциркуль.

010 Наплавлювальна (деф. 1,2,3)

Електродугове наплавлення поверхонь 1, 2, 3 дротом 1,6 Н_п-30ХГСА в середовищі СО₂

Верстат наплавлювальний У-651; 7162-0013 – патрон; 7032-0029 – центр упорний; 7107-0005 – хомутик; щітка металева; ШЦ-1-125-0,1 - штангенциркуль.

015 Токарна (деф. 1,2,3,4)

Точіння поверхонь 1,2,3, та нарізання різьби на поверхні 4.

Обладнання та оснащення дивись операцію 005;

2660-0005 – різець Т15К6; 2650-0097 – лерка; леркотримач цеховий; ШЦ-П-160-0,05 – штангенциркуль; люнет.

020 Фрезерна (деф.3)

Фрезерування пазив на поверхні 3.

Верстат фрезерний 6Н80; голівка дольна; 7102-0073 – патрон; 7032-0029 – центр упорний; опора регульована; 2254-0160 – фреза шліцьова Р18; пробка 24120-80; ШЦ-П-160-0,05 – штангенциркуль; МЗ-251-1 – мікрометр-зубомір.

025 Термічна (деф. 1,2,3)

Гартування з наступним відпуском поверхонь 1, 2, 3.

Установка гартувальна ТВЧ-ВЧИЗ-160; індуктор цеховий;

1200-2001 – лещата.

030 Шліфувальна (деф. 1,2,3)

Шліфування поверхонь 1, 2, 3.

Верстат круглошліфувальний 3А130; 6157-0005 – патрон; 7032-0029 – центр; 7107-0005 – хомутик; МК-50-1 – мікрометр; круг шліфувальний ПП 350 x 40 x 80 16А40-ГСТ2 7к5 35м/с А1кл.

035 Контрольна

Контроль розмірів, якості наплавлювання, термічної та механічної обробки згідно вимогам креслення.

Прилад ПБП-500; твердомір ТК-14-250; пробка пазова 24120-80; ШЦ-П-160-0,05; МЗ-25-1, Мк-50-1 – мікрометри, зразки шорсткості.

2.1.3. Вибір режимів технології відновлення деталі і розрахунок норм часу

005 Токарна

Перехід 1. Точити поверхню 2 с $\varnothing 49,8$ мм до $\varnothing 49$ мм на довжині 25мм;

Перехід 2. Точити поверхню 3 с $\varnothing 38$ мм до $\varnothing 30$ мм на довжині 57 мм;

Перехід 3. Точити поверхню 4 с $\varnothing 32$ мм до $\varnothing 27,8$ мм на довжині 26мм;

Перехід 4. Переустановити деталь; точити поверхню 1 с с $\emptyset 27,8$ мм до $\emptyset 27$ мм на довжині 25мм;

Визначаємо припуск на обробку за формулою [11, 12]:

$$h = \frac{D-d}{2}, \quad (2.1)$$

де D – зовнішній діаметр, мм;

d – внутрішній діаметр, мм.

$$h^1 = \frac{49,8 - 49}{2} = 0,4\text{мм};$$

$$h^2 = \frac{38 - 30}{2} = 4\text{мм};$$

$$h^3 = \frac{32 - 27,8}{2} = 2,1\text{мм};$$

$$h^4 = \frac{27,8 - 27}{2} = 0,4\text{мм};$$

Визначаємо кількість проходів за формулою [11, 12]:

$$i = \frac{h}{t}, \quad (2.2)$$

де t – глибина різання, мм.

$$i^{1,4} = \frac{0,4}{0,4} = 1;$$

$$i^2 = \frac{0,4}{0,3} = 13;$$

$$i^3 = \frac{2,1}{0,3} = 7.$$

Вибираємо подачу та швидкість різання з [11, 12].

$$S^{3,4} = 0,3 \text{ мм/об}; S^1 = 0,4 \text{ мм/об}; S^2 = 0,4 \text{ мм/об}; V^{1...4} = 175 \text{ м/хв.}$$

При точінні поверхні з ударними навантаженнями, то табличне значення подачі множимо на коефіцієнт $K = 0,75 \dots 0,85$:

$$S^2 = 0,4 \cdot 0,8 = 0,3 \text{ мм / об.}$$

Виконуємо корегування V множенням на коефіцієнт для зміни умов різання в зв'язку від поверхні, вибираючи їх з [13]:

$$V_p = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,95 = 69,9 \text{ м / хв.}$$

Визначаємо частоту кручення деталі за формулою:

$$n = \frac{318V_p}{D}, \quad (2.3)$$

$$n^1 = \frac{318 \cdot 69,8}{49,8} = 454 \text{хв}^{-1};$$

$$n^2 = \frac{318 \cdot 69,8}{38} = 584 \text{хв}^{-1};$$

$$n^3 = \frac{318 \cdot 69,8}{32} = 693 \text{хв}^{-1};$$

$$n^4 = \frac{318 \cdot 69,8}{27,8} = 798 \text{хв}^{-1};$$

По паспорту станка [14] приймаємо:

$$n^{1,2} = 500 \text{хв}^{-1}; n^{3,4} = 800 \text{хв}^{-1};$$

Основний час обробки розраховуємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.4)$$

де L – довжина оброблюємої поверхні разом з врізанням та перебігом [14], мм;

i – кількість проходів;

n – частота кручення деталі, хв^{-1} ;

S – подача, мм/об.

$$T_0^1 = \frac{(25 + 2) \cdot 1}{500 \cdot 0,4} = 0,14 \text{хв.};$$

$$T_0^{21} = \frac{(57 + 2) \cdot 13}{500 \cdot 0,4} = 3,8 \text{хв.};$$

$$T_0^3 = \frac{(26 + 2) \cdot 7}{800 \cdot 0,3} = 0,82 \text{ хв.};$$

$$T_0^4 = \frac{(25 + 2) \cdot 1}{800 \cdot 0,3} = 0,1 \text{ хв.};$$

$$T_0 = 0,14 + 3,8 + 0,82 + 0,1 = 4,9 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час на встановлення та зняття деталі та зав'язані з переходом з [14]:

$$T_B^I = 0,55 \times 2 = 1,1 \text{ хв.}$$

$$T_B^{II} = (0,7 \times 4) + (0,3 \times 1,7) = 7,9 \text{ хв.}$$

$$T_B = 1,1 + 7,9 = 9,0 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_B, \quad (2.5)$$

$$T_{оп} = 4,9 + 9,0 = 13,9 \text{ хв.}$$

Додатковий час розраховуємо за формулою:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100}, \quad (2.6)$$

де K – коефіцієнт враховуючий відношення $T_{оп}$ до $T_{дод}$ [14].

$$T_{дод} = \frac{13,9 \cdot 8}{100} = 1,1 \text{ хв.}$$

Підготовче-заключний час вибираємо з [14]: $T_{пз} = 11$ хв.

Норму часу на операцію розраховуємо за формулою:

$$T_n = T_0 + T_B + T_{дод} + T_{пз}, \quad (2.7)$$

$$T_n = 4,9 + 9,0 + 1,11 + 11,0 = 26 \text{ хв.}$$

010 Наплавлювальна

Перехід 1. Наплавити поверхню 1 с $\varnothing 27$ мм до $\varnothing 30$ мм на довжині 25 мм.

Перехід 2. Наплавити поверхню 3 с $\varnothing 30$ мм до $\varnothing 41$ мм на довжині 57 мм.

Перехід 3. Наплавити поверхню 2 с $\varnothing 49$ мм до $\varnothing 53$ мм на довжині 25 мм.

Режими наплавлювання [14]:

1. Товщина наплавлюємого шара – не більше 2 мм;
2. Діаметр електродного дроту – 1,6 мм;
3. Сила струму – 140 ... 150А;
4. Напруга - 24В;
5. Крок наплавлювання – 2,0 мм/об;
6. Швидкість подачі дроту – 2,8 м/хв.;
7. Швидкість наплавлювання – 2,0 м/хв.;
8. Витрата CO_2 – 20 л/хв.

Розраховуємо частоту кручення деталі:

$$n^1 = 318 \cdot 2,0 = 23,5 \text{ хв}^{-1};$$

$$n^2 = \frac{318 \cdot 2,0}{30} = 21,2 \text{ хв}^{-1};$$

$$n^2 = \frac{318 \cdot 2,0}{49} = 13 \text{ хв}^{-1}.$$

Розраховуємо основний час на наплавлення:

$$T_0^1 = \frac{25 \cdot 1}{23,5 \cdot 2,0} = 0,5 \text{ хв};$$

$$T_0^2 = \frac{57 \cdot 3}{21,2 \cdot 2,0} = 4,1 \text{ хв};$$

$$T_0^3 = \frac{25 \cdot 1}{13 \cdot 2,0} = 0,9 \text{ хв};$$

$$T_0 = 0,5 + 4,1 + 0,9 = 5,5 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на встановлення та зняття деталі вибираємо з [14], і зв'язане з наплавлення (0,9 хв. на один прохід) буде:

$$T_B^I = 0,5 \text{ хв.};$$

$$T_B^{II} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ хв.};$$

$$T_B = 0,5 + 4,5 = 5,0 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{оп}} = 5,5 + 5,0 = 10,5 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{10,5 \cdot 15}{100} = 1,6 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{н3}} = 16 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = 5,5 + 5,0 + 1,6 + 16 = 28,1 \text{ хв.}$$

015 Токарна

Перехід 1. Точити поверхню 1 с $\varnothing 30$ мм до $\varnothing 28,4$ мм на довжині 25 мм.

Перехід 2, 3. Переустановити деталь; точити поверхні 2 і 3 с $\varnothing 53$ мм до $\varnothing 50,4$ мм і с $\varnothing 50,4$ мм до $\varnothing 38,4$ мм

Перехід 4. Установити люнет; нарізати різьбу $M28 \times 1,5$ на поверхні 4 на довжині 26 мм.

режим та час обробки вибираємо та розраховуємо аналогічно операцій 005.

$$h_1 = \frac{30 - 28,4}{2} = 0,8 \text{ мм};$$

$$h_2 = \frac{53 - 50,4}{2} = 1,3 \text{ мм}$$

$$h_1 = \frac{41 - 38,4}{2} = 1,3 \text{ мм};$$

Визначаємо подачу та швидкість точіння з [14]:

$$S^1 = 0,3 \cdot 0,8 = 0,2 \text{ мм/об};$$

$$S^{2,3} = 0,4 \cdot 0,8 = 0,3 \text{ мм/об};$$

$$V^1 = 190 \text{ м/хв.}; \quad V^{2,3} = 175 \text{ м/хв.};$$

$$V_p^1 = 190 \cdot 0,7 \cdot 0,87 = 11,5 \text{ м/хв};$$

$$V_p^{2,3} = 175 \cdot 0,7 \cdot 0,87 = 106 \text{ м/хв};$$

Частота кручення деталі:

$$n^1 = \frac{318 \cdot 115}{30} = 1249 \text{ хв}^{-1};$$

$$n^{2,3} = \frac{318 \cdot 106}{53} = 696 \text{ хв}^{-1};$$

$$n^3 = \frac{318 \cdot 106}{41} = 822 \text{ хв}^{-1};$$

По паспорту верстата приймаємо:

$$n^1 = 1250 \text{ хв}^{-1}; \quad n^{2,3} = 800 \text{ хв}^{-1}.$$

Основний час:

$$T_0^1 = \frac{(25 + 2) \cdot 2}{1250 \cdot 0,2} = 0,22 \text{ хв.};$$

$$T_0^{2,3} = \frac{(25 + 2 + 57 + 2) \cdot 2}{800 \cdot 0,3} = 0,72 \text{ хв.};$$

Для нарізання різьби леркою швидкість і частоту кручення деталі визначаємо з [14]:

$$V = 4,9 \text{ м/хв.}; n = 97 \text{ хв}^{-1}.$$

По паспорту верстати приймаємо $n^4 = 100 \text{ хв}^{-1}$.

$$T_0^4 = \frac{26 \cdot 1}{100 \cdot 1,5} = 0,17 \text{ хв.};$$

$$T_0 = 0,22 + 0,72 + 0,17 = 1,11 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_B^I = (0,55 \cdot 2) + 0,68 = 1,78 \text{ хв.}$$

$$T_B^{II} = (0,7 \cdot 3) + (0,2 \cdot 4) + (0,08 \cdot 4) + 0,25 = 3,47 \text{ хв.}$$

$$T_B = 1,78 + 3,47 = 5,25 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = 1,11 + 5,25 = 6,36 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{\text{дод}} = \frac{6,36 \cdot 8}{100} = 0,51 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{н3}} = 20 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_n = 1,11 + 5,25 + 0,51 + 20 = 26,87 \text{ хв.}$$

020 Фрезерна

Фрезерувати пази 6 x 30 x 38 на поверхні 3 довжиною 57 мм.

Основний час розраховуємо за формулою:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{S_m} \cdot z \cdot i, \quad (2.8)$$

де l – довжина пазив, мм;

l_1 – довжина відрізання, мм;

$$l_1 = \sqrt{h(D-h)} + (1...2), \quad (2.9)$$

$$l_1 = \sqrt{6(38-6)} + 1 = 12,6 \text{ мм,}$$

l_2 – довжина перебігу (2 ... 4 мм);

z – кількість пазив;

i – число проходів;

S_m – подача [14], ($S_m = 74,7$ мм/хв.)

По паспорту верстата приймаємо $S_m = 50,71$ мм/хв.

Швидкість різання вибираємо з [4], табл. 460: $V = 30$ м/хв.

Частота кручення фрези $\varnothing 60$ мм складає $n = 160$ хв⁻¹.

$$T_0 = \frac{57 + 12,6 + 2}{50,71} \cdot 8 \cdot 2 = 22,6 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на установку та зняття деталі і зв'язані з проходом ви-
значаємо [14]:

$$T_B^I = 0,5 \text{ хв.}$$

$$T_B^{II} = (0,8 \cdot 8) + (0,2 \cdot 8) = 8,0 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0,5 + 8,0 = 8,5 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = 12,6 + 8,5 = 31,1 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{31,1 \cdot 7}{100} = 1,2 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо з [14]:

$$T_{нз} = 22 + 2 = 24 \text{ хв.}$$

Норма часу на операцію:

$$T_H = 22,6 + 8,5 + 2,2 + 24 = 57,3 \text{ хв.}$$

025 Термічна

Гартувати поверхні 1, 2, 3 з наступним відпуском до твердості 40 ...47 HRC₃

Температура нагріву під гартування $T_3 = 830^\circ\text{C}$, охолоджуюче середовище - масло И-30.

Температура нагріву для відпуску $T_{от} = 200^\circ\text{C}$, охолодження на повітрі.

Штучний час на операцію складає: $T_{шт} = 2,1 \text{ хв.}$

Підготовчо-заклучний час: $T_{н3} = 10 \text{ хв.}$

Норма часу на операцію:

$$T_H = 2,1 + 10,0 = 12,1 \text{ хв.}$$

030 Шліфування

Перехід 1. Шліфувати поверхню 1 с $\varnothing 28,4 \text{ мм}$ до $\varnothing 27,9 \text{ мм}$ на довжині 25 мм.

Перехід 2. Шліфувати поверхню 2 с $\varnothing 50,4 \text{ мм}$ до $\varnothing 50^{+0,003}_{+0,020} \text{ мм}$ на довжині 25 мм.

Перехід 2. Шліфувати поверхню 3 с $\varnothing 38,4 \text{ мм}$ до $\varnothing 38^{+0,119}_{+0,080} \text{ мм}$ на довжині 57 мм.

Визначаємо припуск на обробку:

$$h_1 = \frac{28,4 - 27,9}{2} = 0,25 \text{ мм};$$

$$h_2 = \frac{50,4 - 50}{2} = 0,2 \text{ мм}$$

$$h^3 = \frac{38,4 - 38}{2} = 0,2 \text{ мм};$$

З [14], визначаємо $S_{\text{попер}} = 0,005 \text{ мм}$, $V = 15 \text{ м/хв.}$.

Визначаємо число проходів:

$$i = \frac{h}{S_{\text{попер}}}, \quad (2.10)$$

$$i = \frac{0,2}{0,005} = 40.$$

Подовжня подачу розраховуємо за формулою:

$$S_{\text{пр}} = B_{\text{к}} \cdot \beta, \quad (2.11)$$

де $B_{\text{к}}$ – ширина круга, мм;

β – подовжня подача в долях ширини круга.

$$S_{\text{пр}} = 40 \cdot 0,2 = 8 \text{ мм/об}$$

Визначаємо частоту кручення деталі:

$$n^1 = \frac{318 \cdot 15}{28,4} = 168 \text{ хв}^{-1};$$

$$n^{21} = \frac{318 \cdot 15}{50,4} = 95 \text{ хв}^{-1};$$

$$n^3 = \frac{318 \cdot 15}{30,4} = 124 \text{ хв}^{-1};$$

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{np}} \cdot K_3, \quad (2.12)$$

де L – довжина оброблюємої поверхні з врахуванням врізання та перебігу шліфувального круга [14];

K_3 – коефіцієнт зачисних ходів ($K_3 = 1,2 \dots 1,7$).

$$T_0^1 = \frac{(25 + 3) \cdot 40}{168 \cdot 8} \cdot 1,45 = 1,2 \text{ хв.}$$

$$T_0^2 = \frac{(25 + 3) \cdot 40}{95 \cdot 8} \cdot 1,45 = 2,14 \text{ хв.}$$

$$T_0^3 = \frac{(57 + 3) \cdot 40}{124 \cdot 8} \cdot 1,45 = 3,15 \text{ хв.}$$

$$T_0 = 1,2 + 2,14 + 3,51 = 6,85 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на встановлення та зняття деталі та зв'язаний з проходом визначаємо з [14]:

$$T_B^I = 0,4 \text{ хв.}$$

$$T_B^{II} = 1,0 + (0,55 \cdot 2) + (0,04 \cdot 117) = 6,78 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0,4 + 6,78 = 7,18 \text{ хв.}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = 6,85 + 7,18 = 14,03 \text{ хв.}$$

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{14,03 \cdot 9}{100} = 1,26 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час визначаємо з [14]: $T_{пз} = 7,0 \text{ хв.}$

Норма часу на виконання операції:

$$T_n = 6,85 + 7,18 + 1,26 + 7 = 22,29 \text{ хв.}$$

Норма часу на технологію відновлення деталі складає:

$$T_{нв} = 26 + 28,1 + 26,87 + 57,3 + 12,1 + 22,29 = 172 \text{ хв.} = 2,8 \text{ год.}$$

Таким чином час відновлення валу складе 2,8 год.

2.2. Процес відновлення равлика металополімерною композицією честер молекуляр

Деталі равлика насоса в основному мають корозійний та кавітаційний зноси і їх відновлення є досить дорогою операцією, тому на ПП СЦ Водограй використовують сучасний метод – метод нанесення на зношені поверхні металополімеру [15, 16 17]. Після defeкації по заключенню defeкувальника деталі або направляються на відновлення або в утиль.

Ті деталі які підлягають відновленню проходять піскоструминну обробку потім знежирення і саме нанесення матеріалу.

Технологічний процес відновлення наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технологічний процес відновлення равлика насосу

		
Дефектація равлика	Піскоструминна обробка	Знежирення
		
Сушка	Нанесення металополі- меру на опорні поверхні	Нанесення меіалополі- меру на корпус равлика

Обробка равлика таким чином відновлює робото здатний стан деталей равлика та може подовжити термін його роботи в два рази. Також металополі-мерний шар захищає деталі від дії агресивного середовища, а гній це дуже агресивне середовище, також полімерне покриття в рази знижує відкладення солей на деталях.

2.3. Модифікування поверхні робочих коліс як спосіб керування службовими властивостями

У міру розвитку процесу зношування, структура поверхні перетерплює відомі трансформації, стаючи більш розвиненою і відкритою, що веде до збільшення тертя, і відповідно, зношування. Поверхневий шар металів ні що інше, як атомна площина, де не повністю завершені кристалічні ґрати, що може привести до збільшеної сорбційної активності поверхневого шару.

У реальності на поверхні міститься адсорбований шар механічного пилу і різних молекул (кисень, мастильні матеріали, молекули води, і т.д.), склад яких зв'язаний із середовищем існування (рис. 2.1). Також, має місце пряма хімічна активність елементів середовища. Хімічна взаємодія поверхні матеріалу з рідиною і створенням оксидної плівки, є самим розповсюдженим видом.

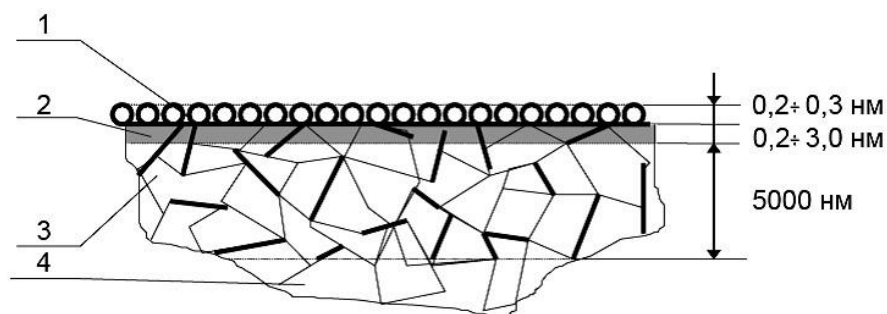


Рис. 2.1. Структура поверхневого шару:

- 1 – адсорбований шар часток середовища; 2 – окисли, нітриси металу;
- 3 – шар сильно деформованих зерен

Серед фізико-хімічних факторів, здатних відігравати значну роль у гідроабразивному зношуванні, відзначається ефект Ребіндера (зовнішній і внутрішній), який полягає в адсорбційному зменшенні міцності металу за рахунок зменшення вільної енергії й розклинюючою дією поверхнево-активних речовин при їх влучанні в порожнину поверхневих тріщин [18, 19].

На основі аналізу літературних даних показано, що у високоміцному чавуні механічні властивості й структура перебувають у сильній залежності від хімічного складу, а також, що аустенітний чавун у порівнянні із пластинчастим

графітом має більш високий рівень відносної зносостійкості при гідроабразивному зношуванні.

Сильна залежність зносостійкості при гідроабразивному зношуванні від структурних параметрів може бути пов'язана з тим, що зношування відбувається по структурних дефектах – порам, границям зерен і ін. недосконалостям [20, 21, 22]. Це типова картина для руйнування полікристалічних твердих тіл, до яких ставляться всі матеріали з гетерогенною структурою.

Ідея захисту поверхні деталі у випадку гідроабразивного зношування на перший погляд видається очевидною, однак при її реалізації виникає проблема вибору оптимального розв'язку.

Можна відзначити, що в число застосовуваних методів модернізації поверхні деталей входять такі способи, як імпульсна лазерна обробка [15], високошвидкісним нагріванням [16] і ін. методами.

2.4. Розрахунки робочого колеса

2.4.1. Завдання розрахунків

Визначення максимальних напружень, що виникають від дії відцентрових сил і перевірки умов міцності після поверхневого зміцнення робочого колеса.

Дані для розрахунків

Зовнішній радіус диска колеса - 175 мм

Радіус центрального отвору - 25 мм

Матеріал диска робочого колеса - сталь 25Л

Робоча температура – до 100°C

2.4.2. Розрахунки

При визначенні напружень у робочому колесі відцентрового насоса, робоче колесо спрощене приймається за плоский диск із отвором.

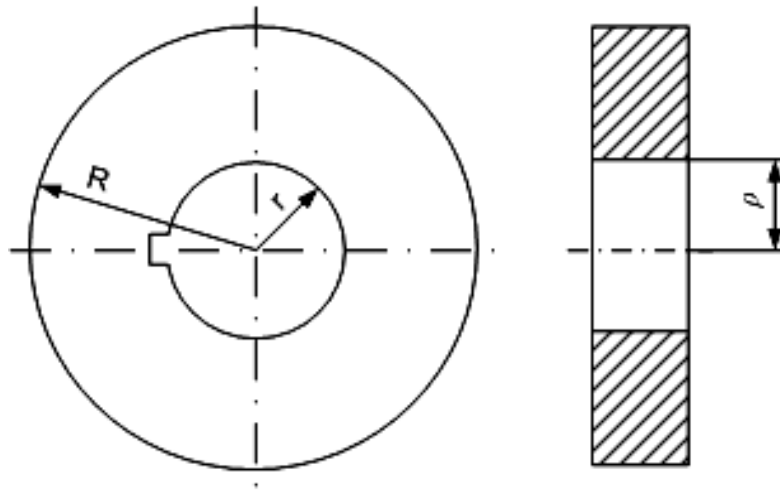


Рис. 2.2. – Розрахункова схема робочого колеса

Радіальні напруження від дії відцентрових сил у диску робочого колеса визначаються по формулі [23, 24]:

$$\sigma_r = \frac{3 + \mu}{8} \cdot \frac{i \cdot \omega_p^2 \cdot R^2}{g} \left(1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 - \left(\frac{\rho}{R} \right)^2 - \left(\frac{r}{\rho} \right)^2 \right); \quad (2.13)$$

де: ρ – поточний радіус;

r – радіус центрального отвору;

R – зовнішній радіус диска;

g – прискорення вільного падіння, $g=9,8 \cdot 10^3 \text{ мм/с}^2$;

μ – коефіцієнт Пуансона, для чавуна $\mu=0,3$;

i – питома вага матеріалу диска, для чавуна, $7,8 \cdot 10^{-5} \text{ Н/мм}^2$;

ω_p – робоча швидкість обертання,

$$\omega_D = \frac{\pi \cdot n}{30}; \quad (2.14)$$

$$\omega_D = \frac{3,142900}{30} = 303 \text{ об/хв};$$

$$\sigma_r = \frac{3+\mu}{8} \cdot \frac{i \cdot \omega_p^2 \cdot R^2}{g} \left(1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 - \left(\frac{\rho}{R} \right)^2 - \left(\frac{r}{\rho} \right)^2 \right); \quad (2.15)$$

для $\rho=R$

$$\sigma_r = \frac{3+0,3}{8} \cdot \frac{7,8 \cdot 10^5 \cdot 303^2 \cdot 175^2}{9,8 \cdot 10^8} \left(1 + \left(\frac{25}{175} \right)^2 - \left(\frac{175}{175} \right)^2 - \left(\frac{25}{175} \right)^2 \right) = 0$$

для $\rho=r$

$$\sigma_r = \frac{3+0,3}{8} \cdot \frac{7,8 \cdot 10^5 \cdot 303^2 \cdot 175^2}{9,8 \cdot 10^8} \left(1 + \left(\frac{25}{175} \right)^2 - \left(\frac{25}{175} \right)^2 - \left(\frac{175}{175} \right)^2 \right) = 0$$

Кільцеві напруження від дії відцентрових сил визначаються по формулі:

$$\sigma_t = \frac{3+\mu}{8} \cdot \frac{i \cdot W_p^2 \cdot R^2}{g} \cdot \left(1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 - \frac{1+3 \cdot \mu}{3+\mu} \cdot \left(\frac{\rho}{R} \right)^2 + \left(\frac{r}{\rho} \right)^2 \right); \quad (2.16)$$

для $\rho=R$

$$\sigma_t = \frac{3+0,3}{8} \cdot \frac{7,8 \cdot 10^5 \cdot 303^2 \cdot 175^2}{9,8 \cdot 10^8} \left(1 + \left(\frac{25}{175} \right)^2 - \frac{1+3 \cdot 0,3}{3+0,3} \left(\frac{175}{175} \right)^2 + \left(\frac{25}{175} \right)^2 \right) = 4,34 \text{ МПа};$$

для $\rho=r$

$$\sigma_t = \frac{3+0,3}{8} \cdot \frac{7,8 \cdot 10^5 \cdot 303^2 \cdot 175^2}{9,8 \cdot 10^8} \left(1 + \left(\frac{25}{175} \right)^2 - \frac{1+3 \cdot 0,3}{3+0,3} \left(\frac{25}{175} \right)^2 + \left(\frac{175}{175} \right)^2 \right) = 18,5 \text{ МПа};$$

Максимальне напруження виникає при $p = r$, $\sigma_2 = \sigma_{\max}$; допустимий місцевий запас, міцності в дисках $n_m = 2$;

Межа міцності матеріалу колеса чавуна при $t_{\text{раб}} = 100^\circ\text{C}$, $\sigma_B = 100,4$ МПа;

Допустиме напруження визначається, як:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n_m} \quad (2.36)$$

$$[\sigma] = \frac{100,4}{2} = 50,2$$

Повинна виконуватися умова:

$$[\sigma] > \sigma_{\max};$$

$$50,2 > 18,5$$

Умова міцності виконується.

2.5. Висновки

Визначено деталі відмови яких лімітують роботу насосного агрегату, а саме вал насоса, равлик та робоче колесо. Розроблено технологічний процес відновлення валу насоса, час відновлення якого складає 2,8 год., розроблено технологічний процес відновлення равлика металополімерною композицією честер молекуляр, а також запроваджено чітку процедуру вибракування равликів, як показали дослідження таким методом можливо підвищити довговічність равликів у 1,7 – 2 рази.

Розраховано процес зміцнення робочого та розраховано напруження які воно зможе витримувати.

РОЗДІЛ 3.

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Актуальність застосування методів комплексного зміцнення деталей для робочих коліс

Одержання зміцненого шару методом борування може бути удосконалено при використанні магнітно-імпульсної обробки (МІО).

Фекальний насос відцентрового типу, у звичному виконанні, призначений для відкачки та транспортування тваринних стоків з гноєсховищ:

- з вмістом твердої фракції не більше 10%;
- при цьому механічних домішок у стоках повинно бути не більш 0,01 масових % (або 0,1 г/л), а твердість механічних домішок не повинна перевищувати 5 одиниць по шкалі Мооса (балів по Моосу);
- вміст сірководню не більш 0,001%.

Необхідно відзначити, що при рН від 3.0 до 5.0 у складі стоків є висока концентрація водневих іонів, тобто стоки характеризуються сильною кислотною реакцією, що очевидним образом позначається активізації процесів корозії колеса й має ряд інших наслідків.

Відповідно до характеристик заводів виробників, вміст вільного газу на вході насоса не повинно перевищувати 25%.

Насос у корозійностійкому виконанні призначений для роботи з вмістом у стоках сірководню до 0,125% (до 1,25 г/л).

Таким чином, середовище, з яким взаємодіє насос, може бути охарактеризовано як гетерогенна багатокомпонентна система складного складу.

Ми вважаємо, що при настільки широкій різноманітності складів стоків перспективною є ідея про використання декількох типів робочих коліс:

- комплексно зміцнені (КЗ) - з модифікованою поверхнею й з об'ємним зміцненням;

- з модифікованою поверхнею (МП) без об'ємного зміцнення;
- з об'ємним зміцненням (ОЗ) без модифікації поверхні.

КЗ – робочі колеса можуть бути застосовані для найбільш навантажених випадків; МП - робочі колеса – для абразивних середовищ при помірних механічних навантаженнях; ОЗ - робочі колеса - для неабразивних середовищ при підвищених механічних навантаженнях.

У даній главі розглядаються питання створення комплексного зміцнення (КЗ) робочих коліс і об'ємне зміцнення (ОЗ) робочих коліс.

Властивості високоміцного чавуну в значній мірі залежать від структури й складу матеріалу. Так, робочі колеса з аустенітного чавуну з кулястим графітом, у порівнянні із пластинчастим, мають більш високий рівень відносної зносостійкості при гідроабразивному зношуванні [25]. Суттєво відзначити, що в цьому випадку мова йде про об'ємні області матеріалу.

Із цього випливає, що, застосовуючи певні методи впливу на структуру чавуну, можна оптимізувати його властивості.

3.2. Методика експериментальних досліджень

Магнітно-імпульсна обробка металів основана на взаємодії імпульсного магнітного поля з металевою заготовкою. Джерелом імпульсного магнітного поля є індуктор, через який пропускається потужний імпульс електричного струму. Установка для магнітно-імпульсної обробки металів представляє собою генератор імпульсного струму, що складаються з ємнісного накопичувача електричної енергії (високовольтною конденсаторної батареї), робочого органа (індуктора) і комутуючого пристрою (високовольтного керованого розрядника). За допомогою розрядника проводиться розряд конденсаторної батареї на індуктор.

У робочій зоні індуктора імпульсне магнітне поле, наводить вихрові струми у деталі, що перебуває в ньому.

У результаті взаємодії струмів індуктора й заготовки виникають потужні механічні зусилля, що утворюють тиск як на заготовку, так і на індуктор. Під дією тиску підвищуються міцнісні характеристики заготовки.

За допомогою МІУ й циліндричного індуктора можна піддавати зміцнюючій обробці як циліндричні, так і сферичні вироби.

Установлено, що при магнітно-імпульсному впливі в сталевих загартованих кульках діаметром 3/8 дюйма (сталь ШХ15) відбуваються аустенітно-мартенситні перетворення, у результаті яких кількість аустеніту зменшується з 8-10 до 4-6%, а також відбувається здрібнювання зерен і утворення карбідів. Ці структурно-фазові перетворення сприяють підвищенню міцності кульок на 25-30%.

В якості установки магнітно-імпульсного зміцнення використовується установка Миколаївського науково-виробничого центру МІТЕК МІУ – 10. Яка працює у ТОВ Насоси плюс обладнання дилером якого являється ПП сервісний центр Водограй на базі якого проводилось дослідження насосних агрегатів.

Принцип дії установки наступний. Магнітне поле виробляється у власному генераторі установки, або, як його ще називають, індукторі. Після подачі високої напруги створюється локалізований тиск на заготовку, яке може бути спрямоване на стиск, розширення або поліпшення фізико-механічних властивостей металів.

Зразки з конструкційних сталей піддавали зміцнюючій обробці в циліндричному індукторі рис. 3.1.

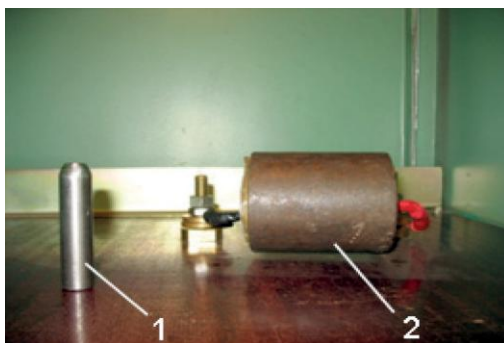


Рис. 3.1. Магнітний індуктор

Для дослідження були взяті циліндричні зразки діаметром 10 мм і висотою 300 мм зі сталей 40Х и 70Г рис. 3.2. Термообробці зразки не піддавали. Одну площину піддавали шліфуванню, а потім полірували.



Рис. 3.2. Циліндричні зразки для випробування

В індуктор магнітно-імпульсної установки одночасно закладали по три зразки з однієї сталі, які піддавали обробці з певною енергією імпульсу й певною кількістю імпульсів.

Після магнітно-імпульсної обробки зразки досліджували на електронному мікроскопі «Neo- phot-32» та на машині тертя [26, 27].

3.3. Установка для магнітно - імпульсного зміцнення

У якості встаткування для зміцнюючої магнітно-імпульсної обробки використовується магнітно-імпульсна установка МІУ – 10 рис. 3.3, оснащена плоскими й циліндричними індукторами з різними електрофізичними характеристиками рис. 3.4. схема установки наведена на рис. 3.5.



Рис. 3.3. Установка МІУ - 10



Рис. 3.4. Індуктор для обробки плоских деталей

Технічну характеристику установки наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика установки МІУ – 10

Характеристики	Значення
Максимальна енергія, що запасастється, кДж	6,8 – 12
Максимальна зарядна напруга, кВ	5,5 – 6,0
Максимальна робоча напруга, кВ	4,5 – 5,5
Ємність накопичувача, мкФ	450 – 750
Середня вихідна потужність зарядного пристрою, ВА	500
Потужність, споживана установкою від мережі змінного струму напругою 220 В, частотою 50 Гц, не більш ВА	3000
Напруга живильної мережі, В	220
Частота живильної мережі, Гц	50
Довжина установки, мм	950
Ширина установки, мм	450
Висота установки, мм	1600
Маса установки, кг	400

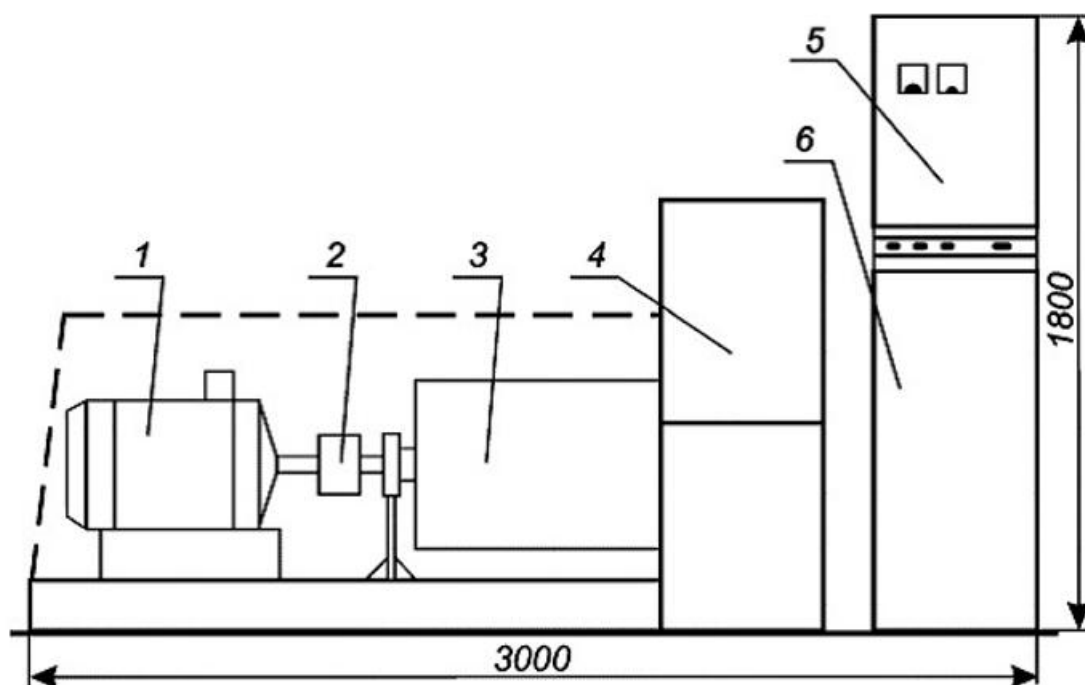


Рис. 3.5. Схема установки

1- двигун; 2- муфта; 3 - генератор імпульсних струмів; 4- стійка керування; 5- пульт керування; 6 - технологічний блок

Конструкція МІУ. МІУ представляє собою мобільну моноблочну конструкцію, з можливістю переміщення по виробничій ділянці на колесах. Підключення робочого інструмента-індуктора до МІУ проводиться безпосередньо до вихідних затискачів або через гнучкий перехідний кабель. Керування установкою може здійснюватися по команді оператора на панелі МІУ або від дистанційного пульта керування.

3.4. Результати експериментальних досліджень структури та мікротвердості зразків

Відпрацьовування технології об'ємного зміцнення робочих коліс включало такі етапи, як, розробка апаратурного оформлення й основних параметрів магнітно-імпульсної установки, а також відпрацьовування режимів зміцнення робочих коліс.

Визначення комплексу властивостей робочих коліс після МІО

Після обробки були проведені випробування властивостей матеріалу використовуваного для виготовлення коліс. Матеріал використований після відпалювання й поліпшення був проведений рентгенівськими променями й по зсуву рентгенівських ліній розраховані напруги першого й другого ряду. Також проводились випробування на знос.

На рис. 3.6 показана структура крайової ділянки зразка зі сталі 40Х, що не був підвернений зміцнюючій обробці магнітно-імпульсним зміцненням. Ніяких відмінностей по краю й у центрі не спостерігається.

На рис. 3.7 показана крайова ділянка зразка зі сталі 40Х, обробленого магнітно-імпульсним впливом з потужністю імпульсу 6 кДж.

На малюнку чітко видний зміцнений шар темного кольору, причому під впливом з потужністю імпульсу 6 кДж він приблизно в 1, 5 рази товще шару, отриманого під впливом імпульсу 4 кДж. Шари носять текстурований характер. Це говорить про те, що вони отримані за рахунок пластичної деформації. Структура зразків носить перлітно-феритний характер, при цьому ближче до границі

зміцненого шару переважає перлітна структура, а в напрямку до центру починає переважати феритна структура.

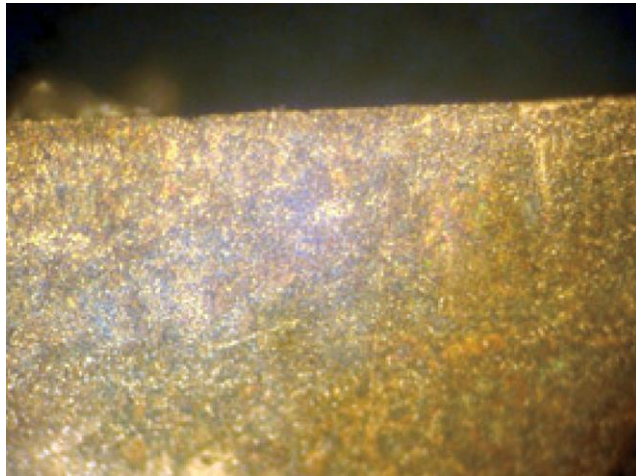


Рис. 3.6. Не зміцнений зразок під мікроскопом x100

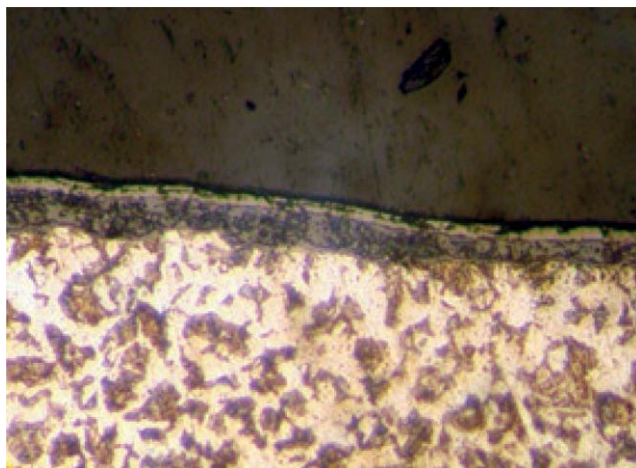


Рис. 3.7. Зміцнений зразок x250

Результати заміру мікротвердості наведено на рис. 3.8.

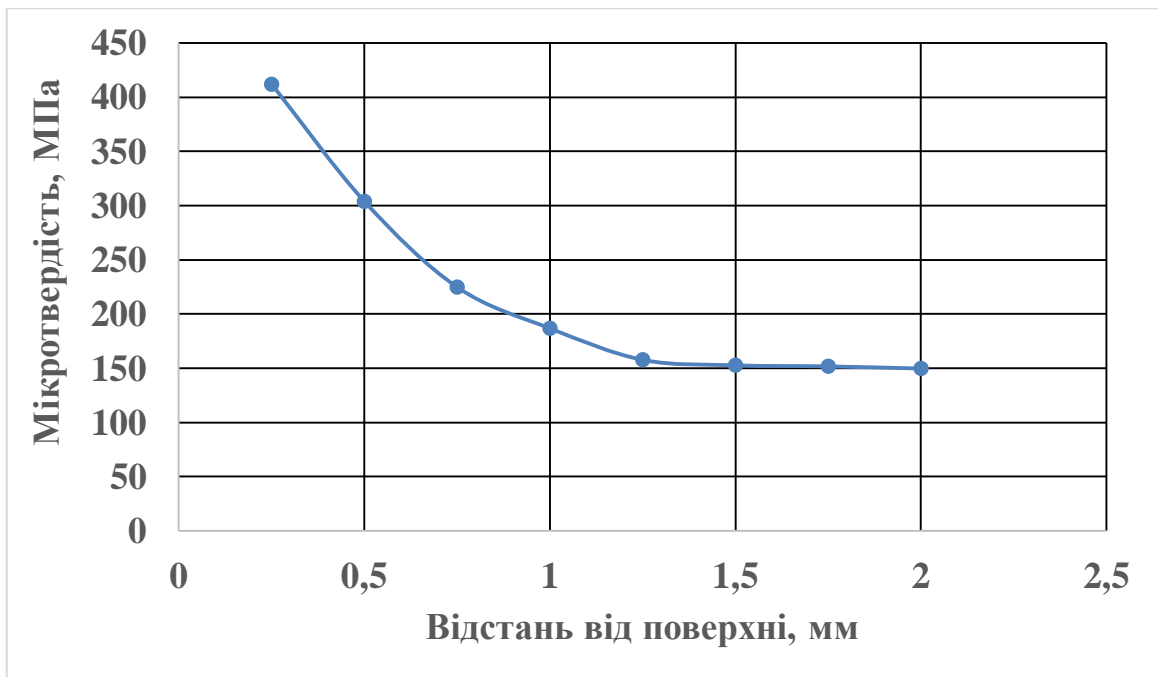


Рис. 3.8. Мікротвердість зразків по глибині

Згідно графіка та металографічних досліджень можна сказати, що зміцнений шар складає до 1 мм, що є дуже гарним результатом.

У ході дослідження й аналізу встановлено, що під впливом імпульсних магнітних полів виникає ударна хвиля, яка, поширюється вглиб деталі й тим самим відбувається зміцнення внутрішніх шарів за рахунок збільшення втомної міцності.

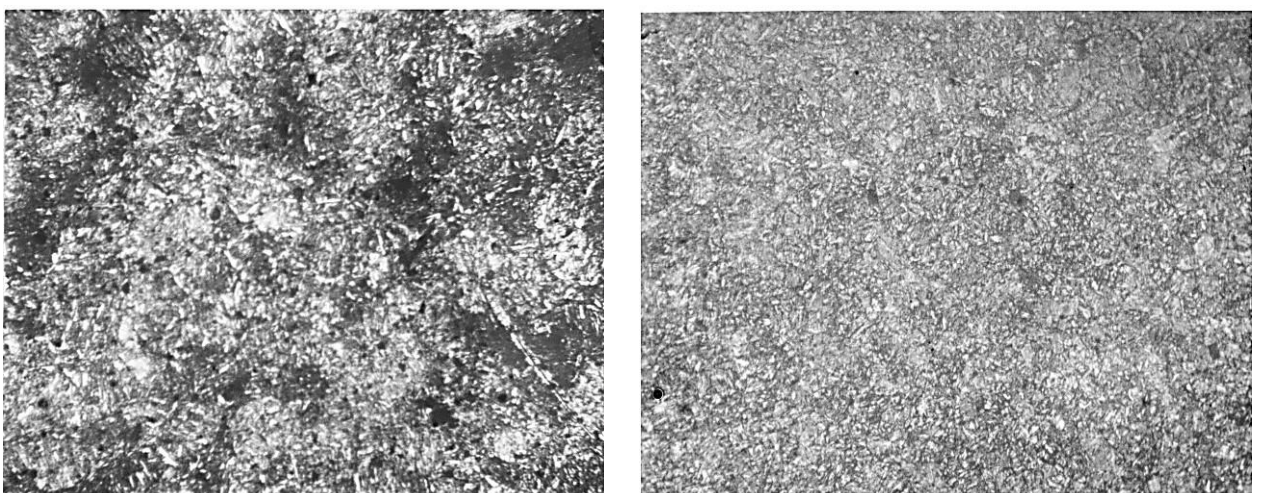


Рис. 3.9. Структура поверхні робочого колеса до й після МІО.

З аналізу даних рис. 3.9 випливає, що за допомогою МІО вдалося досягти істотного прогресу в таких характеристиках робочих коліс, як мікротвердість і корозійна стійкість.

3.5. Зношування зразків

Робочі колеса насоса працюють в жорстких умовах і як зазначалось раніше в основному виходять з ладу під дією зноса – кавітаційного (газоабразивного) та гідро абразивного. Головною характеристикою газоабразивного й гідроабразивного потоків є те, що вміст у них не зв'язаних між собою абразивних часток не повинен перевищувати 50% об'єму. У цьому випадку частки перебувають у зваженому стані завдяки руху газу або рідини.

Відомо, що опір металу гідроабразивному зношуванню суттєво залежить від твердості поверхневого шару (рис. 3.10), яка визначається хімічним складом, структурою й режимами термічної обробки.

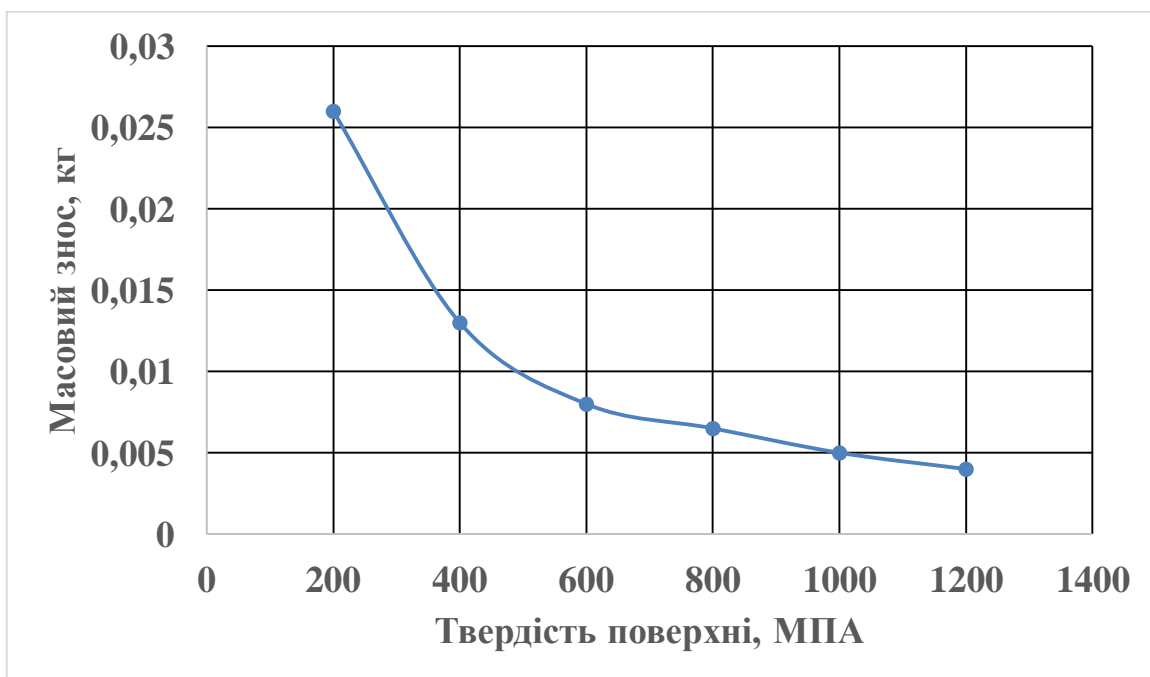


Рис. 3.10. Залежність зношування від твердості поверхні

Із цієї залежності випливає, що мінімальне зношування досягається при твердості поверхні 1000-1200 МПа.

Зношування робочого колеса проявляється у втраті його маси в місцях інтенсивного контакту потоку пульпи по поверхні переднього й заднього дисків, вхідних і вихідних крайок лопаток. При зниженні напору до критичного, маса робочого колеса знижується від 10 до 15 % за час нормальної експлуатації. Цей час роботи й ухвалюється за технічний ресурс робочого колеса рис. 3.11. Необхідно відзначити, що ресурс робочого колеса більш ніж у два рази менше ресурсу інших основних елементів насоса. Різноресурсність різних елементів і відсутність кратності, відповідної до ремонтних строків, приводять до істотного зниження ефективності експлуатації насосів.

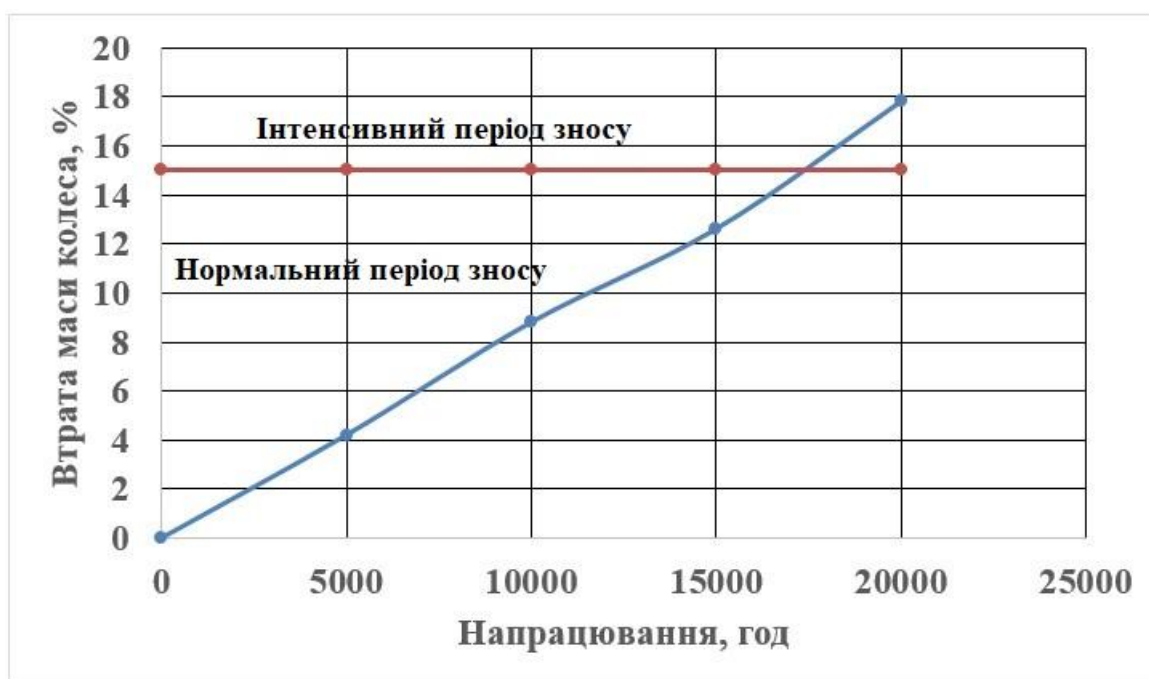


Рис. 3.11. Залежність ресурсу робочого колеса від зношування

Значний вплив на ресурс виявляє якість виготовлення деталей насоса. Геометрична складність деталей насоса визначає необхідність їх виготовлення за допомогою лиття або порошкової металургії. Ливарна технологія є більш дешевою в порівнянні з порошковою, але потребує вдосконалювання для додання необхідних властивостей поверхні. Зараз деталі робочих органів виготовляються із сірого чавуну литтям.

При цьому основним видом браку при литті, є наявність поверхневих дефектів у вигляді пор і каверн у широкому діапазоні розмірів, що пов'язано з те-

хнологічними параметрами лиття й використанням формувальних і оздоблювальних сумішей, що не забезпечують високу газопроникність і відсутність пригарів.

На рис. 3.12. Наведено зносостійкість зразків не модифікованих магнітно-імпульсним зміцненням та зміцнених.

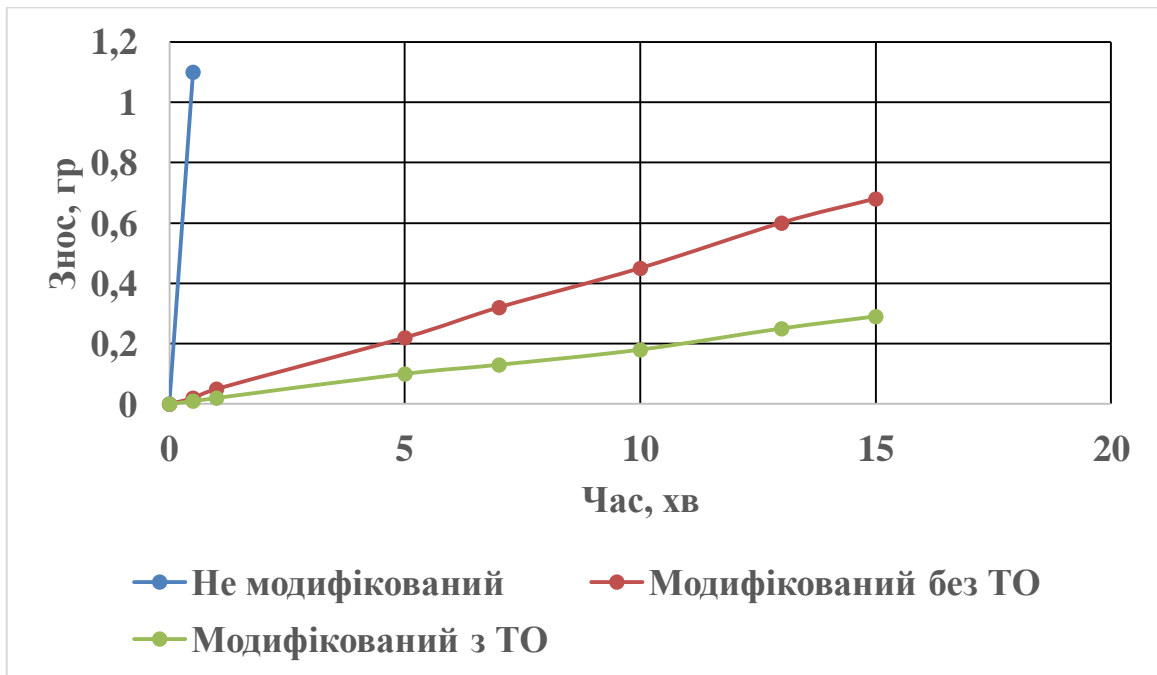


Рис. 3.12. Зносостійкість зразків не модифікованих магнітно-імпульсним зміцненням та зміцнених

3.6. Висновок

У результаті досліджень установлене, що під дією імпульсного магнітного поля виникає ударна хвиля, яка, поширюючись углиб зразка, викликає зміцнення внутрішніх шарів.

Якщо відсутня видима деформація, то можна вважати, що зміцнення внутрішніх шарів обумовлене в першу чергу поширенням ударної хвилі.

Ефект зміцнення зі збільшенням відстані від поверхні зростає. Причому додаткове зміцнення не залежить від величини вихідного зерна й може бути зв'язане або зі здрібнюванням зерна, або зі зміною дислокаційної структури.

Технологія магнітно-імпульсного об'ємного зміцнення металів в останні роки знаходить усе більше застосування в силу високої ефективності, а також порівняльної простоти й економічності застосовуваних установок.

При використанні термічних методів закладаються умови для неоднорідності структури і властивостей. Щоб згладити ці недоліки необхідно застосовувати такі температурні режими, які були б підібрані під деталь із певними фізичними розмірами.

У ході дослідження й аналізу встановлено, що під впливом імпульсних магнітних полів виникає ударна хвиля, яка, поширюється вглиб деталі й тим самим відбувається зміцнення внутрішніх шарів за рахунок збільшення втомної міцності.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ

4.1. Загальні відомості про охорону праці на підприємстві ПАТ Агрокомбінат Слобожанський

ПАТ Агрокомбінат Слобожанський створено у вересні 1996 року в наслідок реформування однойменного колгоспу-комбінату. Основний профіль підприємства - свинарство. За результатами 2010 року Слобожанський потрапив у десятку самих більших свиного господарств України по обсягах маткового поголів'я, а також вирощеної й зданої на переробку свинини [5].

ПАТ має замкнену систему і налічує в своєму складі не тільки свинокомплекс, а і вирощування зернових та їх переробку. Структуру ПАТ наведено на рис. 4.1.

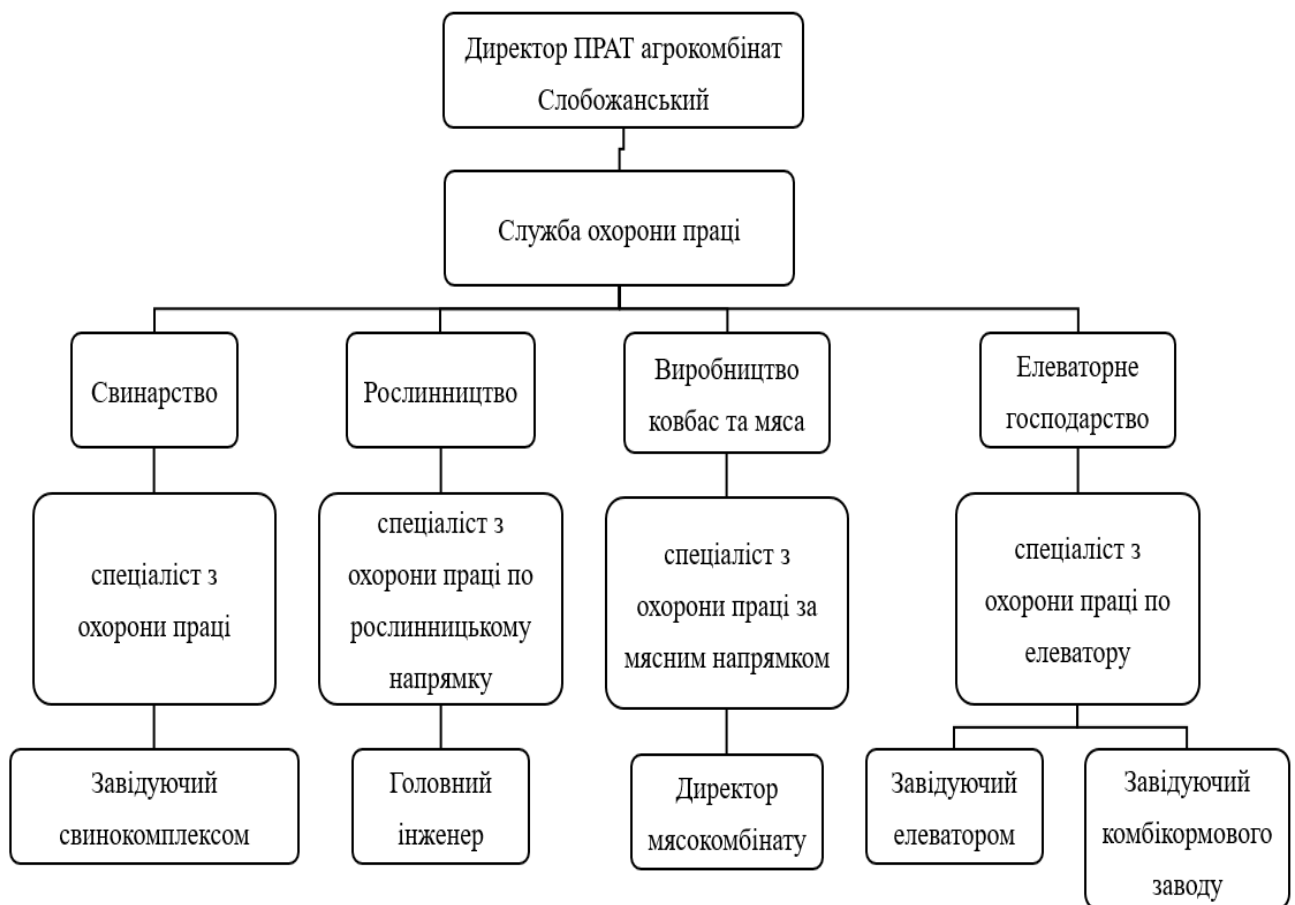


Рис. 4.1. Структура служби охорони праці підприємства

На ПАТ Агрокомплекс Слобожанський відповідальність щодо охорони праці покладена на директора товариства; у свиноводстві на завідуючого свинокомплексу, у комплексах та цехах на спеціаліста з охорони праці, що відповідає за свинокомплекс.

При прийманні на роботу спеціаліст проводить вступний інструктаж, при якому знайомить працівників з умовами праці, з посадовими обов'язками по забезпеченню охорони праці, з порядком і станом забезпечення засобів індивідуального захисту.

На свинокомплексі відсутній спеціально оформлений кабінет по охороні праці, однак у приміщеннях є куточки по охороні праці, на деяких робочих місцях є плакати по охороні праці.

В адміністративному будинку є кімната відпочинку й, їдальня. На території свинокомплексу немає медичного пункту.

Спецодяг, спецвзуття й засоби індивідуального захисту видаються кожному працівникові при вступі на роботу. Вхід на територію свинокомплексу без спецодягу заборонений. Для прання спецодягу передбачена пральня, прання проводиться у вихідні дні або під час міжзмінних перерв.

Тривалість робочого часу в господарстві не перевищує 40 годин на тиждень (6 денний робочий тиждень із одним вихідним днем).

Основними причинами травматизму є організація робочих місць, низька трудова дисципліна, недотримання працівниками вимог охорони праці й ін. причини.

4.2. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Стан охорони праці на підприємстві знаходиться на високому рівні, як зазначалось раніше власник підприємства є активним суспільним діячем в області профспілок та захисту прав робітників спілки аграріїв, тому на підприємстві ретельно стежать за дотриманням правил безпечної роботи.

Організована структура служби охорони праці чітко слідкує за виконан-

ням норм та правил.

Поставлено на належний рівень ведення облікової документації з проведення інструктажів по охороні праці. Постійно для керівників виробничих підрозділів проводяться заняття з охорони праці які в свою чергу доносять інформацію отриману на заняттях до робітників.

На підприємстві введено систему преміювання за дотримання правил та вимог, а також система штрафів (паління в дозволеному місці, порушення правил безпеки праці та інше).

Але на ряду з усіма позитивними якостями організації охорони праці на підприємстві є і недоліки, такі як:

- підприємство постійно впроваджує нові технології і робітники не встигають їх освоїти і інколи трапляються травмування,
- проблема з кваліфікованими працівниками (в основному це керівники підрозділів та ланок) інші робітники не мають фахової освіти.
- хоча до охорони праці висунуто високі вимоги але на деяких ділянках не вистачає спеціальних пристосувань які забезпечують безпечну роботу і робітники використовують підручні засоби, що не зовсім відповідає вимогам безпеки праці.

4.3. Аналіз виробничого травматизму на підприємстві

За даними про нещасні випадки на підприємстві протягом п'яти останніх років трапився 1 нещасний випадок.

2018 рік.

Трапився один нещасний випадок, при виконанні ремонтних робіт робітник пошкодив кінцівки (демонтаж решітчастої підлоги у свинарнику), причиною стало нехтування вимогами охорони праці, було проведено розслідування та розроблено додаткові заходи по уникненню травмувань.

Точніше оцінити стан охорони праці на підприємстві допоможуть наступні коефіцієнти:

- коефіцієнт частоти травм (K_q) характеризує кількість травм, що припадає на 1000 працюючих за певний період:

- коефіцієнт тяжкості травматизму (K_T) характеризує загальну тяжкість травм, що виникла протягом звітного періоду. Він показує скільки днів втрати працездатності в середньому припадає на одну травму:

- коефіцієнт втрат робочого часу (K_B) характеризується кількістю днів непрацездатності, що припадає на 1000 працюючих за звітний період:

Згідно даних по виробничому травматизму (форма 7-ТНВ) розраховуємо коефіцієнти частоти, тяжкості, втрат робочого часу (розрахунки проведемо для свиногокомплексу) [28, 29]:

$$K_q^{2018} = \frac{T}{P_{cp}} \times 1000 = \frac{4}{94} \times 1000 = 42,5 \quad (4.1)$$

де T – кількість нещасних випадків

P_{cp} – середньо облікова чисельність працюючих, чол.

$$K_T^{2018} = \frac{D_n}{T - T_{cm}} = \frac{28}{4 - 0} = 7 \quad (4.2)$$

де T_{cm} – кількість нещасних випадків зі смертельним наслідком

D_n – кількість днів непрацездатності

$$K_B^{2018} = \frac{D_n}{P_{cp}} \times 1000 = \frac{28}{94} \times 1000 = 298 \quad (4.3)$$

Розрахунки по іншим рокам виконуються аналогічно, а їх результати заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1-Аналіз виробничого травматизму на підприємстві

Показники	Роки				
	2017	2018	2019	2020	2021
Середньосписочна кількість робочих	96	94	98	98	98
Кількість нещасних випадків	-	1	-	-	-
Кількість днів непрацездатності	-	28	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	10,6	-	-	-
Коефіцієнт тяжкості травматизму	-	28	-	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	298	-	-	-

Аналізуючи таблицю 3.1. можна зробити висновок, що на протязі останніх чотирьох років вдалося уникнути травмувань, це пояснюється тим, що після виникнення нещасного випадку у 2018 році було посилено контроль за станом безпеки праці та введенням системи преміювань та штрафів.

4.4. Заходи з поліпшення охорони праці на ділянці ремонту обладнання свинокомплексу

Для зменшення травматизму на робочих місцях керівникам робочих ділянок треба більш суворо вимагати виконання правил охорони праці.

Розрахунок освітлення

Штучне освітлення ділянки ремонту та обслуговування обладнання свинокомплексу, що проектується забезпечити світильниками дволамповими, що не має випромінення з верхньої півфари з розсіюванням.

Застосовуються лампи ЛБ-40, що мають світловий потік 3120 Лм. Для робіт по шиномонтажу, освітленість складає:

- Комбіноване освітлення – 250 Лк.
- Загальне освітлення – 150 Лк (згідно СННН II – 4 – 79).

Перевірочний розрахунок проведемо методом коефіцієнта використання

світлового потоку.

Знаходимо загальну освітленість за формулою:

$$E = \frac{\Phi \cdot W \cdot \eta}{K \cdot S \cdot Z}, \quad (4.4)$$

де E – освітленість, що отримується в результаті розрахунку, Лк;

Φ – світловий потік світильника, Лк;

η – коефіцієнт запасу;

S – площа що освітлюється, м².

Z – відношення $\frac{E_{\Phi}}{E_{\min}}$, що характеризує нерівномірність освітлення при

розрахунку на середню освітленість Z , не враховують.

Обираємо спосіб розміщення світильників – симетричним. Симетричне розміщення світильників забезпечує однакове освітлення обладнання і робочих місць.

Далі визначаємо відношення відстані між світильниками L до висоти їх підвісу:

$$Z = \frac{L}{H_e} \quad (4.5)$$

Висота світильника над поверхнею, що освітлюється:

$$H_e = H - H_c - H_p, \quad (4.6)$$

де H – загальна висота приміщення, м ;

H_c – висота від стелі до нижньої частини світильника, м;

H_p – висота від полу до поверхні, що освітлюється, м.

$$H_e = 3 - 0,1 - 0,7 = 2,2 \text{ м};$$

$$Z = 3/2,2 = 1,4 .$$

Число світильників (ламп) необхідне для освітлення:

$$N = \frac{S}{L_o \times L_B} \quad (4.7)$$

$$N = 72/3 \times 2 = 12 , \text{ приймаємо } 12 \text{ світильників .}$$

На наступному етапі розраховуємо показник (індекс) приміщення:

$$I = \frac{A \times B}{H_e (A + B)} \quad (4.8)$$

$$I = 18,3 \times 6/3,6 \times (18,3 + 6) = 1,25.$$

Використовуючи розрахований показник приміщення і коефіцієнт відбивання стелі і стін за таблицями визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки

$$P_n = 70 \% . \quad P_c = 50 \% .$$

Знаходимо для $I=1,25$ коефіцієнт = 32%.

Світловий потік світильника дорівнює :

$$\Phi = 2 \times 3120 = 6240 \text{ Лк.}$$

Визначаємо загальну освітленість:

$$E = (6240 \times 12 \times 0,32) / (72 \times 1,25 \times 0,8) = 332,8 \text{ Лк}$$

З розрахунку витікає, що потрібна освітленість згідно СНІП 11-4-79 забезпечується встановленням на ділянці світильниками. Тому приймаємо освітлення з 12 світильників ЛД 2×40 з лампами ЛБ – 40 .

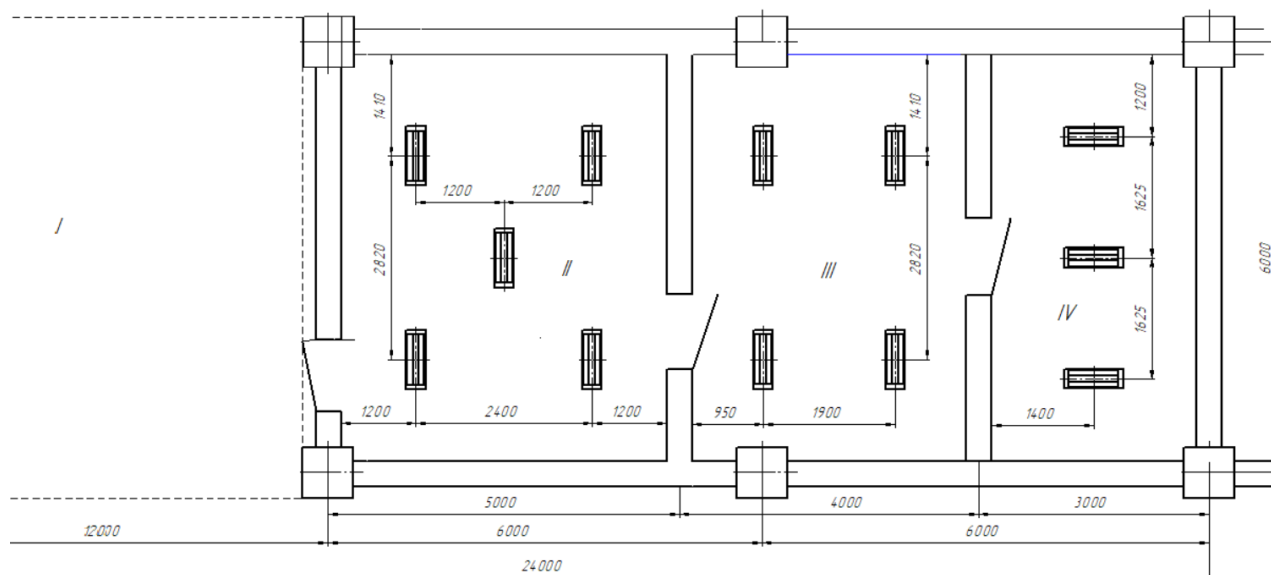


Рис. 4.2. схема освітлення ділянки обслуговування та ремонту обладнання свинокомплексу

1 - відкрита площадка, 2 – ремонтно-монтажна ділянка, 3 – випробувальна ділянка, 4 - склад запчастин

4. 5. Висновок

За результатами аналізу встановлено структуру та організацію системи охорони праці на підприємстві. Встановлено, що стан охорони праці – задовільний вчасно проводяться інструктажі, досить жорсткий контроль за дотриманням правил безпеки праці.

Розрахована система освітлення вказала на те що, ділянки зберігання запчастин матиме 3 світильники ЛД 2x40, випробувальна 4 світильники, ремонтно-монтажна – 5 світильників.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Розрахунки проведемо для робочого колеса з магнітно-імпульсною обробкою (зміцненням).

Вартість литої заготовки робочого колеса складає 1200 грн.

Розрахунки витрат на паливо й електроенергію для технологічних цілей:

Цей вид витрат складається з витрат на паливо й електроенергію, які використовуються для нагрівання заготовок (при одержанні заготовок-поковок і їх термообробки), енергію для електропечей у ливарному виробництві, електроенергію, яка використовується в електрохімічному, електроерозійному виробництвах.

При використанні електроенергії витрати визначаються за формулою [30]:

$$\text{Вел} = (\text{Нел} \cdot m \cdot \text{Цел}) / 1000 = (600 \cdot 0,006 \cdot 3,26) / 1000 = 0,012 \quad (5.1)$$

де Нел - норма витрат електроенергії на підігрів 1 тони заготовок, квт- година/т;

m- маса заготовки, кг;

Цел - ціна 1 квт-години електроенергії для нагрівання, грн.

Витрати на основну заробітну плату основних працівників:

Витрати на заробітну плату основних (виробничих) працівників визначаються, виходячи з норм штучного часу на технологічні операції, відповідно до маршруту обробки деталі.

$$\text{ЗПо} = \left(\sum \text{Тшт-кі} \cdot \text{Счі} \right) \cdot \text{К} = (0,54 \cdot 33,5) \cdot 1,5 = 27,14 \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де Тшт-кі - час штучно-калькуляційне на операцію, год.;

Счі - годинна тарифна ставка працівник відповідного розряду, грн.;

Тшти Счі - розцінка по одній операції, грн;

\sum Тшти Счі - розцінка по всіх операціях технологічного процесу, де m - число операцій.

К- коефіцієнт, що враховує премії й інші доплати, що збільшують фактичний годинний заробіток працівника в порівнянні з тарифною ставкою $K = 1,5$.

Додаткова заробітна плата основних і допоміжних працівників:

$$ЗП_{\text{дод}} = ЗП_{\text{о}} \cdot 14 \% = 27,14 \cdot 14\% = 3,80 \text{ грн} \quad (5.3)$$

До додаткової заробітної плати належить оплата чергових і навчальних відпусток, виплати на випадок тимчасової непрацездатності, усі види оплат у неробочий час відповідно до чинного законодавства. Розмір виплат становить 14% від суми основної заробітної плати.

Відрахування з фонду оплати праці:

Відрахування з фонду оплати праці проводяться відповідно до законодавства та становлять (22 %).

Розмір відрахувань обчислюється по формулі:

$$В_{\text{від.}} = [(ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{дод}}) \cdot 22 \%] / 100\% = (27,14 + 3,80) \cdot 22 \% / 100 = 6,81 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

Заробітна плата допоміжних працівників:

Заробітна плата допоміжних працівників входить до загальновиробничих витрат.

Якщо працівники не закріплені за певними робочими місцями, їх заробітна плата розраховується пропорційно заробітній платі основних працівників

$$\text{ЗПдоп} = 0,88 \cdot \text{ЗПо} = 0,88 \cdot 27,14 = 23,88 \text{ грн} \quad (5.5)$$

Амортизація устаткування:

$$\sum_{i=1}^m \text{Ауст} = (\text{Вуст} \cdot \text{tp} \cdot \text{На}) / \text{Фріч} \cdot 100 \% = 10,93 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

$$\text{Ауст} = (700\,000 \cdot 4,5/60 \cdot 15\%) / 2030 \cdot 100\% = 3,88 \text{ грн (ток. верс. 16К20)}$$

$$\text{Ауст} = (1\,700\,000 \cdot 3/60 \cdot 15\%) / 2030 \cdot 100\% = 6,28 \text{ грн (НААС токар. с ЧПК)}$$

$$\text{Ауст} = (60\,000 \cdot 4/60 \cdot 15\%) / 2030 \cdot 100\% = 0,30 \text{ грн (мийна машина)}$$

$$\text{Ауст} = (36\,700 \cdot 10/60 \cdot 15\%) / 2030 \cdot 100\% = 0,45 \text{ грн (камерна піч)}$$

$$\text{Ауст} = (166\,700 \cdot 0,08/60 \cdot 15\%) / 2030 \cdot 100\% = 0,02 \text{ грн (установка МІУ)}$$

де Вуст – первісна вартість устаткування, грн;

tp - час обробки деталі на певному виді устаткування (to), год;

На - річна норма амортизаційних відрахувань (встановлюється платником податків), для технологічного устаткування - 15%, для засобів транспорту - 15%.

Фріч - річний фонд часу роботи устаткування:

при однозмінній роботі - 2030 годин, при двозмінній роботі - 4015 годин.

Амортизаційні відрахування розраховуються для кожного виду устаткування, що бере участь у технологічному процесі обробки деталі.

Амортизація коштовних інструментів:

$$\sum \text{Аін} = (\sum \text{Він} \cdot \text{tp} \cdot \text{На}) / \text{Фріч} \cdot 100\% \quad (5.7)$$

$$A_{ін} = (\sum V_{ін} \cdot t_p \cdot N_a) / \Phi_{річ} \cdot 100\% = \\ = (3500 \cdot 3/60 \cdot 20\%) / 2030 \cdot 100\% = 0,02 \text{ грн (різець)} \quad (5.8)$$

де $V_{ін}$ - вартість інструмента, грн;

t_p - час обробки деталі даним інструментом, годин;

N_a - норма амортизаційних відрахувань 20%;

Амортизаційні відрахування розраховуються для всіх інструментів з терміном служби більш 1 року.

Витрати на електроенергію:

$$\sum V_{ен} = (P_n \cdot t_p \cdot K_v \cdot C_{ен}) / \Phi_{річ} = 6,74 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

$$V_{ен} = (15 \cdot 4,5/60 \cdot 0,75 \cdot 3,26) = 2,75 \text{ грн (ток. стан.)}$$

$$V_{ен} = (18 \cdot 3/60 \cdot 0,75 \cdot 3,26) = 2,20 \text{ грн (НААС токар. с ЧПК)}$$

$$V_{ен} = (1 \cdot 4/60 \cdot 0,75 \cdot 3,26) = 0,16 \text{ грн (мийна машина)}$$

$$V_{ен} = (1 \cdot 10/60 \cdot 0,75 \cdot 3,26) = 0,41 \text{ грн (піч)}$$

$$V_{ен} = (3 \cdot 10/60 \cdot 0,75 \cdot 3,26) = 1,22 \text{ грн (установка МПУ)}$$

де P_n - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

K_v - коефіцієнт використання устаткування за часом і за потужності $K_v = 0,75$;

$V_{ен}$ - вартість однієї кВт - години силової електроенергії, грн.

Інші види загальнопромислових непрямих витрат, а саме витрати на ремонт устаткування, витрати на утримання будинків цеху й керування цехом і т.д. обраховуються відсотково в калькуляції витрат у пункті інші витрати.

Таблиця 5.1 – Калькуляція витрат на одиницю продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Значення розрахункових показників, грн.
1	Сировина й матеріали	1200
2	Паливо й енергія на технологічні цілі	0,01
3	Разом: прямі матеріальні витрати	1200,01
4	Основна заробітна плата основних працівників	27,14
5	Додаткова зарплата основних працівників	3,80
6	Відрахування з фонду оплати праці основних працівників	6,81
7	Заробітна плата	
8	Заробітна плата допоміжних працівників	23,88
9	Додаткова зарплата допоміжних працівників	3,34
10	Страхові внески допоміжних працівників	5,99
11	Амортизаційні відрахування від первісної вартості технологічного устаткування	10,93
12	Амортизаційні відрахування від первісної вартості коштовного інструмента	0,02
13	Силова електроенергія	6,74
14	Разом: сума витрат включно становить цехову собівартість Сцех	1288,66
15	Загальногосподарські витрати в розмірі 300 % від основної заробітної плати основних робітників	81,42
16	Разом: сума витрат з включно становить виробничу собівартість Свир	1370,08
17	Комерційні витрати 1,5 % від виробничої собівартості	20,55

18	Разом: сума витрат з включно становить повну собівартість од. продукції	1390,63
----	---	---------

Зносостійкість робочих коліс заглибних відцентрових насосів після буровання й магнітно-імпульсної обробки збільшилася в 2,3 рази при цьому, подорожчання деталі становить не більш 12%. Так як вихідна заготовка коштує 1200 грн. то з урахуванням магнітно-імпульсної обробки вартість деталі становитиме 1390 грн. вартість нової деталі 5500 грн. тобто економія 4110 грн., а враховуючи те, що деталь відпрацює в два рази більше. Тоді економія складе $11000 - 1390 = 9610$ грн. на одному колесі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз аварій залежно від матеріалу робочих органів: максимальна кількість аварій припадає на робочі колеса, виготовлені з чавуну 80,5 %, потім ідуть порошковий матеріал для звичайних умов - 10,0 %, нерезист - 9,5 % і вуглепластик - 0,0 %. У зв'язку з цим, по сукупності факторів чавун як матеріал коліс залишається найбільш раціональним варіантом. Актуальною є завдання вдосконалювання технології одержання та зміцнення коліс із чавуну.

Визначено деталі відмови яких лімітують роботу насосного агрегату, а саме вал насоса, равлик та робоче колесо. Розроблено технологічний процес відновлення валу насоса, час відновлення якого складає 2,8 год., розроблено технологічний процес відновлення равлика металополімерною композицією чечер молекуляр, а також запроваджено чітку процедуру вибракування равликів, як показали дослідження таким методом можливо підвищити довговічність равликів у 1,7 – 2 рази.

Розраховано процес зміцнення робочого та розраховано напруження які воно зможе витримувати. У результаті досліджень установлене, що під дією імпульсного магнітного поля виникає ударна хвиля, яка, поширюючись углиб зразка, викликає зміцнення внутрішніх шарів.

Ефект зміцнення зі збільшенням відстані від поверхні зростає. Причому додаткове зміцнення не залежить від величини вихідного зерна й може бути зв'язане або зі здрібнюванням зерна, або зі зміною дислокаційної структури.

Технологія магнітно-імпульсного об'ємного зміцнення металів в останні роки знаходить усе більше застосування в силу високої ефективності, а також порівняльної простоти й економічності застосовуваних установок.

У ході дослідження й аналізу встановлено, що під впливом імпульсних магнітних полів виникає ударна хвиля, яка, поширюється вглиб деталі й тим самим відбувається зміцнення внутрішніх шарів за рахунок збільшення втомної міцності.

За результатами аналізу встановлено структуру та організацію системи

охорони праці на підприємстві. Встановлено, що стан охорони праці – задовільний вчасно проводяться інструктажі, досить жорсткий контроль за дотриманням правил безпеки праці.

Розрахована система освітлення вказала на те що, ділянки зберігання запчастин матиме 3 світильники ЛД 2x40, випробувальна 4 світильники, ремонтно-монтажна – 5 світильників.

Зносостійкість робочих коліс заглибних відцентрових насосів після буровання й магнітно-імпульсної обробки збільшилася в 2,3 рази при цьому, подорожчання деталі становить не більш 12%. Так як вихідна заготовка коштує 1200 грн. то з урахуванням магнітно-імпульсної обробки вартість деталі становитиме 1390 грн. вартість нової деталі 5500 грн. тобто економія 4110 грн., а враховуючи те, що деталь відпрацює в два рази більше. Тоді економія складе $11000 - 1390 = 9610$ грн. на одному колесі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Скляр О.Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві». Навчальний посібник / О.Г. Скляр, Н.І.Болтянська. ТДАТУ – 2012. – 720 с.
2. Горач П.А. Аналіз надійності насосних агрегатів для перекачування рідких стоків при промисловому утриманні тварин / Горач П.А. // матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. Пріоритети сучасної науки (частина I): Київ : МЦНД, 2022. – С. 38-41.
3. Статистичний збірник «Тваринництво України» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_tvar_zb.htm.
4. Ревенко І.І. Машина та обладнання для тваринництва Посібник-практикум / Ревенко І.І. К.: Кондор, 2011. — 396 с.
5. Слобожанський агрокомбінат [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.slobozhanskiy.kh.ua/production>.
6. Насос фекальний НЦІ Ф-100 чугунний в повній комплектації [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://v5.com.ua/nasosy-i-osnashchenie/nasosy-drenazhnye-i-kanalizacionnye/v5?product_id=3367.
7. Насоси для рідкого гною типу НЖФ-150, НЦІ-Ф, НЖН-200 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://gidromehanika.com.ua/ua/g22412026-nasosy-dlya-zhidkogo>.
8. Насосы для жидкого навоза НЖФ-150, НЦІ-Ф, НЖН-200 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://nasosenergo.com.ua/equipment/itemlist/category>.
9. Насос НЖФ-150 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://mei.org.ua/nasos-njf150/>.
10. Яхненко С.М. Гідродинамічні аспекти блочно-модульного конструювання динамічних насосів / С.М. Яхненко //автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.17 «Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати» – Суми, 2003. – 20 с.

11. Калганков Є.В. Розробка ТПВД / Калганков Є.В. – ДДАЕУ, 2013. – 75 с.
12. Матвеев В.А. Техническое нормирование / В.А. Матвеев, - М.: Колос, 1979. – 288 с.
13. Черновол М.И. Современные материалы для восстановления и упрочнения деталей машин / Черновол М.И.. – Кировоград: РВП КГТУ, 1994. – 83 с.
14. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.
15. Дирда В.І. Ремонт машин та обладнання: / Дирда В.І. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
16. Коновалюк О.В. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. –К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
17. Chester Molecular - ремонт, восстановление чугуновых, стальных изделий [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://avalon-ua.com.ua/kroxx-loctite-darbond-chester-loxeal/chester-molecular>.
18. <http://protein.bio.msu.su/~akula/Podr2~1.htm>
19. <http://www.statgraphics.com/>
20. Калганков Є. В. Особливості фрактального аналізу поверхні руйнування гумових футерівок, що працюють в умовах абразивно-втомного зносу / Є. В. Калганков. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2017. – №133. – С. 66–74.
21. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2013. – №108. – С. 133-142.
22. Обобщенная теория износа упруго-наследственных сред / А. С.Кобец, В. И. Дырда, Е. В. Калганков, И. Н. Цаниди. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – №2. – С. 81–84.

23. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин [Навчальний посібник] / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.
24. Деталі машин / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков І.Є. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.
25. ЧАВУНИ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://stud.com.ua/73714/tehnika/chavuni>.
26. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Є.В.; Грачова В.М.; Косенко А.В. - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.
27. Пат. 119244 Україна, МПК7 МПК G01N 33/44 (2006.01). Пристрій для випробувань гумових елементів на стирання [Текст] / Дирда Віталій Іларіонович (UA); Калганков Євген Васильович (UA); Черній Олександр Анатолійович (UA); Цаніді Іван Миколайович (UA); Калганков Богдан Васильович (UA). u201602207; заявл. 09.03.2016 ; опубл. 25.09.2017, бюл. № 18- 4с.
28. Винокурова Л.Е. Основи охорони праці/ Винокурова Л.Е. – техн.. навч. Закладів. – 2-ге вид. – К.: Вікторія, 2001. – 192 с.
29. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / Жидецький В.Ц. – Львів.: Афіша, 2005. – 320 с.
30. Вініченко І.І. Методичні рекомендації / І.І. Вініченко, А.О. Сітковська. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.
31. Калганков Є.В. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОС "Бакалавр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" і дипломних робіт ОС "Магістр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" / Калганков Є.В. – Д.: ДДАЕУ, 2021. – 36 с.