

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: « Підвищення довговічності і відповідальних деталей насосів »

Виконав:

_____ (підпис)

Чепурний С. О.

_____ (Прізвище, ініціали)

Група:

СТЗ 2301-2м ВН

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Тарельник В.Б.

_____ (Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена розробці технології підвищення довговічності відцентрових хімічних насосів.

Дипломна робота складається з вступу та чотирьох розділів. В даній роботі було використано 5 літературних джерел, повний обсяг роботи 43 сторінки, у тому числі 9 рисунків та 2 таблиці.

Об'єктом досліджень є технологія зміцнення торцевих імпульсних ущільнень відцентрових хімічних насосів.

Проаналізовано стан питання. Визначено задачі досліджень.

Проведені заходи по охороні праці та економічні розрахунки доцільності впровадження технології зміцнення торцевих імпульсних ущільнень відцентрових хімічних насосів у виробництво.

ЕЛЕКТРОІСКРОВЕ ЛЕГУВАННЯ, ТОРЦЕВІ ІМПУЛЬСНІ УЩІЛЬНЕННЯ, МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ, ЗНОС, ПОКРИТТЯ, МІКРОТВЕРДІСТЬ, ШОРСТКІСТЬ.

Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ

ЗМІСТ:

ВСТУП	6
--------------------	---

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ НАСОСІВ ДЛЯ ТОЧНОГО РОЗПИЛЮВАННЯ

1.1. Еволюція сільськогосподарських обприскувачів	7
1.2. Аналіз хімічних насосів з точки зору використання в сільському господарстві	11
1.3. Стандартні відцентрові насоси	18
1.4. Найбільш поширені причини пошкодження механічних ущільнень у відцентрових насосах	24
1.5. Висновки по розділу 1	26
1.6. Мета і задачі дослідження	26

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МЕТАЛЕВИХ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ

2.1. Якість поверхневих шарів пар тертя, сформованих електроіскровим легуванням	27
2.2. Методика електроіскрового легування	28
2.3. Методика підвищення зносостійкості робочих поверхонь сталевих кілець торцевих імпульсних ущільнень (ТІУ)	30
2.4. Результати порівняльних досліджень	31
2.5. Висновки по розділу 2	32

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ НАСОСІВ

3.1 Загальні положення	34
3.2. Ремонт або модифікація насоса в системі	34
3.3. Поради щодо безпеки ремонту насоса:	35

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ

ДОВГОВІЧНОСТІ ТОРЦЕВИХ ІМПУЛЬСНИХ УЩІЛЬНЕНЬ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ	38
4.1. Нормування робіт по ЕІЛ сталених поверхонь ТІУ	38
2. Розрахунок собівартості ЕІЛ	38
4.3 Розрахунок економічної ефективності розробки.....	39
4.4 Розрахунок окупності капітальних затрат.....	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	40
Використана література	41
ДОДАТКИ	42



Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ

ВСТУП

Оскільки населення планети зростає, а зміна клімату створює нові виклики для сільського господарства, потреба в ефективних і стійких методах ведення сільського господарства ніколи не була такою критичною. У цьому динамічному середовищі роль ефективної боротьби зі шкідниками неможливо переоцінити. Це стрижень, який забезпечує не тільки виживання сільськогосподарських культур, але й їх процвітаючу продуктивність. Серед різноманітних досягнень у сільськогосподарських технологіях одна особлива інновація з'явилася як трансформаційна сила у сфері боротьби зі шкідниками – високопродуктивні насоси точного розпилювання (НТР).

Обприскувач для захисту рослин давно став невід'ємною частиною сільськогосподарської практики, слугуючи передовим захистом від шкідників і хвороб, які можуть знищити посіви. Однак звичайні методи боротьби зі шкідниками часто стикаються з обмеженнями щодо точності, охоплення та ефективності. Саме тут на допомогу приходять насоси для обприскувачів НТР як новаторське рішення, яке змінює ландшафт боротьби зі шкідниками в сільському господарстві.

Традиційні обприскувачі, хоча й певною мірою ефективні, часто не могли забезпечити рівномірне покриття величезних сільськогосподарських ландшафтів. Ця невідповідність може призвести до нерівномірного розподілу пестицидів, залишаючи одні ділянки недостатньо обробленими, а інші перенасичуючи. Поява насосів для обприскувачів НТР вирішує цю проблему, революціонізуючи саму концепцію точності в сільському господарстві. Ці насоси гарантують рівномірне розпилення, яке досягає кожного куточка культури, включаючи нижню частину листя, якою часто нехтують, і важкодоступні ділянки.

Те, що відрізняє насоси для обприскувачів НТР, це не лише їхня здатність охоплювати більше землі за менший час, але й їхній внесок в оптимізацію

ресурсів. Точне та цілеспрямоване застосування, яке вони пропонують, мінімізує втрати пестицидів і добрив, представляючи більш стійкий підхід до боротьби зі шкідниками. Це не тільки приносить користь навколишньому середовищу, зменшуючи загальне хімічне навантаження, але й перетворюється на економічні переваги для фермерів, оскільки вони можуть оптимізувати використання ресурсів і скоротити непотрібні витрати.

Таким чином, підтримування насосів розпилювачів в надійному стані дуже важливо для сільського господарства і тема дипломної роботи: «Підвищення довговічності відповідальних деталей насосів» актуальна і своєчасна.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ НАСОСІВ ДЛЯ ТОЧНОГО РОЗПИЛЮВАННЯ

1.1. Еволюція сільськогосподарських обприскувачів

З розвитком технологій сільськогосподарська промисловість пережила значний прорив із впровадженням моторизованих обприскувачів. Це ознаменувало вирішальний поворотний момент, оскільки ручна праця, пов'язана з обприскуванням, значно скоротилася, а ефективність заходів із захисту рослин покращилася. Моторизовані обприскувачі дозволили більш рівномірне та широке застосування пестицидів і добрив, підвищивши загальне покриття та ефективність захисту посівів від шкідників і хвороб. Цей технологічний стрибок не тільки підвищив продуктивність, але й дав можливість фермерам керувати більшими сільськогосподарськими площами. Точне землеробство, яке ґрунтується на технологічному прогресі, не тільки забезпечує здоров'я та продуктивність культур, але й вирішує проблеми, пов'язані з постійними змінами ландшафту шкідників, хвороб і екологічних проблем.

Т На передньому краї сучасних інновацій у сільському господарстві обприскувачі НТР представляють передовий стрибок в еволюції сільськогосподарської техніки. Ретельно розроблені, щоб революціонізувати традиційні парадигми боротьби зі шкідниками, ці насоси можуть похвалитися здатністю подавати значно більший об'єм рідини з прискореною швидкістю. Ця філософія дизайну вирішує фундаментальну проблему, з якою стикаються звичайні обприскувачі, а саме потребу в більш широкому та точному охопленні під час застосування засобів боротьби зі шкідниками. Перетворювальна сила насосів обприскувача НТР полягає не лише в їхній здатності збільшувати

швидкість подачі рідини, але, що більш важливо, у їхній здатності забезпечити ретельне та рівномірне внесення по культурах. Цей аспект стає особливо важливим, коли маємо справу з тонкощами боротьби зі шкідниками, коли кожен листок і щілина повинні бути належним чином досягнуті.

Поєднання підвищеної ефективності та підвищеної точності робить насоси для обприскувачів НТР незамінним інструментом, що змінює правила гри для сучасного сільськогосподарського ландшафту. Оскільки сільськогосподарський сектор стикається з необхідністю сталого та ресурсоефективного застосування, ці інноваційні насоси стають каталізаторами оптимізації використання пестицидів і добрив, сприяючи більш екологічному та економічно життєздатному підходу до боротьби зі шкідниками. Подальше дослідження глибше заглибитися в багатогранні переваги насосів для обприскувачів НТР, проливаючи світло на те, як їхні унікальні можливості резонують із мінливими потребами сучасного сільського господарства.

Точне землеробство для покращеного захисту рослин. Точність у боротьбі зі шкідниками є критичним фактором для досягнення оптимальних результатів. Традиційним обприскувачам часто важко забезпечити рівномірне покриття, що призводить до нерівномірного розподілу пестицидів і добрив. Насоси для обприскувачів НТР вирішують цю проблему, забезпечуючи точне та рівномірне розпилення, досягаючи кожного куточка та щілини культури. Цей рівень точності не тільки підвищує ефективність заходів боротьби зі шкідниками, але й мінімізує втрату ресурсів.

Переваги обприскувачів НТР у боротьбі зі шкідниками:

1. **Покращене покриття:** насоси обприскувача НТР забезпечують повне покриття посівів, охоплюючи навіть нижню частину листя та ділянки, доступ до яких може бути складним за допомогою звичайних обприскувачів.

2. Ефективність у часі: висока пропускна здатність цих насосів дозволяє фермерам охоплювати більші площі за короткий час, підвищуючи загальну ефективність роботи під час боротьби зі шкідниками.

3. Зменшені витрати: точність насосів обприскувача НТР мінімізує надмірне розпилення та стікання, зменшуючи кількість використаних пестицидів та вплив на навколишнє середовище.

4. Покращене здоров'я культур: Завдяки точному внесенню насоси обприскувача НТР сприяють підтримці здоров'я культур, доставляючи потрібну кількість пестицидів, зменшуючи ризик як недостатньої, так і надмірної обробки.

Оскільки сільськогосподарська промисловість все більше використовує стійкі методи, насоси для обприскувачів НТР відповідають цій тенденції. Оптимізуючи використання пестицидів і добрив, ці насоси сприяють більш екологічному та економічно вигідному підходу до боротьби зі шкідниками.

Роль технології в сільськогосподарських обприскувачах. Інтеграція технологій у сільськогосподарські обприскувачі, зокрема в насоси обприскувачів НТР, є свідченням прихильності галузі до інновацій. Ці машини часто оснащені розширеними функціями, такими як навігація за допомогою GPS, технологія змінної швидкості та можливості дистанційного зондування, що ще більше підвищує їх точність і ефективність.

Боротьба зі шкідниками в сільському господарстві не позбавлена труднощів, починаючи від проблем стійкості до екологічних проблем. Насоси для обприскувачів НТР відіграють вирішальну роль у подоланні цих проблем, забезпечуючи цілеспрямований і зважений підхід до боротьби зі шкідниками. Фермери можуть адаптувати свої стратегії на основі даних у реальному часі, гарантуючи, що вони випереджають розвиток загроз шкідників.

Таким чином, еволюція сільськогосподарських обприскувачів, зокрема з появою насосів обприскувачів НТР, започаткувала нову еру точності та ефективності боротьби з шкідниками в сільськогосподарській галузі. Зміна парадигми, спричинена цими вдосконаленими машинами, не лише підвищила

рівень захисту врожаю, але й сприяла відданості стійкості в сучасному сільському господарстві. Серед помітних інновацій у цій трансформаційній подорожі – діафрагмовий насос Mitra Race 200L, зірковий приклад передової технології, бездоганно інтегрованої в обприскувачі для захисту рослин.



Рисунок 1.1 - Навісний обприскувач Race 200 л

Тракторний малооб’ємний обприскувач «Race 200» призначений для обприскування фруктових садів. Це найекономічніший навісний малооб’ємний обприскувач для садівників. Обприскувач «Mitra's Race 200L» монтується безпосередньо над трактором за допомогою спеціально розроблених монтажних пластин і за допомогою 3PL (триточкової навіски). Обладнання Mitra Agro подбало про безпеку, забезпечивши захисні пристрої, такі як задній бампер, щоб захистити вузол корпусу від будь-яких нещасних випадків. Збірка обладнання виконана з використанням нержавіючої сталі. Нержавіюча сталь відома своєю довговічністю, стійкістю до корозії та здатністю протистояти суворим умовам, що робить її придатним вибором для сільськогосподарського обладнання.

1.2. Аналіз хімічних насосів з точки зору використання в сільському господарстві

Хімічні насоси використовуються в різних галузях промисловості, включаючи фармацевтику, сільське господарство, виробництво та очищення води. Вони призначені для транспортування рідин, хімікатів та інших матеріалів з одного місця в інше. Хімічні насоси розроблені відповідно до конкретних вимог хімічної промисловості, де безпека та точність є надзвичайно важливими.

Хімічний насос — це тип насоса, призначеного для роботи з хімікатами, корозійними рідинами та іншими небезпечними матеріалами та перекачування їх. Ці насоси розроблені таким чином, щоб витримувати жорсткі хімічні середовища хімічної промисловості, де безпека є головною проблемою.

Хімічні насоси працюють, створюючи тиск для переміщення рідини або хімікату з одного місця в інше. Тиск можна створити кількома способами, залежно від типу використовуваного хімічного насоса. Більшість хімічних насосів використовують робочі колеса або ротори для створення тиску, необхідного для переміщення хімікату.

Типи хімічних насосів

Хімічні насоси можна класифікувати на різні типи на основі їх конструкції та принципів роботи. Ось найпоширеніші види хімічних насосів:

Відцентрові насоси. Відцентрові насоси є найпоширенішим видом хімічних насосів, які використовуються в різних галузях промисловості. Вони працюють, перетворюючи енергію обертання від крильчатки в кінетичну енергію, яка, у свою чергу, передає рідину до вихідного отвору. Відцентрові насоси є надійними, ефективними та економічними, що робить їх придатними для рідин із низькою та середньою в'язкістю з низьким вмістом твердих речовин.

Мембранні насоси. Мембранні насоси — це об'ємні насоси, які використовують гнучку діафрагму для перекачування рідин. Вони працюють, переміщуючи діафрагму вперед і назад, створюючи вакуум, який втягує рідину в камеру насоса, а потім виштовхує її. Мембранні насоси ідеально підходять для перекачування рідин із високим вмістом твердих речовин або для застосувань, які вимагають м'якого перекачування.

Перистальтичні насоси. Перистальтичні насоси – це об'ємні насоси, які використовують гнучку трубку та ролик для переміщення рідин. Вони працюють, стискаючи трубку, що створює вакуум, який втягує рідину в насос, а потім виштовхує її. Перистальтичні насоси підходять для перекачування в'язких і абразивних рідин або для застосувань, які потребують точного дозування.

Поршневі насоси. Поршневі насоси — це об'ємні насоси, у яких для перекачування рідин використовується поршень. Вони працюють, втягуючи рідину в камеру насоса, а потім виштовхуючи її через випускний клапан. Поршневі насоси підходять для застосування під високим тиском або для перекачування рідин з високою в'язкістю та вмістом твердих частинок.

Насоси з магнітним приводом.

Насоси з магнітним приводом, також відомі як насоси з магнітним приводом, використовують магнітну муфту для перекачування рідин без будь-якого фізичного контакту між двигуном і насосом. Вони працюють, створюючи магнітне поле, яке приводить в дію робоче колесо, яке, у свою чергу, переносить рідину. Насоси з магнітним приводом ідеально підходять для перекачування небезпечних і корозійних рідин або для застосувань, які вимагають нульового витоку.

Шестеренні насоси. Шестеренчасті насоси – це об'ємні насоси, які використовують дві зубчасті шестерні для перекачування рідин. Вони працюють, захоплюючи рідину між зубцями шестерні та корпусом насоса, який потім передає її до випускного отвору. Шестеренні насоси ідеально підходять для

перекачування рідин із низькою та середньою в'язкістю, а також для застосувань, які вимагають високих витрат.

Гвинтові насоси. Гвинтові насоси, також відомі як насоси з гвинтовим ротором або ексцентрикові гвинтові насоси, використовують гвинтовий ротор і статор для перекачування рідин. Вони працюють шляхом захоплення рідини між ротором і статором, який потім передає її до випускного отвору. Гвинтові насоси ідеально підходять для перекачування високов'язких і абразивних рідин або для застосувань, які потребують м'якого накачування.

Подвійні мембранні насоси з пневматичним приводом. Пневматичні насоси з подвійною діафрагмою, також відомі як насоси AODD, використовують стиснене повітря для перекачування рідин. Вони працюють за допомогою двох діафрагм для перекачування рідини в камеру насоса та з неї. Насоси AODD ідеально підходять для перекачування рідин із високим вмістом твердих речовин або для застосувань, які потребують портативних насосних рішень.

Роторно-лопатеві насоси. Роторно-лопатні насоси використовують дві обертові лопаті для перекачування рідин. Вони працюють, захоплюючи рідину між пелюстками та корпусом насоса, який потім передає її до випускного отвору. Роторно-лопатні насоси ідеально підходять для перекачування рідин із низькою та високою в'язкістю, а також для застосувань, які вимагають низького зсуву.

Лопатеві насоси. Лопаткові насоси — це об'ємні насоси, які використовують лопаті для перекачування рідин. Вони працюють, захоплюючи рідину між лопатями та корпусом насоса, який потім передає її до випускного отвору. Пластинчасті насоси ідеально підходять для перекачування рідин із низькою та середньою в'язкістю, а також для застосувань, які потребують високої швидкості потоку.

Барабанні насоси. Бочкові насоси призначені для перекачування рідин із бочок, бочок і контейнерів. Вони можуть бути різних типів, наприклад, відцентрові, діафрагмові або поршневі насоси, залежно від вимог до

застосування. Бочкові насоси ідеально підходять для перекачування рідин із контейнерів, які важко перемістити.

Занурювальні насоси. Занурювальні насоси призначені для занурення в рідини для їх перекачування. Вони можуть бути різних типів, наприклад, відцентрові, діафрагмові або поршневі насоси, залежно від вимог до застосування. Занурювальні насоси ідеально підходять для перекачування рідин із колодязів, відстійників і резервуарів.

Дозуючі насоси. Дозувальні насоси призначені для подачі точної кількості рідини. Вони можуть бути різних типів, наприклад діафрагмові, поршневі або перистальтичні насоси, залежно від вимог застосування. Насоси-дозатори ідеально підходять для застосувань, які вимагають точного дозування, наприклад, для очищення води та хімічної промисловості.

Вакуумні насоси. Вакуумні насоси призначені для створення вакууму або негативного тиску в системі. Вони можуть бути різних типів, наприклад мембранні, поршневі або роторно-лопатеві насоси, залежно від вимог застосування. Вакуумні насоси ідеально підходять для застосувань, які потребують видалення повітря чи інших газів із системи.

Загальні рекомендації зменшення потенційних проблем та небезпек при роботі з хімічними насосами

Т Насоси є одним із найбільш поширених елементів обладнання на хімічних заводах. Часто вони використовуються для транспортування небезпечних рідин, таких як легкозаймисті, горючі, токсичні та корозійні хімікати. Щоб забезпечити безпеку під час перекачування, слід дотримуватися певних правил проектування та експлуатації.

Під час перекачування небезпечних рідин може виникнути ряд проблем і небезпек. До них можна віднести наступне:

- Несправності механічного ущільнення, що призводять до витоків або неконтрольованих викидів.
- Безвихідь.
- Знижений або низький потік у відцентрових насосах
- Перегерметизація.
- Висока температура.

Ці проблеми та небезпеки можуть призвести до серйозних інцидентів, таких як пожежі, вибухи та викиди токсичних речовин, якщо їх не вирішити за допомогою профілактичних або захисних заходів. Нижче розглядаються ці проблеми, а також рекомендовані методи усунення або мінімізації проблем для різних типів насосів.

Матеріали конструкції. Матеріали конструкції слід вибрати виходячи з корозійних властивостей рідини, що перекачується. Як мінімум, насоси повинні бути виготовлені з литої сталі. Усі компоненти насоса (корпус, робоче колесо, механічне ущільнення або набивка та інша обробка) повинні бути сумісні з рідиною, що перекачується. Чавун не можна використовувати для небезпечних рідин під тиском вище 200 psig або температурою вище 175°C. Чавун є крихким і може тріснути внаслідок механічного або термічного удару, що може призвести до протікання та наступної пожежі. Ковкий чавун також підходить для деяких застосувань, але слід зазначити, що ковкий чавун під впливом високих температур, викликаних пожежами, може перетворитися на чавун, і його слід уникати, якщо існує будь-який ризик пожежі. Корпус насоса, крильчатка та інші рухомі частини повинні бути виготовлені з матеріалів, що не виділяють іскроутворення, якщо насос буде працювати всуху через часті проміжки часу.

Розташування насоса. Насоси слід встановлювати та розташовувати таким чином, щоб забезпечити безпечне обслуговування. Якщо насоси призначені для перекачування небезпечних рідин, таких як токсичні, пірофорні або реактивні з водою рідини, насоси не слід розташовувати під стійками магістральних труб. Якщо на насосі виникне пожежа, полум'я може досягти

трубопроводу вище та створити надлишковий тиск рідини, що міститься в трубопроводі, або напружити та послабити трубопроводи через поглинання тепла. Насоси, особливо ті, що перекачують небезпечні рідини, слід розташовувати у відкритих, добре провітрюваних приміщеннях, щоб запобігти накопиченню витоку небезпечних парів. При проектуванні резервуарних парків багато компаній вважають за краще розташовувати перекачувальні насоси за межами дамби з окремою огороженою та осушеною зоною, щоб запобігти поширенню витоків ущільнення або набивання. У разі великого розливу насоси можуть зануритися у воду через зазвичай високі дамби, які використовуються на резервуарних парках. Для деяких хімічних речовин, залежно від властивостей рідини, таких як займистість і корозійна активність, може виникнути пожежа або механічне пошкодження відповідного електричного обладнання, коли насос занурений.

Захист від зворотного потоку. Зворотний потік може виникнути в насосній системі, коли двигун (або інший привод) зупиняється, навмисно чи випадково. Залежно від того, який тип насоса використовується, це може призвести до потоку перекачуваної рідини через насос до всмоктувальної ємності та можливого переповнення ємності. Це також може призвести до зворотного обертання непрацюючого встановленого запасного насоса, що може призвести до пошкодження. Щоб уникнути або обмежити зворотний потік, у напірній лінії насоса слід встановити зворотний клапан. Для дуже небезпечних рідин може бути бажаним установити два зворотні клапани послідовно. В якості альтернативи можна використовувати швидкодіючий відкритий запірний клапан, який активується датчиком низького тиску в напірній лінії, який щільно закриває клапан. Якщо в напірній лінії насоса використовуються зворотні клапани або швидкодіючі запірні клапани відкритого типу, може знадобитися встановити спосіб запобігання гідравлічному удару.

Трубопроводи насосів і клапани. Труби всмоктування та нагнітання насоса повинні підтримуватися незалежно від насоса. Опори повинні бути розроблені

таким чином, щоб навантаження на фланець насоса були мінімізовані та не перевищували навантажень, указаних виробником насоса. Крім того, опори труб повинні бути регульованими.

Трубопровід має бути сконструйований таким чином, щоб витримувати максимальний тиск, створюваний насосом за умов «мертвого напору». Трубопроводи насоса, які вміщують гарячі рідини, часто потрібні для забезпечення гнучкості для теплового розширення та звуження. Якщо можливо, це має бути забезпечено шляхом проектування самого трубопроводу з достатньою площею для петель трубопроводу. Якщо ні, то цієї гнучкості можна досягти за допомогою гнучких шлангів або компенсаторів, які мають бути виготовлені з вогнестійкого матеріалу. Якщо використовуються компенсатори, то вони повинні бути безпакетного типу, без кільцевих зварних швів у сильфоні.

Слід передбачити запірну арматуру на всмоктуванні та нагнітанні насоса. Якщо всмоктувальна ємність знаходиться поруч, запірний кран насоса повинен бути встановлений на патрубку ємності. Це може запобігти скиданню вмісту ємності у разі пожежі поблизу лінії всмоктування, враховуючи, що клапан у цей час закритий. Лінії, в яких немає потоку, можуть швидко вийти з ладу під впливом вогню. Якщо насос має довгу лінію всмоктування, слід передбачити запірні клапани біля входу насоса та на всмоктувальній ємності. Вогнебезпечні клапани слід використовувати, якщо втрата цілісності клапана внаслідок пожежі призведе до великого витoku небезпечної рідини. Запірні клапани, якими можна керувати з віддаленого місця, слід використовувати для критичних застосувань, наприклад, коли можуть статися великі викиди небезпечних рідин у разі відмови насоса. Пристрої для приведення в дію цих клапанів слід розташовувати в безпечних периферійних зонах, таких як диспетчерські кімнати або в сервісних стійках за межами батареї пристрою. Запірні клапани з дистанційним керуванням блокують для автоматичного відключення насоса, коли клапани закриті.

1.3. Стандартні відцентрові насоси

Стандартні відцентрові насоси зазвичай оснащені сальниковими або механічними ущільненнями. Рекомендується використовувати подвійні внутрішні механічні ущільнення або тандемні механічні ущільнення із сумісною буферною рідиною між ущільненнями. Зі стандартними відцентровими насосами можуть виникнути такі небезпеки: поломка механічного ущільнення, знижений або слабкий потік, перегерметизація, високі температури, кавітація.

Ці небезпеки та заходи профілактики та захисту обговорюються нижче.

Поломка механічного ущільнення

Механічне ущільнення — це просто спосіб утримання рідини в посудині (як правило, насоси, змішувачі тощо), де обертовий вал проходить через нерухомий корпус або час від часу, коли корпус обертається навколо валу.

Під час герметизації відцентрового насоса завдання полягає в тому, щоб дозволити обертовому валу потрапити у «мокру» зону насоса, не даючи можливості витоку великих об'ємів рідини під тиском.

Щоб вирішити цю проблему, потрібне ущільнення між валом і корпусом насоса, яке може стримувати тиск процесу, що перекачується, і протистояти тертю, викликаному обертанням валу (рис. 1.2).

Перш ніж досліджувати, як функціонують механічні ущільнення, важливо зрозуміти інші методи формування цього ущільнення. Одним із таких методів, який досі широко використовується, є сальникове ущільнення.

Сальникове ущільнення — це плетений матеріал, схожий на мотузку (рис. 1.3), який намотується навколо валу, фізично заповнюючи зазор між валом і корпусом насоса.

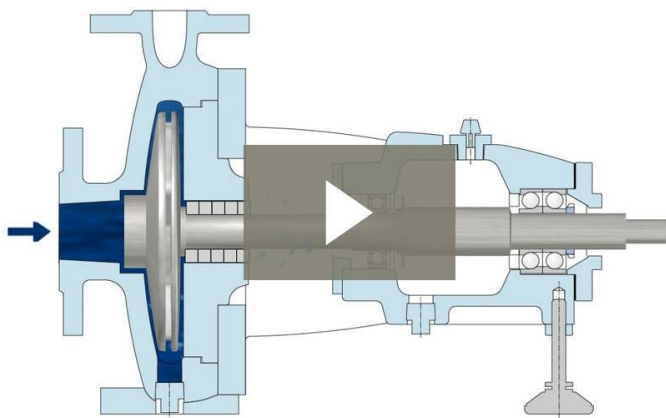


Рисунок 1.2 – Схема відцентрового насосу



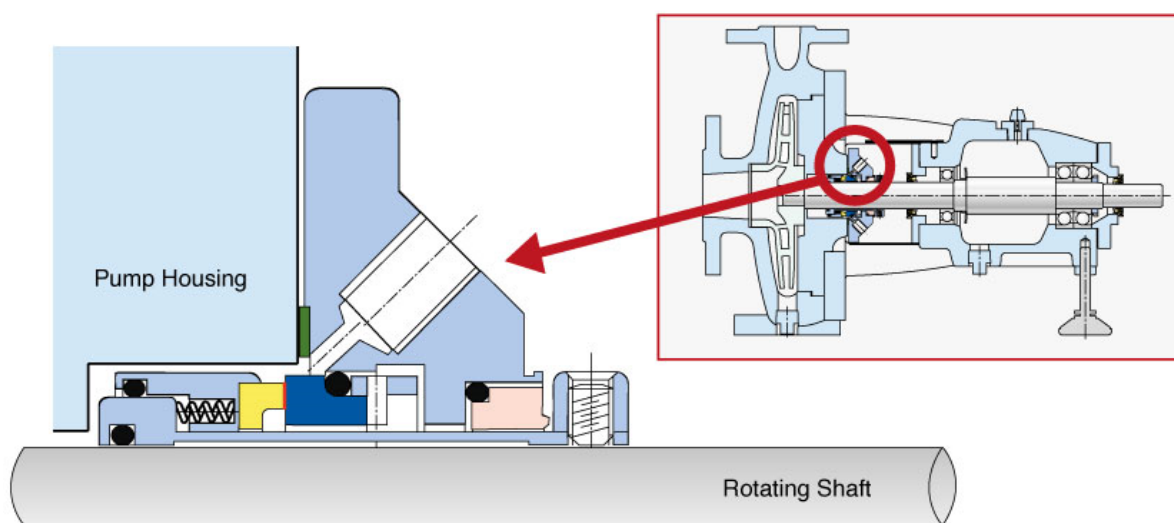
Рисунок 1.3 – Фотографія сальникового ущільнювача

Сальникове ущільнення все ще широко використовується в багатьох сферах застосування, однак все частіше користувачі використовують механічні ущільнення з наступних причин:

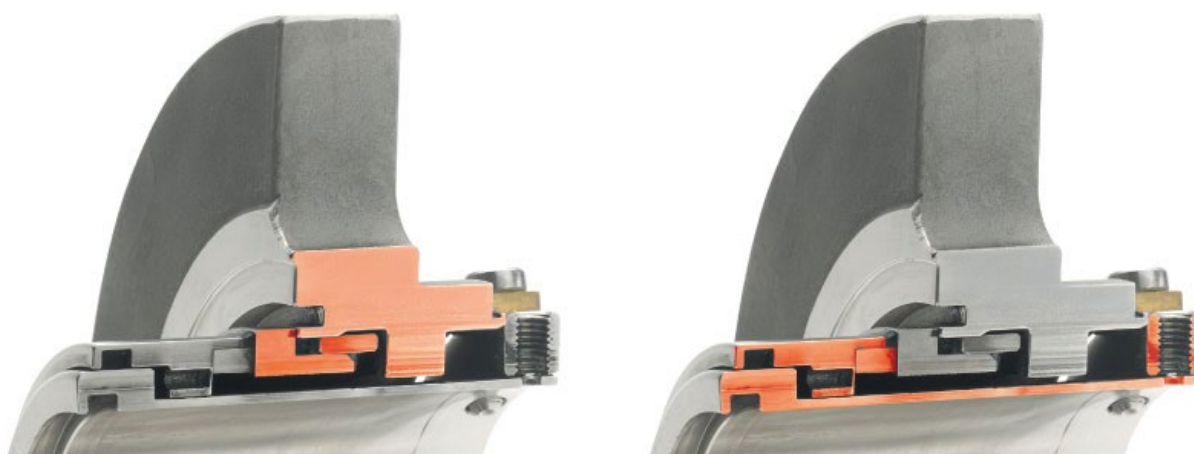
- Тертя валу, що обертається, з часом зношує ущільнювач, що призводить до збільшення витoku, поки ущільнення не буде відрегульовано або повторно упаковано.
- Набивку також потрібно промивати великою кількістю води, щоб зберегти її прохолодною.

- Сальник має притискатися до валу, щоб зменшити витік – це означає, що насос потребує більшої потужності для обертання валу, витрачаючи додаткову енергію.
- Оскільки ущільнення має контактувати з валом, у ньому згодом утвориться канавка, ремонт або заміна якої може бути дорогим.

Механічні ущільнення (рис. 1.4) призначені для подолання цих недоліків.



а



б

в

Рисунок 1.4 – Схема механічного ущільнення: а – розташування в насосі. Виділено червоним кольором: б – нерухома частина, в – поворотна частина

Основне механічне ущільнення містить три точки ущільнення. Стационарна частина ущільнення прикріплена до корпусу насоса за допомогою статичного ущільнення – воно може бути ущільнене за допомогою ущільнювального кільця або прокладки, затиснутої між нерухомою частиною та корпусом насоса.

Обертова частина ущільнення ущільнюється на валу, як правило, кільцем. Цю точку ущільнення також можна вважати статичною, оскільки ця частина ущільнення обертається разом із валом.

Саме механічне ущільнення є межею між статичною та поворотною частинами ущільнення.

Одна частина ущільнення, як на статичній, так і на обертовій частині, завжди пружно встановлена та підпружинена, щоб витримувати будь-які невеликі відхилення валу, переміщення валу через допуски підшипників і неперпендикулярне вирівнювання через виробничі допуски.

Хоча дві точки ущільнення в конструкції ущільнення є простими статичними ущільненнями, ущільнення між обертовими та нерухомими елементами потребує трохи більшої уваги. Це первинне ущільнення є основою всієї конструкції ущільнення та має важливе значення для його ефективності.

Основне ущільнення — це, по суті, підпружинений вертикальний підшипник, що складається з двох надзвичайно плоских поверхонь, одна нерухома, інша обертається, що обертається одна проти одної. Поверхні ущільнення зштовхуються разом за допомогою комбінації гідравлічної сили від ущільненої рідини та сили пружини від конструкції ущільнення. Таким чином утворюється ущільнення для запобігання витoku процесу між обертовою (вал) і нерухомою зонами насоса.

Робочі поверхні ущільнювачів мають суперпритирку до високого ступеня площинності - 0,0008 мм.

Якщо поверхні ущільнення обертаються одна проти одної без будь-якої форми змащення, вони зношуються і швидко виходять з ладу через поверхневе тертя та виділення тепла. З цієї причини потрібна певна форма мастила між обертовою та нерухомою поверхнею ущільнення; це відоме як плівка рідини.

У більшості механічних ущільнень поверхні змащуються завдяки підтримці тонкої плівки рідини між поверхнями ущільнення. Ця плівка може походити від технологічної рідини, що перекачується, або із зовнішнього джерела.

Потреба в рідинній плівці між поверхнями створює складну конструкцію **безконтактного ущільнення** – забезпечити достатню кількість мастила, що протікає між поверхнями ущільнення, без ущільнення, що витікає з неприйнятної кількості технологічної рідини, або допускаючи забруднення між поверхнями, які можуть пошкодити саме ущільнення.

Це досягається шляхом підтримки точного зазору між поверхнями, який є достатньо великим, щоб пропускати невелику кількість чистої мастильної рідини, але достатньо малим, щоб запобігти потраплянню забруднень у зазор між поверхнями ущільнення (рис. 1.5).

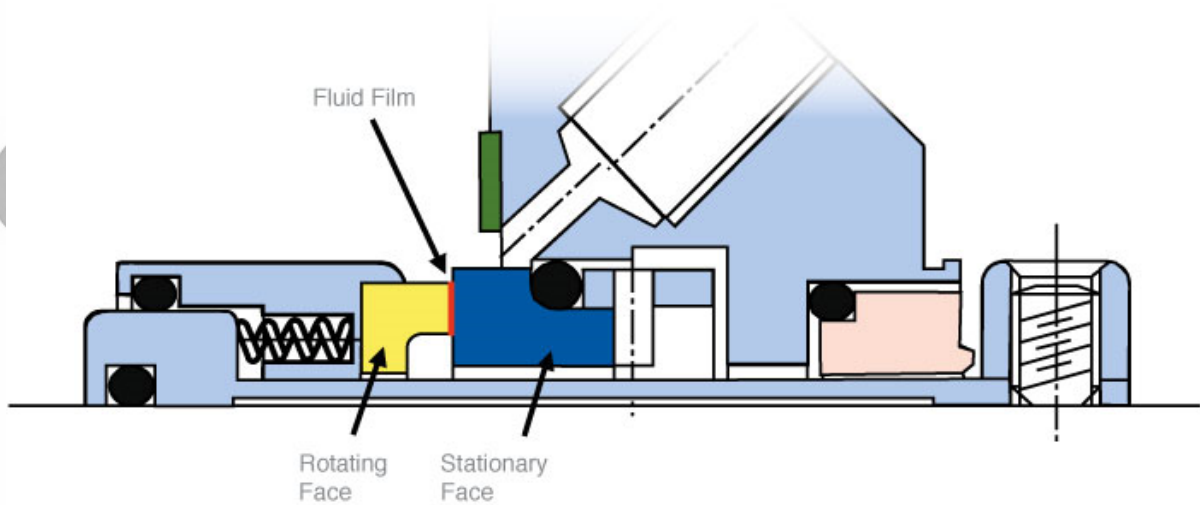


Рисунок 1.5 - Схема механічного безконтактного ущільнення (БУ)

Проміжок між гранями безконтактного ущільнення становить лише 1 мікрон – у 75 разів вужчий за людську волосину. Оскільки щілина дуже мала, частки, які інакше пошкодили б поверхню ущільнення, не можуть увійти, а кількість рідини, яка витікає через цей простір, настільки мала, що вона виглядає як пара – приблизно $\frac{1}{2}$ чайної ложки на день при типовому застосуванні.

Цей мікрозазор підтримується за допомогою пружин і гідравлічної сили, щоб штовхати поверхні ущільнення разом, тоді як тиск рідини між гранями (плівка рідини) діє, щоб розсунути їх. Без тиску, що розштовхує їх, обидві поверхні ущільнення були б у повному контакті, це відомо як сухий хід і призвело б до швидкого виходу з ладу ущільнення. Без технологічного тиску (і сили пружин), що зштовхує поверхні разом, поверхні ущільнення відокремилися б надто далеко, і рідина могла б витікати.

Розробка механічних ущільнень зосереджена на збільшенні довговічності поверхонь первинного ущільнення шляхом забезпечення високої якості мастильної рідини та вибору відповідних матеріалів для поверхні ущільнення для процесу перекачування.

Таким чином, перевага механічних ущільнень полягає в наступному:

- Відсутність «видимого» витіку — ущільнення пропускають пару, оскільки плівка рідини на поверхнях досягає атмосферної сторони поверхонь ущільнення.

- Сучасні конструкції ущільнення не пошкоджують вал або втулку насоса.

- Повсякденне технічне обслуговування зменшується, оскільки ущільнювачі мають внутрішні пружини, завдяки яким вони самостійно регулюються в міру зносу поверхонь.

- Ущільнення мають незначно навантажені поверхні, які споживають менше електроенергії, ніж сальникове ущільнення.

- Забруднення підшипників зменшується при нормальній роботі, оскільки мастильний матеріал не піддається впливу витoku ущільнення та вимивання.

- Інше обладнання також менше страждає від корозії, якщо продукт міститься в насосі.

- Менше витраченого продукту заощадить гроші, навіть вода є дорогим товаром і потрібно буде менше прибирати територію.

1.4. Найбільш поширені причини пошкодження механічних ущільнень у відцентрових насосах

Механічне ущільнення діє як зворотний клапан і підшипник ковзання. Очевидною функцією є зворотний клапан, який запобігає витoku рідини під тиском із насоса.

Оскільки ущільнення має виконувати функції ковзання або підшипника тертя, термін служби ущільнення непередбачуваний. Ущільнення відцентрового насоса зазвичай замінюють багато разів протягом терміну служби насоса.

Усі підшипники потребують мастила, а мастилом для ущільнень є рідина, яка перекачується. Рідина просочується між контактними поверхнями первинного та сполучного кілець. Частина цієї рідини справді потрапляє в атмосферу, але настільки незначна, що її можна помітити лише як корозію, що накопичується на адаптері насоса. Стан рідини, що перекачується, сильно впливає на термін служби ущільнення.

Ворогом номер один для торцевого ущільнення є абразивні частинки в рідині, що перекачується. Абразивними речовинами може бути що завгодно, від бруду до розчинених домішок у рідині, що випадає з розчину. Ці абразивні частинки проникають разом із рідиною між поверхнями ущільнень і

подрібнюють вугільне первинне кільце. Нормальна блискуча поверхня первинного кільця та сполучного кільця.

Надмірне нагрівання може пошкодити ущільнення у двох областях - первинне кільце та еластомерні частини. Первинне кільце виготовлено переважно з вуглецю. Якщо насос працює без рідини - навіть протягом дуже короткого періоду часу - первинна поверхня та поверхня сполучного кільця не мають мастила. Це призводить до того, що поверхні сильно нагріваються. Сполучна речовина, змішана з вуглецем, руйнується, і поверхня основного кільця перетворюється на тьмяно-чорний порошок. Ущільнювальне кільце, або чашка, і гнучка діафрагма ущільнення виготовлені з одного з багатьох типів гумоподібної речовини, яка називається «еластомер». Тип еластомерного матеріалу вибирається відповідно до температурного обмеження та типів матеріалу, що перекачується. У разі перевищення ліміту температури діафрагма та ущільнювальне кільце стають твердими та іноді тріскаються (рис. 1.6). Після цього ущільнювач почне протікати.

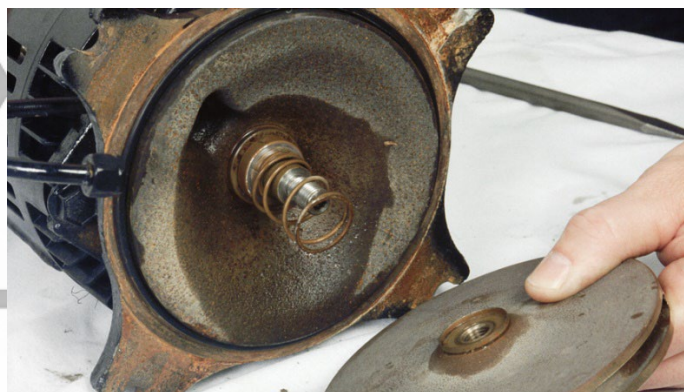


Рисунок 1.6 – Руйнування механічного ущільнення у відцентровому насосі внаслідок підвищеної температури

За нормальних умов ущільнення зношуються набагато швидше, ніж інші частини насоса. Абразивні матеріали та надмірне нагрівання значно скорочують термін служби ущільнення.

1.5. Висновки:

1. З появою насосів точного розпилювання (НТР) розпочалась нова ера ефективності боротьби з шкідниками в сільськогосподарській галузі. Цей рівень точності не тільки підвищує ефективність заходів боротьби зі шкідниками, але й мінімізує втрату ресурсів.

2 Аналіз літературних джерел показав, що відцентрові насоси є найпоширенішим видом хімічних насосів, які використовуються в різних галузях промисловості у тому числі і в сільському господарстві. Вони є надійними, ефективними та економічними, що робить їх придатними для рідин із низькою та середньою в'язкістю з низьким вмістом твердих речовин.

3. Механічні ущільнення лімітують роботу відцентрових насосів. За нормальних умов вони зношуються набагато швидше, ніж інші частини насоса. Абразивні матеріали та надмірне нагрівання значно скорочують термін служби ущільнення.

1.6. Мета роботи та задачі дослідження

Метою роботи є підвищення довговічності відцентрового насосу, шляхом удосконалення конструкції його безконтактного ущільнення, за рахунок нанесення на робочі поверхні зносостійких покриттів екологічно безпечним методом електроіскрового легування (ЕІЛ).

Для досягнення мети потрібно:

- розробити методику проведення робіт, згідно формування на металевих кільцях БУ зносостійких покриттів;
- провести порівняльні випробування.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ МЕТАЛЕВИХ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ

2.1. Якість поверхневих шарів пар тертя, сформованих електроіскровим легуванням

Існує велика кількість різних методів нанесення металевих покриттів на сталеві вироби (гальванічний спосіб, металізація напиленням та ін.). Порівняння їх переваг та недоліків дозволило обґрунтовано виділити як найбільш перспективний метод електроіскрового легування (ЕІЛ), що забезпечує:

- міцне зчеплення нанесеного металу з підкладкою;
- локальну обробку поверхні;
- відсутність нагріву деталі в процесі обробки;
- можливість використання як обробних матеріалів як чистих металів, так і їх сплавів.

Процес ЕІЛ починається зі зближення електрода-інструменту (ЕІ) з деталлю, і при відстані між ними, що дорівнює або менше пробивного, починається розвиток імпульсного розряду, який у більшості випадків триває і завершується при контакті електродів.

Перенесений матеріал анода (ЕІ) легує катод (деталь) і, з'єднуючись з матеріалом виробу, утворює на поверхні останнього зносостійкий дифузійний шар. Завдяки значній гамі металів, які можна використовувати за ЕІЛ, участі середовища в процесі формування поверхневих шарів, цим методом можна в широких межах змінювати механічні, термічні, електричні, термоемісійні та інші властивості робочих поверхонь деталей.

Інтенсивність і характер руйнування електродів багато в чому визначають товщину і якість шару, що отримується на катоді. Для більшості матеріалів

товщина шару, що формується на катоді, обмежена. У процесі ЕІЛ з часом уповільнюється і припиняється осідання матеріалу анода. Це пов'язується з утворенням оксидів і нітридів у шарі, які перешкоджають взаємодії порцій матеріалу анода, що знову надходять на катод, з раніше нанесеним і призводить до руйнування сформованого шару.

Динаміка формування поверхневих шарів характеризується тим, що інтенсивність перенесення максимальна перші хвилини процесу, далі вона зменшується.

2.2. Методика електроіскрового легування

Устаткування для ЕІЛ

Нанесення покриттів виконують на установках ЕІЛ з ручним вібратором, що забезпечують енергію розряду в діапазоні 0,01...0,68 Дж.



Рисунок 2.1 – Установа «ЕІЛВ – 8А»

Режими роботи установки наведені в табл. 2.1.

Процес легування здійснюється вручну. У цьому випадку вібруючий електрод орієнтують приблизно перпендикулярно зміцнюваній поверхні і

наближають до неї до контакту, а потім переміщують зворотно-поступальними рухами по поверхні, що легується.

Таблиця 2.1 – Режими роботи установки моделі «ЕІЛВ – 8А»

Номер режиму	Напруга U, В	Робочий струм I _p , А		Енергія розряду W _u , Дж	
		C = 150 мкФ	C = 300 мкФ	C = 150 мкФ	C = 300 мкФ
		1	16	0,2-0,4	1,0-1,4
2	23	0,3-0,5	1,4-1,6	0,02	0,05
3	30	0,5-0,6	1,6-2,0	0,04	0,08
4	37	0,6-0,7	1,8-2,0	0,06	0,12
5	47	0,7-0,8	2,0-2,2	0,10	0,20
6	57	0,8-0,9	2,2-2,4	0,15	0,30
7	67	0,9-1,0	2,4-2,7	0,20	0,40
8	77	1,0-1,2	2,6-2,8	0,27	0,55
9	87	1,1-1,3	2,6-3,5	0,34	0,68

Організація робочого місця

Деталь закріплюють у лещатах.

Установку для ЕІЛ доцільно розташовувати поблизу ділянки, що обробляється на спеціальній підставці. Живлення установки здійснюється від мережі змінного струму напругою $220 \pm 10\%$. При частоті 50 Гц із обов'язковим заземленням.

Професія робітника: оператор – електроерозіоніст, розряд роботи 1-3.

Робоче місце має бути освітлене та оснащено:

- викруткою або ключем для затискання електрода у вібраторі;
- лупою 4-кратної ГОСТ 7594-75 для контролю якості зміцненої поверхні;
- діелектричним килимком за ГОСТ 4997-75;
- необхідними електродами;
- журналом реєстрації робіт, що проводяться.

Матеріал і форма електродів

При формуванні покриттів використовують електроди з чистих кольорових металів (мідь, олово, свинець, срібло та ін.) та їх сплавів (Б83, Б88 та ін.). Електроди можуть бути виготовлені із дроту або листа.

Найкращі результати процесу легування досягаються з використанням електрода з вершиною у вигляді усіченого конуса. Цей електрод повинен мати верхній діаметр 2,5-3,0 мм, нижній – 1,5 – 2,0 мм та довжину не менше 20 мм.

2.3. Методика підвищення зносостійкості робочих поверхонь сталевих кілець торцевих імпульсних ущільнень (ТІУ)

Характерними представниками деталей, що працюють в умовах тертя, є торцеві ущільнення.

У високооборотних насосах широке застосування знайшли торцеві ущільнення безконтактного типу - ТІУ, кільця ущільнювачів яких повністю виготовляються з зносостійких матеріалів, таких, як карбід вольфраму (WC), карбід кремнію (SiC), різні види графітів. Вартість кілець із цих матеріалів досягає сотень і тисяч доларів США, що обумовлює високу вартість ущільнювальних вузлів загалом.

При нормальній роботі ущільнення торцеві поверхні кілець контактують дуже нетривалий час, тільки в моменти пуску та зупинки машини. На нашу думку, немає необхідності виготовляти кільця повністю з дорогих матеріалів, достатньо забезпечити зносостійкість робочих поверхонь шляхом нанесення на них зносостійких покриттів.

Перспективним шляхом підвищення зносостійкості кілець ТІУ є формування на робочих торцевих поверхнях методом ЕІЛ комбінованих покриттів, що з'єднують у собі змащувальні та антизносні властивості. Такими покриттями є комбіновані електроерозійні покриття (КЕП), що включають тверді зносостійкі і м'які антифрикційні матеріали.

Для відпрацювання технології нанесення КЕП та перевірки їхньої зносостійкості використовувалися зразки зі сталі 45 з покриттями з м'яких антифрикційних матеріалів (In і Cu) і твердих зносостійких: Ti, Cr, W, ВК8. Як конктріло використовували фторопласт 4К-20.

Для визначення лінійного зносу зразків використовували пристрій розташований на столі свердильного верстата (рис. 2.2).

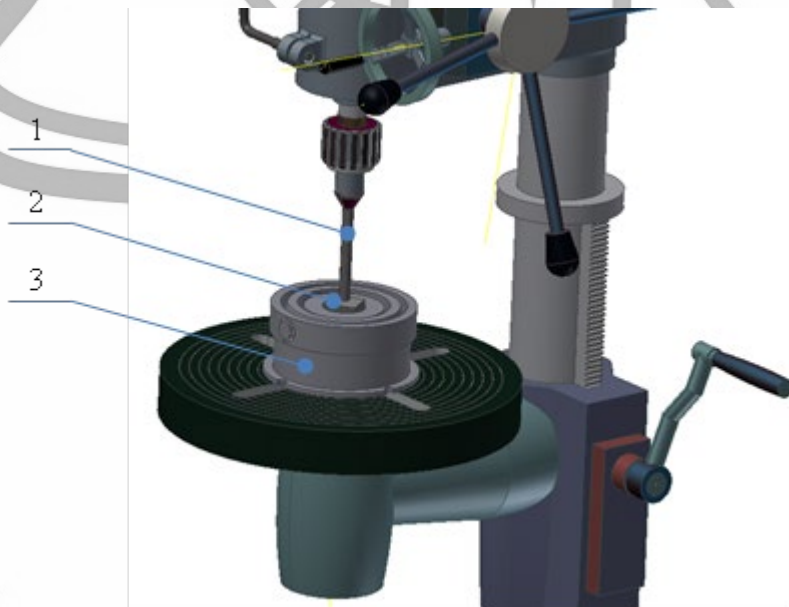


Рисунок 2.2 – Пристрій для визначення зносу зразків: а – схема установки:
 1 – трубка з фторопласту, 2 – зразок для іспитів,
 3 – пристосування для потрібного встановлення зразка

2.4. Результати порівняльних досліджень

На рис. 2.3 показані результати досліджень зносостійкості зразків із сталі 45 без покриття, а також з технологічним підшаром з індію та основного покриття з титану, хрому, твердого сплаву ВК8, вольфраму та технологічного підшару з міді та основного покриття з твердого сплаву ВК8.

Як видно з рисунка, спочатку у всіх зразків спостерігається найбільш інтенсивне зношування - приробіток. У зразка без покриття зношування спочатку різко збільшується, а потім плавно зростає. Після 160 хв випробувань

зношування значно зменшується, а у зразків 5 (In + W) і 6 (Cu + ВК8) практично відсутнє, що свідчить про настання стадії стабільного зношування.

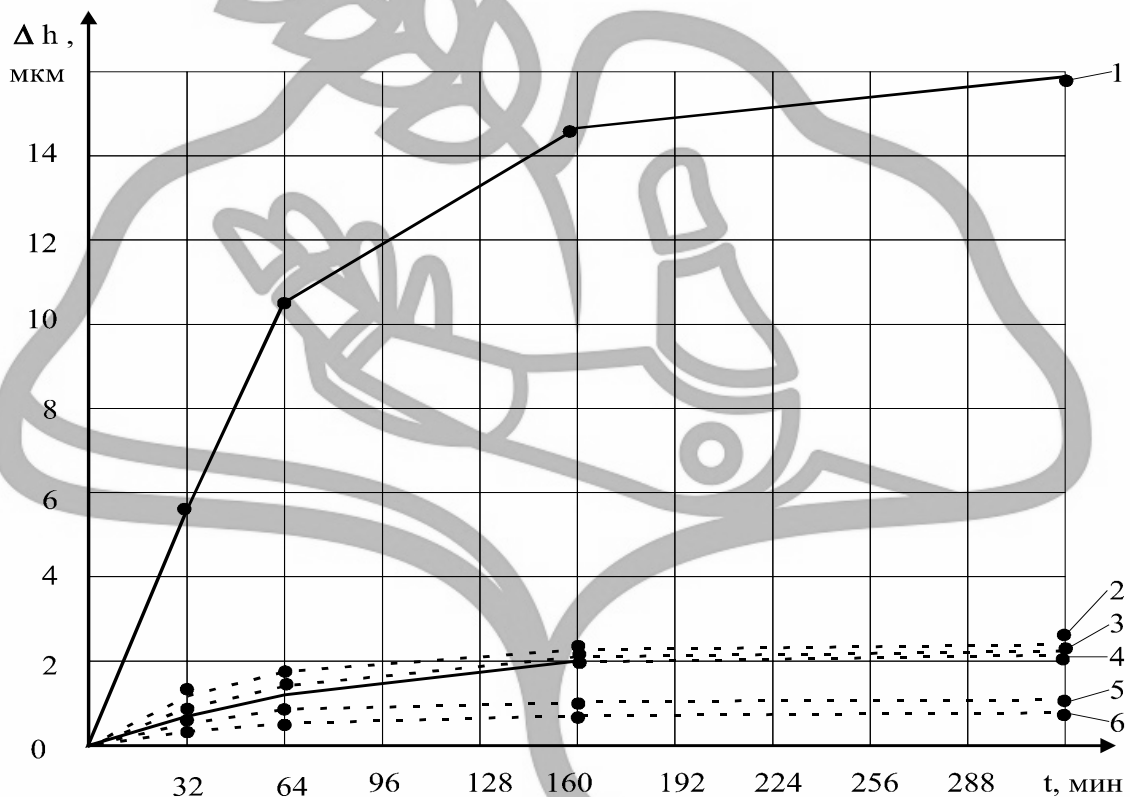


Рисунок 2.3 - Знос зразків з сталі 45 с КЕП: 1 - без покриття, 2 - In + Ti, 3 - In + Cr, 4 - In + ВК8, 5 - In + W, 6 - Cu + ВК8.

Кращі результати зносостійкості отримані на зразках з КЕП Cu + ВК8 і становлять після 320 хв випробувань 0,8 мкм. Знос КЕП з технологічним підшаром з індію та основного покриття з титану, хрому, твердого сплаву ВК8 і вольфраму після 320 хв випробувань складають відповідно: 2,4; 2,3; 2,2; 1,2 мкм.

Таким чином, КЕП, що складаються з технологічного підшару з м'якого антифрикційного металу і основного покриття з зносостійкого твердого матеріалу, дозволяють використовувати метод ЕЕЛ для підвищення експлуатаційних характеристик поверхонь деталей при торцевому терті в ТІУ.

2.5. Висновки по розділу 2:

1. Порівняння існуючих методів підвищення зносостійкості робочих поверхонь торцевих імпульсних ущільнень (ТІУ), їх переваг та недоліків, дозволило обґрунтовано виділити як найбільш перспективний екологічно безпечний метод електроіскрового легування.

2. Розроблена методика підвищення зносостійкості робочих поверхонь сталевих кілець торцевих імпульсних ущільнень, яка полягає в нанесенні на них комбінованих електроерозійних покриттів, що включають тверді зносостійкі і м'які антифрикційні матеріали.

3. Кращі результати по зносостійкості отримані на зразках з комбінованими електроерозійними покриттями $Cu + VK8$ і становлять після 320 хв випробувань 0,8 мкм. Знос покриттів з технологічним підшаром з індію та основного покриття з титану, хрому, твердого сплаву $VK8$ і вольфраму після 320 хв випробувань складають відповідно: 2,4; 2,3; 2,2; 1,2 мкм.

Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ РЕМОНТІ НАСОСІВ

3.1 Загальні положення

Промислове обладнання є дорогим не тільки через попередню вартість, але й усі експлуатаційні та допоміжні витрати. Існує багато причин, чому насоси можуть виходити з ладу, і важливо, щоб ремонт був зроблений якісно, щоб у довгостроковій перспективі ви заощадили гроші.

Намір будь-якого ремонту полягає в тому, щоб повернути обладнання до заводських специфікацій і щоб воно працювало так, як було спроектовано. Однак, пам'ятаючи про економію витрат протягом життєвого циклу обладнання, можна застосувати додаткові інженерні рішення для подальшого продовження терміну служби обладнання, мінімізації витрат на обслуговування та максимізації енергоефективності.

Ви можете погодитися на швидке вирішення проблеми, а не на пошук рішення, яке вирішить першопричину проблеми, якщо поломка є неочікуваною. У цьому випадку вирішення причини проблеми може здатися не найкращим варіантом. Це пояснюється тим, що якщо ви вирішили головну проблему, це може призвести до вищих витрат і довшого часу простою, що не виглядає таким вигідним, як швидке виправлення проблеми для відновлення роботи. Хоча на це дуже часто не звертають уваги, ремонт і усунення першопричини проблеми зробить ремонт більш надійним. Це також допоможе усунути будь-яку невизначеність іншої невдачі, таким чином зміцнюючи операційний бюджет.

3.2. Ремонт або модифікація насоса в системі

У більшості випадків наявні насоси та елементи керування системи не будуть оптимізовані для адаптації до змін роботи системи з часом. У таких ситуаціях можна використовувати технічні рішення для модифікації елементів таким чином, щоб вони відповідали виробничим вимогам і були сумісними один

з одним. Це дозволяє операторам отримати максимальну віддачу від терміну служби обладнання, мінімізувати витрати на обслуговування та зменшити кількість споживаної енергії.

3.3. Поради щодо безпеки ремонту насоса:

Щоб запобігти нещасним випадкам і травмам під час роботи з насосами повинно знати основні заходи безпеки.

Завжди надягайте відповідні засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) під час роботи з насосами. Це включає рукавички, захисні окуляри та закрите взуття.

Перед початком будь-яких робіт перевірте ваші насоси та прилеглі території на предмет потенційної небезпеки. Якщо зона насоса має будь-які загрози безпеці, вам спочатку потрібно впоратися з ними.

Обов'язково зрозумійте, як працює насос, перш ніж чітко ним керувати. Якщо у вас виникнуть запитання, зверніться по допомогу до керівника або кваліфікованої особи. Працювати з напівлзанням може бути небезпечно.

Ніколи не обходьте та не відключайте будь-які захисні пристрої, встановлені на насосі або в зоні навколо нього. Існує причина, по якій встановлено особливе блокування безпеки, і ви не помічаєте, що може призвести до подальшого збою системи.

Виконуючи технічне обслуговування або ремонт насоса, ви повинні дотримуватися всіх процедур блокування та маркування. Це гарантує, що насос не може бути випадково запущений під час роботи.

Це може здатися сміливим, але спроба відремонтувати насос під час роботи може призвести до тяжких наслідків. Завжди вимикайте живлення та скидайте тиск у системі перед початком будь-яких робіт.

Ви можете бути настільки ефективними, наскільки ефективні інструменти, з якими ви працюєте. Під час роботи з насосом використовуйте інструменти та запасні частини лише правильного розміру. Використання неправильного розміру або типу інструменту може пошкодити насос або створити загрозу безпеці.

Ніколи не використовуйте насос, який витікає або видає дивні звуки. Будь ласка, негайно повідомляйте керівнику про будь-які проблеми, щоб вони могли їх вирішити. Якщо можливо, вимкніть насос, щоб його можна було перевірити.

Тримайте своє робоче місце чистим і вільним від безладу. Це допоможе вам ефективніше виявляти потенційні небезпеки та запобігати нещасним випадкам. Крім того, зменшиться ймовірність потрапляння сторонніх предметів у насоси.

Обов'язково під'єднайте шланги та труби належним чином перед використанням насоса. Витік може спричинити серйозні травми, якщо він потрапить на вашу шкіру чи одяг.

Ніколи не використовуйте насос без належної вентиляції. Це може призвести до накопичення небезпечних випарів, які можуть спричинити хвороби або вибухи. Якщо не це, то він обов'язково перегріє працюючі насоси.

Не перевищуйте максимальну витрату для насоса. Це може призвести до пошкодження насоса або його перегріву та виходу з ладу. Тому завжди рекомендується експлуатувати насоси відповідно до стандартів, наданих постачальником насоса.

Завжди контролюйте температуру рідин, що перекачуються системою. Якщо вони стануть занадто гарячими, це може пошкодити насос або спричинити пожежу. Крім того, перевірте робочу температуру насоса.

Слідкуйте за будь-якою незвичайною поведінкою насоса або навколо нього під час його роботи. Якщо щось здається не так, вимкніть живлення та негайно досліджуйте проблему.

Ніколи не намагайтеся рухати або регулювати насос, коли він працює. Це може призвести до серйозних травм, якщо вас вдарять рухомі частини. Крім того, рух насосів, коли вони працюють, також може пошкодити внутрішні частини насоса.

Не використовуйте насос, який був будь-яким чином пошкоджений. Якщо насос впав або вдарився, попросіть кваліфікованого фахівця перевірити його

перед повторним використанням. У такому випадку завжди слід проконсультуватися з постачальником насоса.

Перш ніж запускати насос, переконайтеся, що всі електричні з'єднання надійні та виконані правильно. Ослаблені або оголені дроти можуть спричинити ураження електричним струмом або пожежі, що призведе до жахливих наслідків. Дотримуйтеся вказівок щодо електричного підключення, наданих постачальником насоса.

Використовуйте тільки правильно заземлені подовжувачі під час роботи насоса з електричним живленням. Це допоможе запобігти небезпеці ураження електричним струмом. Для промислового застосування слід уникати таких з'єднань. Краще зверніться до постачальників насосів щодо правильного джерела постачання.

Під час роботи насоса тримайте руки та ноги подалі від рухомих частин. Завжди доцільно додавати захист до рухомих частин. Крім того, якщо вам потрібно працювати поблизу насоса, уникайте вільного одягу.

Будь ласка, не дозволяйте іншим особам працювати з насосом, якщо вони не пройшли належного навчання. Усі оператори насосів повинні пройти відповідну підготовку, можливо, від постачальника насосів. Всі вони також повинні прочитати посібник перед використанням насоса.

Дотримання цих заходів безпеки допоможе забезпечити безпечну та ефективну роботу насоса. Працюючи з насосами, завжди керуйтеся здоровим глуздом і розсудливістю, щоб уникнути можливих нещасних випадків або травм. Якщо ви не впевнені щодо роботи насоса, найкраще вимкніть його та зв'яжіться з постачальником насоса. Перезапускайте насос тільки після того, як переконаєтеся в його безпеці.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТОРЦЕВИХ ІМПУЛЬСНИХ УЩІЛЬНЕНЬ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ

4.1. Нормування робіт по ЕІЛ сталевих поверхонь ТІУ

Матеріали та обладнання для ЕІЛ сталевих поверхонь ТІУ зведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Вартість матеріалів та обладнання

Оснащення	Ціна, грн
Установка «Елітрон – 52А»	50000
Матеріали	
Мідь, 1кг	200
Твердий сплав ВК8	1500

4.2. Розрахунок собівартості ЕІЛ

Собівартість виготовлення 1 комплекту кілець ТІУ без покриття

$$C_{\text{баз}} = 160 \text{ грн.}$$

Термін роботи 1 комплекту кілець ТІУ без покриття до повного зносу складає

$$T_{\text{баз}} = 2,0 \text{ роки.}$$

Собівартість затрат для ЕІЛ на 1 комплекту кілець ТІУ з усіма затратами складає:

$$C_{\text{мат}} = 15,0 \text{ грн.}$$

Таким чином повна собівартість буде:

$$C_{\text{нов}} = C_{\text{баз}} + C_{\text{мат}} = 160 + 15 = 175 \text{ грн} \quad (4.1)$$

Враховуючи, що 1 комплект кілець ТІУ з покриттям буде працювати довше в 2,5 рази, то

$$T_{\text{нов}} = T_{\text{баз}} \times 2 = 2,0 \times 2,5 = 5,0 \text{ років.} \quad (4.2)$$

4.3. Розрахунок економічної ефективності розробки

$$E = C_{\text{баз}} : T_{\text{баз}} - C_{\text{нов}} : T_{\text{нов}} = 160 : 2,0 - 175 : 5 = 45,0 \text{ грн} \quad (4.3)$$

4.4 Розрахунок окупності капітальних затрат

Окупність капітальних вкладень (Фок) можна визнати наступним чином

$$F_{\text{ок}} = C_{\text{об}} : E = 50\,000 : 45,0 = 1111 \text{ шт.}, \quad (4.4)$$

де $C_{\text{об}} = 50000$ грн (див. табл. 4.1)

Згідно того, що два працівника за добу роблять приблизно 50 комплектів кілець ТІУ, то добова ($T_{\text{доб}}$) окупність буде:

$$T_{\text{доб}} = F_{\text{ок}} : 50 = 1111 : 50 \sim 22 \text{ доби.}$$

Таким чином, економічна ефективність розробки складає 45,0 грн на 1 комплект кілець ТІУ, а добова окупність близько 22 діб.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

1. З появою насосів точного розпилювання розпочалась нова ера ефективності боротьби з шкідниками в сільськогосподарській галузі. Цей рівень точності не тільки підвищує ефективність заходів боротьби зі шкідниками, але й мінімізує втрату ресурсів.

2. Аналіз літературних джерел показав, що відцентрові насоси є найпоширенішим видом хімічних насосів, які використовуються в різних галузях промисловості у тому числі і в сільському господарстві. Вони є надійними, ефективними та економічними, що робить їх придатними для рідин із низькою та середньою в'язкістю з низьким вмістом твердих речовин.

3. Механічні ущільнення лімітують роботу відцентрових насосів. За нормальних умов вони зношуються набагато швидше, ніж інші частини насоса. Абразивні матеріали та надмірне нагрівання значно скорочують термін служби ущільнення.

4. Порівняння існуючих методів підвищення зносостійкості робочих поверхонь торцевих імпульсних ущільнень (ТІУ), їх переваг та недоліків, дозволило обґрунтовано виділити як найбільш перспективний екологічно безпечний метод електроіскрового легування.

5. Розроблена методика підвищення зносостійкості робочих поверхонь сталевих кілець торцевих імпульсних ущільнень, яка полягає в нанесенні на них комбінованих електроерозійних покриттів, що включають тверді зносостійкі і м'які антифрикційні матеріали.

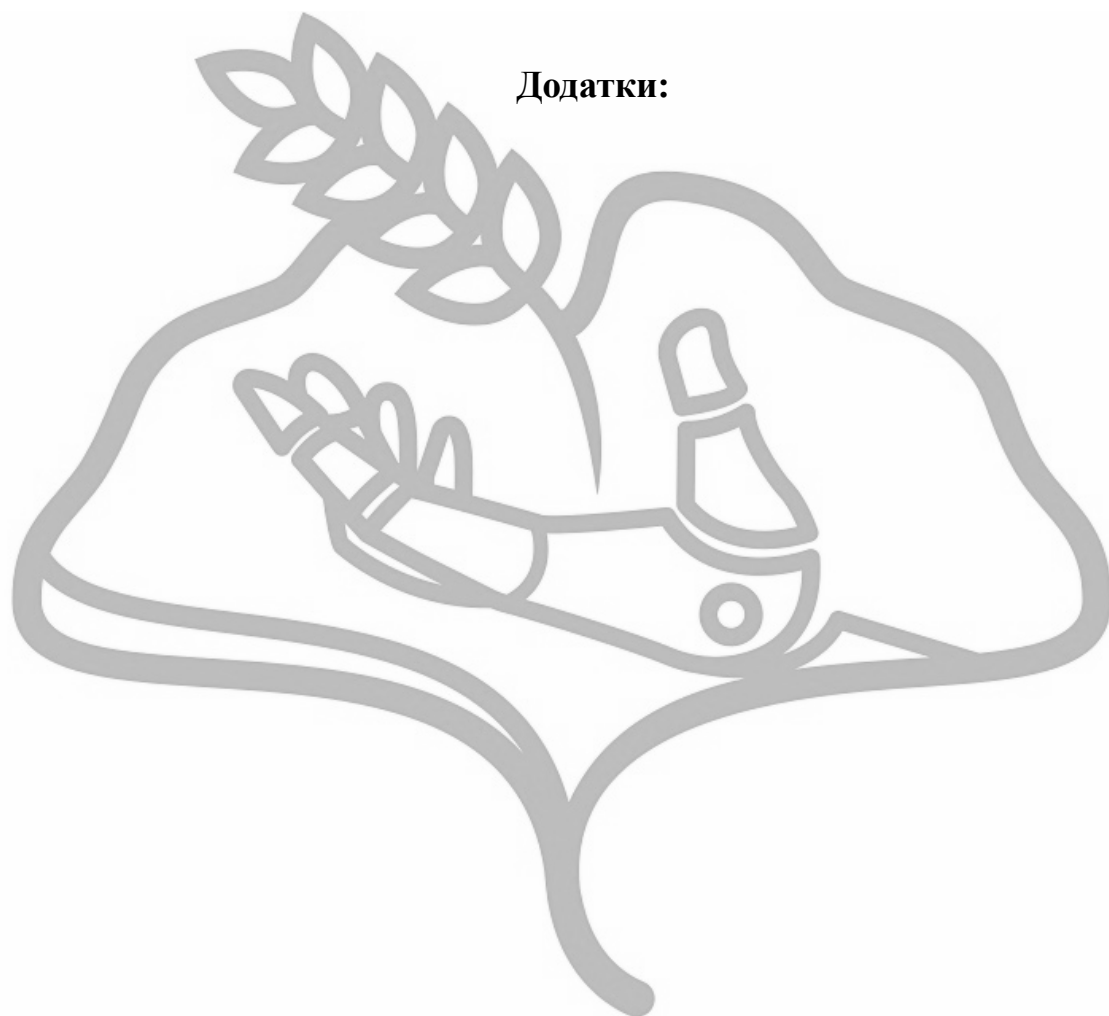
6. Кращі результати по зносостійкості отримані на зразках з комбінованими електроерозійними покриттями $Cu + VK8$ і становлять після 320 хв випробувань 0,8 мкм. Знос покриттів з технологічним підшаром з індію та основного покриття з титану, хрому, твердого сплаву $VK8$ і вольфраму після 320 хв випробувань складають відповідно: 2,4; 2,3; 2,2; 1,2 мкм.

Використана література:

1. Хімічні насоси: <https://www.rotechpumps.com/what-is-a-chemical-pump/>
2. Вплив хімічної сумісності на термін служби мембранного насоса: <https://www.walchem.com/the-impact-of-chemical-compatibility-on-diaphragm-pump-lifespan/>
3. Що таке механічне ущільнення
<https://www.aesseal.com/en/resources/academy/what-is-a-mechanical-seal>
4. Механічні ущільнення у відцентрових насосах:
<https://www.advantageengineering.com/fyi/227/advantageFYI227.php>
5. Механічне ущільнення:
<https://www.rheinnette.de/en/products/sealings/mechanical-seal/>

Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ

Додатки:



Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ