

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«11» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Палці Олегу Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація гідравлічного насоса НПА 64, з дослідженням процесу припрацювання повзуну до гільзи в гідронасосі при електрохімічно-механічні взаємодії.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року № 4/7-899

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика насоса НПА 64.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Пневматичний гайковерт – 1А1.

Мийна установка – 1А1.

Установка для вимірювання зношування – 1А1.

Вал з опорами – 1А2.

Навантажувальний пристрій – 1А2.

Контрольний пристрій – 1А1.

Результати наукових досліджень – 3А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 11.11.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	16.11.2022	
2	Технологічний розділ	21.11.2022	
3	Конструкторський розділ	25.11.2022	
4	Науково-дослідний розділ	02.12.2022	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2022	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2022	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	22.12.2022	

Студент

(підпис)

Палка О.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Модернізація гідравлічного насоса НПА 64, з дослідженням процесу припрацювання повзуну до гільзи в гідронаосі при електрохімічно-механічні взаємодії.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 60 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 3 сторінки додатків.

Ключові слова: тертя, поверхня, припрацювання, гільза, шорсткість.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Аналіз зношування аксіально-поршневих насосів НПА-64.....	7
1.2 Ремонт аксіально-поршневих насосів типу НПА-64.....	10
1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 Аналіз теоретичних передумов застосовності повзуна до гільзи в гідравлічному насосі при електрохіміко-механічній взаємодії.....	13
2.2 Огляд триботехнологічного обкатування деталей.....	22
2.3 Визначення плями контакту під час перекошу деталей.....	26
2.4 Економічні розрахунки магістерської роботи.....	31
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	33
3.1 Загальна методологія дослідження.....	33
3.2 Інструменти та обладнання.....	35
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	36
4.1 Методологія дослідження.....	36
4.2 Результати досліджень.....	39
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	46
5.1 Вимоги техніки безпеки і виробничої санітарії.....	46
5.2 Вимоги пожежної безпеки.....	48
5.3 Вибір та розрахунок вентиляції.....	49
5.4 Організація і проведення евакуаційних заходів.....	50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
БІБЛІОГРАФІЯ.....	58
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Надійність гідроагрегатів залежить від точності зборки, якості запчастин і умов експлуатації. Для того щоб підготувати інтерфейс будь-якого гідронасоса або гідромотора до сприйняття експлуатаційних навантажень, необхідно провести операцію уточнення, яка виконується під час обкатки гідроагрегату.

Існуючі методи забезпечення рівновіддаленості теотьових поверхонь виконуються абразивним притиранням. Надалі деталі промивають органічними розчинниками і протирають ганчірками. Однак ці способи не забезпечують повного очищення поверхонь деталей від абразиву і не дозволяють сформувати фактичну пляму контакту, необхідну технічними характеристиками. Така ситуація призводить до зниження якості відремонтованих і вироблених гідроагрегатів, зниження їх ресурсу і збільшення експлуатаційних і ремонтних витрат.

Для розробки технологічного процесу ремонту гідравлічного насоса із застосуванням електрохімічного і механічного випалювання необхідно вивчити стан питання, існуючий технологічний процес і виявити його недоліки.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз зношування аксіально-поршневих насосів НПА-64

В аксіально-поршневих насосах з плоским кінцевим розподільником (НПА-64, 11М і ін.) Основними спряженнями, що обмежують їх надійність і довговічність, є: поршневі пари (блоковий циліндр - поршень); кінцеві муфти агрегату-розподільника і розподільника-кришки насоса; сферичні сполучення поршня-шатун, шатун-вкладиш валу і т.д.

В результаті роботи гідравлічних систем, в залежності від типів інтерфейсів, якості робочої рідини, температурного режиму, температурного режиму, якості ремонту, режимів роботи і т.д. деталі насосів НПА-64 та інших гідроагрегатів можуть мати різні види зносу: втомний, заклинювання, приклинювання, гідроабразивний, ерозійний, окислювальний і т.д.

Дослідженнями встановлено, що в спряженнях поршневих пар основним видом зносу є гідроабразивний і адгезійний. Знос характеризується великою нерівномірністю. Статистичні дослідження внесків насосів, отриманих на ремонт, виявили, що середнє арифметичне зносу циліндра блоку становить 0,005 мм, а поршневого - 0,015 мм, тобто довговічність поршневих пар обмежується в основному зносом поршнів.

Характерний нерівномірний знос поршневих поверхонь. Коефіцієнт нерівномірності їх зносу досягає 1,5: головка поршня має середній знос 0,015 мм, нижня частина поршня - 0,01 мм, тобто в зоні розряду відбувається інтенсивний знос. Порушення режимів змащення призводить їх до постановки, підвішування поршня в гільзу і, як наслідок, розриву шатуна.

Статистичною обробкою вимірювань блоків циліндрів і поршнів, отриманих на капітальний ремонт, було розраховано, що середнє арифметичне значення діаметрального зазору поршневих пар становить 0,038 мм, а максимальний зазор окремих інтерфейсів досягає 0,068 мм (допустимо 0,033 мм, номінально 0,025 мм), очевидно, це і є причиною роботи насосів на дуже забрудненій робочій рідині і великому значенні випалює зазору.

Знос спряжень блоку - розподільника відбувається в основному на їх торцевих поверхнях. При роботі між сполучаються деталями утворюється масляна плівка, що створює між ними тертя рідини і перешкоджає їх безпосередньому контакту. Крім того, рідка плівка охолоджує нагріті в процесі роботи деталі. Робота насосів на забрудненій робочій рідині порушує стабільність і безперервність масляної плівки. Кільцеві ризики на розподільнику досягають глибини 0,02 - 0,06 мм і ширини 0,05 - 0,30 мм. Вихід на дзеркало агрегату становить 0,10 - 0,15 мм.

Кільцеві ризики, подряпини і потертості порушують герметичність розділу деталей, викликаючи збільшення витоку і виток робочої рідини в розподільному вузлі і тим самим знижуючи об'ємний ККД насоса.

Знос розподільного вузла відбувається не тільки в спряженні блоку - розподільника при наявності однієї обертової частини (блоку) і однієї відносно нерухомої (розподільник), але і в спряженнях розподільника - кришки насоса, де немає відносного обертання. Тут ерозійне руйнування відбувається від імпульсного ударного ефекту струменя робочої рідини під високим тиском.

В результаті технологічних і динамічних похибок робоча рідина з розрядної порожнини проривається в зазор між торцевими поверхнями розподільника і кришкою, виробляючи їх гідроерозійне руйнування.

Утворення зазору або зазору між розподільником і кришкою насоса може відбуватися в основному з трьох причин:

- через нерівність кінцевих поверхонь сполучених деталей через їх неякісне притирання при виготовленні або ремонті;
- за рахунок вібрації розподільника від дії пульсуючої рідини у внутрішній порожнині насоса і різниці тисків у зонах всмоктування і нагнітання;
- через відділення агрегату від розподільника в період нестационарної роботи насоса.

Вібрація розподільника полегшує проникнення робочої рідини в кінцевий зазор розглянутого спряження і сприяє ерозійному зносу. Ерозивне руйнування металу в одних випадках відбувається від безпосереднього впливу рідини на поверхню деталей, а в інших - від кавітуючого впливу рідини. Забруднення

робочої рідини твердими частинками підсилює кавітуючий ефект. Знос характеризується канавками у вигляді змивів і вибоїн, що збігаються з напрямком руху.

Ерозійне руйнування найбільш характерно для потоку рідини у вузькій щілині, особливо добре цей вид зносу візуально спостерігається в зоні розряду на зовнішньому і внутрішньому ущільнювальних поясах розподільника. Аналогічний знос присутній у кришки насоса на поверхнях, відповідних інтерфейсу зі зносом ущільнювальних поверхонь розподільника. Знос характеризується канавками у вигляді змивів і вибоїн, що збігаються з напрямком руху робочої рідини, що виривається з щілини торцевих поверхонь. Глибина канавок (борозен) досягає 0,02 - 0,04 мм, ширина - 0,03 - 0,06 мм.

Знос розподільного вузла відбувається нерівномірно. Наприклад, максимальний знос ременів клапанів спостерігається в зоні розряду під кутом 35 - 40° між вертикальною віссю симетрії і напрямком обертання поршневого вузла, тобто в місці максимального тиску. У всіх зонах і секціях опорні ремені зношуються менше, ніж ущільнювальні. Коефіцієнт нерівномірності зносу ущільнювача і опорний ремінь - 1, 85. Нерівномірний знос відбувається і по відношенню до розташування ущільнювальних ременів: зовнішній пояс, як правило, зношується більше, ніж внутрішній (в зоні розряду - на 12 - 16%, в зоні всмоктування - на 2%).

Нерівномірна ерозія і абразивний знос розподільного вузла призводить до великих витоків і витоків в розподільному вузлі насоса НПА-64. Встановлено, що в середньому близько 88% витоків дренажу робочої рідини насоса НПА-64 припадає на розподільний вузол і 12% на інтерфейси поршневих пар. Основною причиною виходу з ладу сполучень поршня - сфери шатуна і сфери шатуна - вкладиша вала є невелика площа контактної місця, що призводить до підвищення питомого тиску і, як наслідок, адгезії. Крім того, сфери шатуна відчувають циклічні навантаження, що призводить до втомного фарбування. В результаті відокремлені частинки, потрапляючи в інші інтерфейси насоса, призводять до заклинювання, появи натирання, задивів і абразивного зносу.

Тому одним із способів підвищення надійності аксіально-поршневих насосів є поліпшення якості ремонту його основних спряжень.

1.2 Ремонт аксіально-поршневих насосів типу НПА-64

Практика експлуатації насосів НПА-64 показала, що вони недостатньо надійні і довговічні і часто виходять з ладу. Поломки насоса призводять до втрати працездатності гідравлічної системи і всієї машини в цілому, що значно знижує використання машин на виробництві.

Підвищення надійності і довговічності цих дорогих гідроагрегатів є важливим завданням експлуатуючих і ремонтних організацій. Одним з основних факторів підвищення надійності і довговічності насосів НПА-64 є якісне виробництво і капітальних ремонтів.

Інструкція по ремонту насосів НПА-64 дана в технічних умовах на капітальний ремонт екскаваторів Е-153 і Е-153А. Однак технічні характеристики допускають ряд неточностей. Наприклад, для сполучення поршневих пар (отвір блоку поршневе) зазор дається за кресленням від 0, 015 до 0, 117 мм, в той час як за кресленнями виробника зазор між поршнями і циліндрами агрегату при виготовленні насосів обмежується розмірами 0, 017 - 0, 023 мм. Допустимий зазор без ремонту рекомендується становити 0, 14 мм, при цьому практично з зазором інтерфейсів поршневих пар, рівним 0, 06 - 0, 07 мм, втрачається продуктивність насоса.

Наявність прецизійних муфт поршневих пар в насосі, а також необхідність високоточного виготовлення і відновлення його деталей вимагають, щоб ремонтні установки були оснащені спеціальним обладнанням, приладами і точними вимірювальними інструментами. Майстерні з ремонту гідроагрегатів повинні мати суворі норми запиленості повітря - не більше $4 \cdot 10^{-7}$ кгс / м³. При складанні і обкатці слід утримувати в чистоті місця складання і робочу рідину в обкатці. Ремонтники повинні бути висококваліфікованими і мати достатній досвід роботи.

Перед ремонтом із зовнішніх поверхонь насосів видаляється пил і бруд, а потім перевіряється їх технічний стан на універсальному стенді КІ-1774 або КІ-4200. Для цього визначають подачу за 1 хвилину при номінальному тиску і мінімальній частоті обертання, вимірюють кількість витоків дренажу і розраховують об'ємний ККД насосів. Насоси з об'ємним ККД, більше 0,94 (з

технічно справними інтерфейсами і ущільненнями, а також не мають різких шумів і стукотів) не ремонтуються, а відправляються на склад готової продукції. Проведеними дослідженнями встановлено, що через неправильну діагностику технічного стану гідравлічних систем в умовах експлуатації близько 20% насосів надходять на ремонтні підприємства цілком справними і робото здатними.

Насоси, що мають об'ємний ККД. 0,90 - 0,94, повинен пройти неповне розбирання для вимірювання діаметральних зазорів поршневих пар і перевірки стану кінцевих поверхонь розподільного вузла. При неповному розбиранні, крім того, перевіряється справність гумових ущільнювачів і підшипників; Якщо в них виявлені дефекти, їх замінюють. Якщо діаметральний зазор в кожному сполученні поршневих пар не досягає 0,033 мм, то доцільно виконувати тільки притирання торцевих поверхонь блоків, розподільників і кришок.

Насоси з об'ємним ККД. менше 0,9 необхідно повністю розібрати на частини, промити і просушити.

Додатковою ознакою бракування насоса може бути витік робочої рідини через злив більше $157 \text{ см}^3 / \text{с}$, що вимірюється при номінальному тиску і швидкості обертання вала насоса.

Відомо, що на шорсткість поверхні впливають як режими електрохімічно-механічного припрацювання (доводки), так і склад електроліту.

У роботі було показано, що плівкова адаптація мікроклапанів бульбашками газу зменшує їх подрібнення, що сприяє зменшенню шорсткості поверхні. Виходячи з цього механізму згладжування шорсткості, може бути запропонований ще один спосіб блокування поверхні мікровпадин - за допомогою адсорбентів.

В якості такого адсорбенту олеїнова кислота, яка широко використовується в якості середовища для притирання матеріалів, може бути використана в реагентах гідравлічної системи як добавка до обкатаних масел.

Однією з невирішених проблем електрохімічно-механічного випалювання (тонкої настройки) електрохімічно-механічного припрацювання є неефективна адаптивність поверхонь тертя в граничному режимі. Для підвищення ефективності використання електрохімічно-механічного припрацювання може

бути ефективним більш детальне вивчення процесу випалювання різних інтерфейсів, в яких спостерігається цей режим. Крім того, ефективними можуть бути такі добавки до електроліту, які дозволили б відокремити створюються на них труться поверхні. адсорбційні фільми. Згідно з роботою, однією з таких добавок може бути олеїнова кислота.

Метою даної роботи є виявлення впливу олеїнової кислоти на шорсткості поверхонь фрикційної пари бронза-сталь і на показники нанесення повзунка на гільзу при їх електрохіміко-механічній взаємодії.

1.3 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Мета досягається шляхом вирішення наступних завдань:

1. Розробка теоретичних передумов припрацювання повзунка до гільзи в гідравлічному насосі при електрохіміко-механічній взаємодії.
2. Розробити методику дослідження.
3. Дослідити впливи режимів електрохіміко-механічного припрацювання на показники адаптивності повзунка до втулки.
4. Провести оцінку економічної ефективності електрохіміко-механічного припрацювання циліндричних спряжень гідроагрегатів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз теоретичних передумов застосовності повзуна до гільзи в гідравлічному насосі при електрохіміко-механічній взаємодії

Досвід експлуатації МАМ показав, що використання гідрооб'ємних приводів замість механічних передач дозволяє підвищити продуктивність машин на 20...45%. Гідрооб'ємний привід (ГПД) вільно комплектується в просторі, дозволяє здійснювати передачу електроенергії на великі відстані, зручніший в експлуатації, дозволяє надійно захистити вузли трансмісії від перевантажень, автоматизувати керування МАМ. Недоліками ГВД до механічного приводу (МП) є: зниження ККД 5...10%; скорочення ресурсу до 3...5 тис. мотогодин замість 7...10 тис. мотогодин; зміна параметрів ГВД під час роботи внаслідок зносу деталей гідромашини, що призводить до збільшення витоків робочої рідини та зниження об'ємного ККД гідромашини.

Для вирішення практичних завдань, пов'язаних зі збільшенням довговічності відповідних вузлів і сполучень, доцільно мати класифікацію типів деталей за принципом спільності ознак, які визначають причини можливих несправностей і шляхи їх запобігання.

При всій різноманітності конструкцій прецизійні муфти гідроагрегатів мають характерні особливості, що дозволяють розділити їх на п'ять типів за режимами навантаження і, як наслідок, за типовими причинами підвищеного тертя і пошкодження деталей (рис. 2.1). Тому існують чітко визначені найбільш вірогідні способи збільшення довголіття.

Деталі прецизійних сполучень зазвичай виготовляють з точністю не нижче 2 класів і шорсткістю поверхні не нижче 8 класів чистоти (ДСТУ 2413-94). Зазор по діаметру прецизійної муфти в залежності від розмірів деталей і призначення може становити від 2 мікрон до декількох десятків мікрометрів.

Основними вимогами до прецизійних сполучників є висока стабільність малих сил тертя і хороша герметичність. При цьому під пошкодженнями розуміють утворення в процесі будь-яких змін мікрогеометрії, збільшення шорсткості поверхні та структурних змін матеріалу деталей.

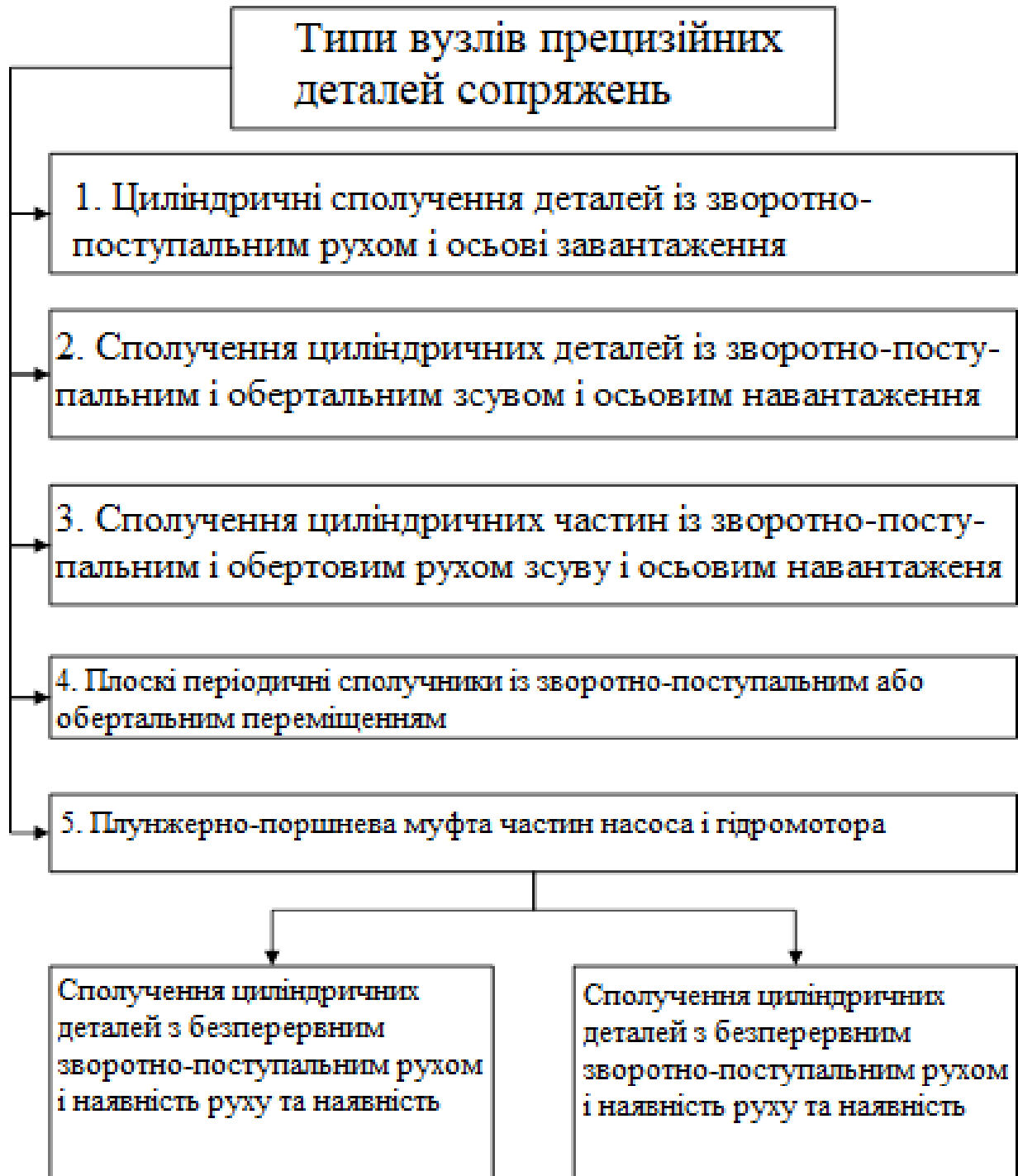


Рис. 2.1. Блок-схема існуючих типів прецизійних сполучень деталей гідроагрегату

В даний час накопичено величезний матеріал для визначення зв'язку тертя і зношування деталей машин з мікрогеометрією і фізико-механічними властивостями поверхні. Фундаментальні дослідження в цій галузі здійснені І. В. Крагельським та його послідовниками.

Важливе місце в дослідженні зношування деталей в процесі експлуатації машин займають роботи, виконані під керівництвом В.В. Ауліна по вивченню

структурних змін матеріалів сполучень деталей і впливу на них навантаження і речовина.

Особливий інтерес у вивченні механізму та причин ушкодження деталей трибоматування становлять роботи з вивчення умов схоплювання металів, проведені під керівництвом А.Ю.Григор'єва. Дослідженню своєрідного процесу перенесення металу при терті без пошкодження поверхні і без істотного збільшення тертя присвячені роботи В. Г. Бабеля.

Необхідною умовою розуміння ролі навколишнього середовища в процесах тертя, зношування і пов'язаних з цим пошкоджень деталей є результати, досягнуті в дослідженні утворення мастильних плівок на металевих поверхнях і їх несучої здатності. У цьому питанні значна заслуга належить Д.Н. Гаркунову, В.Г. Пінчуку.

Під керівництвом академіка П. А. Ребіндера створено спеціальний напрямок у вивченні впливу поверхнево-активних речовин (ПАА) на стан матеріалу сполучень деталей в умовах механічного навантаження. Рішення цієї проблеми визначено в роботі В.Б.Косолапова.

Найважливішою умовою успішного вивчення механізму пошкодження деталей при терті є досягнення в галузі вирішення контактних задач. Дослідження впливу шорсткості, механічних властивостей і стану навантаження на формування контактних площ і контактних тисків виконано Г.С. Гуровим, В.Г. Значний внесок у вивчення процесів тертя та поверхневого шару зробили В. П. Анцупов, С. В. Федоров, М. В. Чернецький, А. Г. Суслов, В. М. Мусалімов, Дж. Такадум. стан деталей машин, що контактують тертям. Аналіз режимів обкатки, її тривалості при випробуваннях, проведених на ряді гідроелектростанцій, показує, що навіть для однотипних вузлів і вузлів гідроприводу час обкатки коливається від кількох годин до кількох десятків годин.

У гідрооб'ємній передачі використовуються гідронасоси і гідромотори аксіально-плунжерного типу. Одним з основних сполучень, що обмежують довговічність цих гідроагрегатів, є сферична муфта "сталевий плунжер-бронза підп'ятник". Під час роботи аксіально-плунжерний насос створює високий тиск, до 300 МПа, основну частину якого сприймає сферична муфта. У зв'язку з цим

у місцях фактичного контакту виникають високі контактні напруги. За несприятливих умов і досягнення контактних напружень критичних значень відбувається інтенсивна деформація поверхневих об'ємів металу, що призводить до руйнування масляної плівки. В даний час для відновлення цього типу сполучення використовується метод ремонтних розмірів. Для видалення слідів зносу і пошкоджень сфери плунжера в якості методу остаточної обробки використовується метод абразивного притирання.

Для вивчення цього процесу необхідно визначити умови тертя в місці з'єднання повзунка-втулки гідронасоса, а також розподіл струму між інтерфейсами гідроагрегату .

Струм, який проходить крізь повзунк і втулку гідравлічного насоса, I_{BK} який буде залежати від змащувальної умови. В даному випадку спільного рішення яке відноситься до даних механізмів тертя даного спряження відсутнє, технологічні процеси виконання певних робіт не суперечать наявності масляних плівок, які знаходяться між поверхнями, що труться.

Розміщення та розмір плівки що розеднує електроліт між бічними поверхнями повзуна та дзеркалом гідравлічного насоса визначають умови тертя спряжень, які дають характеристику критерію Зомерфельда:

$$S_m = \frac{\mu \cdot V}{P \cdot b}, \quad (2.1)$$

Апріорі можна стверджувати, що при гідродинамічної мастилi на прикладені поверхні відбувається чисто електрохімічна реакція: струм проходить через деталі, розділені шаром електроліту. Наслідком цього є травлення поверхні при їх анодній поляризації з частотою змінного струму. Режим граничного і перехідного тертя, крім усього іншого, сприяє активації поверхонь, що підсилює ефект електрохімічної реакції при терті рідини.

Відповідно до гідродинамічної теорії мастила, товщина плівки, що розділяє повзунк і втулку, здійснюється за формулою:

$$h = b \sqrt{\frac{\mu \cdot V}{P}} \text{.}, \quad (2. 2)$$

На поверхнях повзунка виділяємо відповідні три спеціальні площини. На першій площині під час електрохімічного-механічного припрацювання протікає відповідні процеси а саме анодне розріднення, на іншому – по череді відбуваються процеси механічного активного та розповсюдження аноду. Зношування повзунів припиниться, в тому випадку досягне максимального кліренсу $\delta_{\text{максимум}}$ опуститься до нульової позначки. Коли швидкість усунення металу буде рівним у блоках змінного струму та БД ($Vd1 = Vd2$) це відбутися може, в тому випадку коли припуски будуть не менше максимального буде взято δ . Як видно, коли високі значення δ_{max} горіння матиме привязку від підвищення зносу на електрохімічного-механічного припрацювання. Зменшення термічного зношування має місце в наслідок підвищення швидкостей зняття металу у місцях механічного активування ($Vd1$) відповідно до відношення відповідно швидкості зняття металу у зоні прольоту, у даному місці відсутність поверхневої активації ($Vd2$). Щоб зпростити можемо допустити, коли швидкість зрівнювання похибки V_{max} буде визначатися різницями

$$\frac{d\delta_{\text{max}}}{dt} = V_{d1} - V_{a \cdot}, \quad (2. 3)$$

Виняток з формули (2.3) V_{d2} внесе в результати деяку похибку, але при обліку V_{d2} випалювання має проходити в більш короткі терміни, ніж без нього. Через малість V_{d1} нехтуємо його значенням і розглянемо тільки V_{d1} . Час горіння, розраховане за формулою (2. 16), не буде менше, ніж при обліку V_{d2} і тому таке припущення цілком виправдано.

Для усунення просвіту встановіть допуск z_d , при цьому місцевий припуск при анодичному розчиненні металу повинен бути

$$z_a \leq z_d - \delta_{\text{max}}, \quad (2. 3)$$

Маючи

$$z_a = \int_0^t V_a dt = V_{a-p} t, \quad (2.4)$$

$$z_d = \int_0^t V_{d_1} dt = V_{d_1-p} t, \quad (2.5)$$

З урахуванням (2, 3) отримуємо

$$\frac{V_{d_1-p}}{V_{e-p}} \geq 1 + \frac{\delta_{\max}}{z_a}, \quad (2.6)$$

Співвідношення $\frac{V_{d_1cp}}{V_{acp}}$ характеризує селективність видалення металу і визначає мінімальну допустимість z_a , необхідну для усунення просвіту δ_{\max} . З виразів (2. 3) і (2.6) звідси випливає, що для збільшення швидкості кліренсу і зменшення z а необхідно прагнути до збільшення V_{d_1} при зниженні V_a .

Давайте виділимо фактори, що впливають $\frac{d\delta_{\max}}{dt}$ і $\frac{V_{d_1}}{V_a}$. Припустимо, що частина хромованого покриття в місці механічної активації видалається у вигляді мікрооб'ємів металу, тоді

$$V_{d1} = V_m + V_{ad}, \quad (2.7)$$

Частини V_{ad} можуть бути виражені взяті за основу закону Фарадея та Ома із врахуванням періодичності переривання розчинення аноду у певних точках поверхонь повзуна у наслідок падіння напруги в процесі протікання даного процесу у зоні максимального терття.

$$V_{ad} = \frac{1}{2} (1 - \kappa) \frac{c}{\rho} \cdot \eta_{ad} \frac{(U - \Phi_{ad} + \Phi_{\kappa})}{h} x, \quad (2.8)$$

Радіальний міжелектродний зазор в зоні тертя рідини відповідності до виразу (2.8) швидкість зняття металу на площині на яку діє анодне розчинення

$$V_a = \frac{1}{2} (1 - k) \frac{c}{\rho} \cdot \eta_a \frac{(U - \varphi_a + \varphi_k)}{(h + \delta)} x, \quad (2.9)$$

Підставляючи, отримуємо

$$\frac{d\delta_{\max}}{dt} = V_a + \frac{1}{2} (1 - k) \frac{c}{\rho} \cdot \frac{\chi}{h} \left[\eta_{ad} (u - \varphi_{ad} + \varphi_k) - \eta_a \cdot \frac{1}{(1 + \delta_{\max} / h)} (u - \varphi_a + \varphi_k) \right]$$

Звідси випливає, що швидкість зменшення просвіту залежить, крім механічних (V_m) і геометричних (χ), і від електрохімічних факторів, таких як питома електропровідність, χ значення анодних потенціалів φ_{ad} , і виходів від струму $\varphi_{\text{пекла}}$, η η_a . Механічна активація знижує анодний потенціал, а підтвердження того, що вихід анода струмом збільшується в результаті періодичного механічного впливу, є в.

Таким чином, вибір режимів ЕСМР(D) може здійснюватися на основі інформації про значення φ_a , φ_{ad} і η η_a при певних умовах горіння.

Прискоренню випалювання повзунка сприяє зниження коефіцієнта k , який виражає частку граничного тертя в загальному часі циклу. У свою чергу, k залежить від критерію Зоммерфельда Sm . З (2.3) видно, що зі збільшенням швидкості руху поршня V і динамічної в'язкості створюються умови гідродинамічного змащення в місці з'єднання повзунків-втулки. Для повзунка можна виразити коефіцієнт k функцією швидкості поршня V і коефіцієнтом динамічної в'язкості, тобто $k = f(V, \mu)$

Товщина плівки h , що розділяє повзунок і втулку, також є функцією швидкості поршня V і динамічної в'язкості, однак збільшення h збільшить перехідний опір електролітного шару.

Згідно (2.10), щоб збільшити швидкість горіння повзунка, необхідно, щоб значення h було мінімальним, але при цьому були б забезпечені умови гідродинамічного змащення. Зниження несучої здатності електроліту, з метою

зменшення h , можливо за рахунок газоутворення. При електрохіміко-механічному горінні (рафінуванні) електроліт заповнюється бульбашками газу за рахунок електрохімічних процесів, що відбуваються на поверхнях пари тертя. Відомо, що газоутворення залежить від поточних параметрів. Мороз А. А. зазначає, що газовий потік з рідиною має високий ступінь стисливості, яка може бути використана для зниження h в процесі горіння за допомогою ЕХМП. Певна кількість бульбашок газу буде сприяти локалізації процесу розчинення анодів, що широко застосовується в багатьох технологічних схемах електрохімічної розмірної обробки деталей машин.

Збільшення шорсткості повзунка сприяє зменшенню опікових внесків в тому випадку, якщо видалення відбувається в основному за рахунок електрохімічних процесів. Це пояснюється тим, що коефіцієнт k_1 має максимальне значення під гладким кільцем.

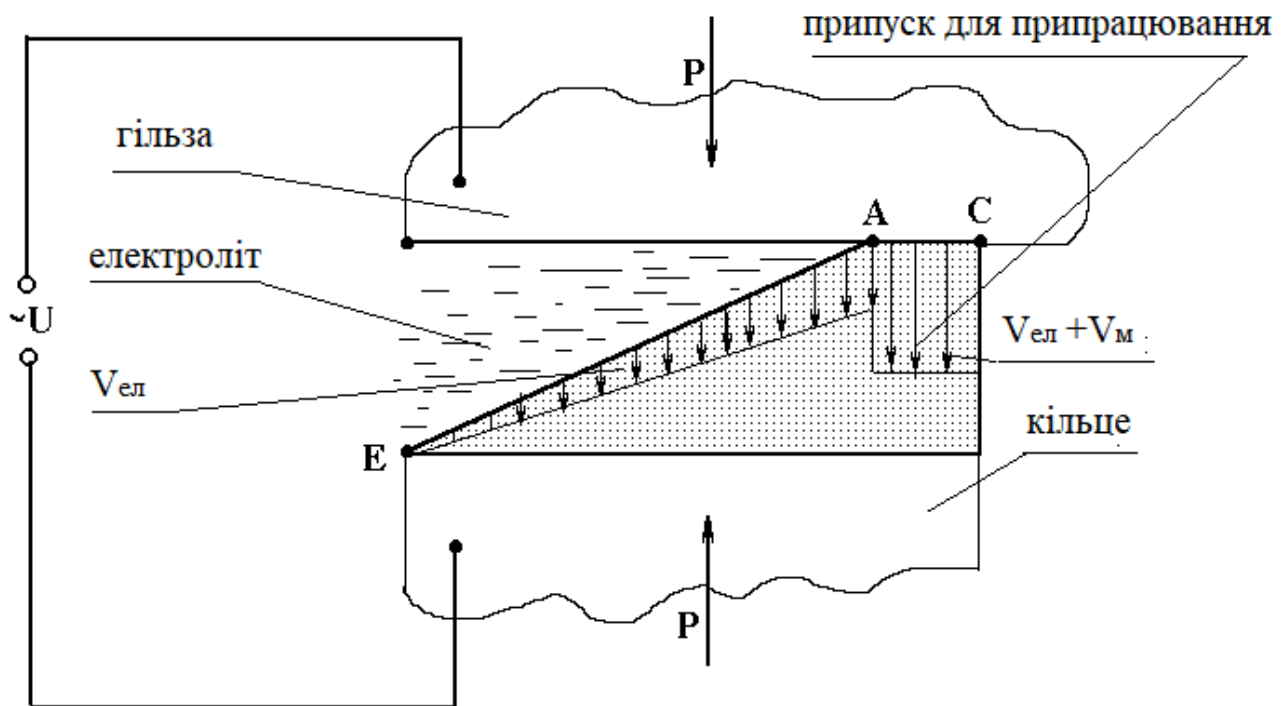
При однаковому розташуванні середньої точки просвіту збільшення дуги α_0 зменшує знос за рахунок збільшення площі просвіту S_{pr} .

Істотно впливає на значення зносу максимальний радіальний кліренс δ_{max} . Якщо порівняти два повзунка, які мають зазори з однаковими дугами α_0 , але різними максимальними зазорами $\delta_{максимум}$, то *burnish* знос буде вище для повзунка з великим $\delta_{максимальним}$ значенням.

Якщо дещо спростити схему випалювання повзунка (рис. 2.1), то його можна представити в наступному вигляді.

На рис. 2.1 показано, що параметри електрохімічного-механічного припрацювання повині зняти припуски на зняття, який виділяється чорним кольором. В інших випадках випалювання або завершення процесу не відбудеться, в іншому випадку можливе підвищення зношування. Вище сказане можливе, в тому випадку, АС швидкість електрохімічного видалення буде дорівнювати близько нуля, на заміну змінного струму швидкість видалення має становити підвищений рівень електрохімічного-механічного припрацювання процесу. Зменшення часу електрохімічного зняття призвело зниженню питомого електропровідного електроліту χ , відповідно щоб забезпечити гідродинамічні умови мащення на площині змінного струму відповідно до і

збільшення в'язкості динамічної якої відповідає електроліт μ та швидкого взаємного руху V .



$V_{ел}$ - швидкість електрохімічного знімання.

$V_{м}$ - швидкість механічного знімання.

Рис. 2.1. Схема простого спалювання.

Виведені формули містять δ показники δ_{max} , $S_{пр}$, котрі дають характеристику просвіту, та χ_{μ} які мають спільне із електролітом який використовували. У наступному розвиванню теорій електрохімічно-механічного зношування повзуна потрібно контролювати збіги даних які отримані теоретичним та експериментальним шляхом та провести дослідження питомої електропровідності та в'язкості динамічну яку має електроліт із різними процентними включеннями гліцерину. χ_{μ} .

З усього вищесказаного випливає, що використання електрохімічно-механічного припрацювання для макропрасування повзунків виправдано з наступних причин:

1. Крім механічного впливу, що характеризується $V_{м}$, процес горіння прискорюється електрохімічними процесами.

2. Прискорення макровигорання можливо за рахунок підбору оптимального складу електроліту. Вона повинна володіти низькою електропровідністю, пасивуючими властивостями, а також сприяти підтримці гідродинамічного режиму змащення.

3. Є можливість контролювати процеси горіння шляхом зміни показника швидкості - швидкості обертання колінчастого вала і поточних параметрів I і U .

2.2 Огляд триботехнологічного обкатування деталей

Характерним є те, що зміна форми і стану сполучених поверхонь деталей відбувається на всіх трьох стадіях триботехнології обкатки. Звичайні способи обкатки, засновані на механічному зношуванні або створенні на поверхнях тертя різного роду плівок, не забезпечують якісної обкатки. Обкатка сполучних деталей електрохіміко-механічного методу, що лежить в основі триботехнології обкатки, дозволяє компенсувати геометричне відхилення форми деталей, як це показано на прикладі циліндричних сполучних конусів і роликів опор (рис. 2.2).

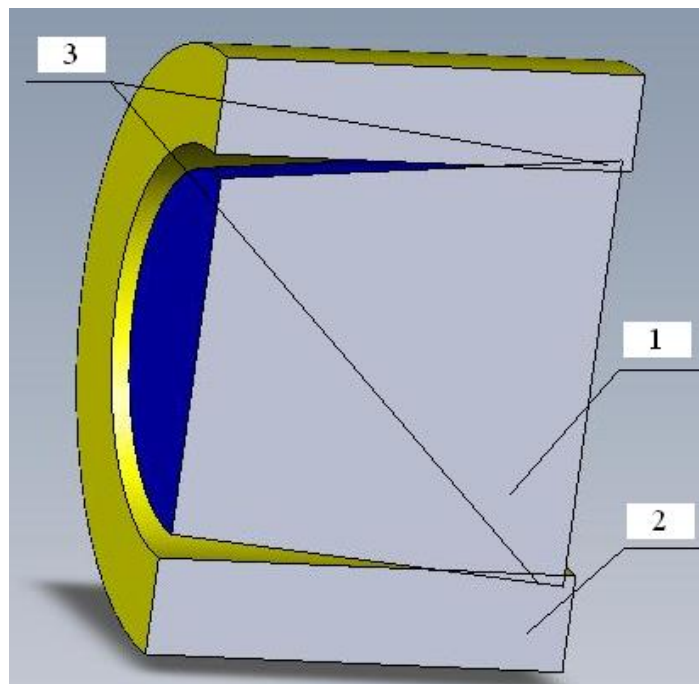


Рис. 2.2. Зміна форми конусного котка при обкатці:

1 – конусний каток; 2 – опора; 3 – зона припрацювання.

Під впливом різних факторів процесів цієї триботехнології припрацювання дозволяє формувати зносостійкі поверхні. Механічна активація сприяє травленню робочих поверхонь сполучень деталей в зоні їх безпосереднього контакту, а наявність поверхневих плівок і газоутворення зменшує травлення поверхонь, розділених електролітом.

У ряді гідроагрегатів в якості матеріалів для сполучення деталей використовуються бронза і сталь, а обробка - абразивна. При такій обробці можлива неякісна підготовка робочої поверхні і відхилення геометрії деталей. Через це має місце мала фактична площа контактної плями, що призводить до значного зношування при допустимих зазорах у спряженні 0,002...0,006 мм, причому зношування супроводжується схоплюванням, тертям тощо. в процесі абразивної обробки можливе різьблення поверхні, що значно збільшує зношування в процесі експлуатації.

Можливим шляхом вирішення проблеми підвищення якості головних сполучень гідроагрегатів може бути розробка РТТ на основі закономірностей електрохімічних і механічних процесів. Однак для цих сполучень на використовуваних електролітах це складно, оскільки при високих навантаженнях і малих зазорах виникає граничний режим тертя, що знижує вплив електрохімічної складової на процес припрацювання.

У цій ситуації більш ефективним є використання в електроліті рідких адсорбентів, які, адсорбовані на поверхнях тертя, запобігали б утворенню на них тріщин. При цьому при механічній взаємодії поверхонь спостерігається їх активація на локальних ділянках, очищення від адсорбентів і забезпечення електрохімічної взаємодії. Одним із таких адсорбентів є олеїнова кислота, яка широко використовується як добавка до прокатних олів, а в гідравлічних машинах – як протизадирний елемент.

Виявлено, що на шорсткість поверхонь спряжених деталей впливають як режими припрацювання, так і склад електроліту.

Крім того, сполучні деталі зазору ідентифікували утворення газу та покриття мікронерівності поверхні бульбашками газу зменшує їх травлення, тим самим зменшуючи шорсткість поверхні. Виходячи з цього механізму згладжування шорсткостей, можна запропонувати ще один спосіб

заморожування поверхні мікроконкави з використанням адсорбентів. У цьому випадку невирішеною проблемою є виявлення впливу олеїнової кислоти на шорсткість поверхні при їх електрохіміко-механічній взаємодії. Тому необхідно шукати такий склад електроліту, в якому можливий процес припрацювання на граничному режимі тертя.

Проведені дослідження дозволили встановити, що способи застосування змінного електричного струму забезпечують якісну припрацювання сполучень деталей, систем і вузлів ТМ і МАМ з геометричними відхиленнями, усунення їх з малим зносом, що збільшує ресурс ТМ і МАМ. Застосування методу знижує момент тертя, підвищує потужність двигуна; знижує витрати паливно-мастильних матеріалів в умовах експлуатації, збільшує площу контактної плями між робочими поверхнями сполучень різних деталей у процесі припрацювання. Виявлено, що отримані результати розширюють сферу застосування триботехнології обкатки на сполучення основних ресурсоємних деталей. Доведено, що розроблений РТТ можна використовувати як технологічне доопрацювання з'єднань деталей перед складанням. При цьому враховуються особливості сполучень відпрацьованих деталей, а реалізовані при цьому процеси спрямовані на отримання максимально високої якості припрацювання в умовах виробництва і ремонту машин.

Визначено, що запропонований спосіб як сучасний технологічний спосіб управління ресурсом машин забезпечує його збільшення протягом життєвого циклу. Для цього на його етапах необхідно виконати низку умов. Основа для прийняття рішень щодо підвищення довговічності компонентів, систем і вузлів повинна бути включена в їх проектування та виробництво. На етапі підготовки машини до сприйняття експлуатаційних навантажень (стендова обкатка, контрольні випробування та експлуатаційна обкатка) повинні бути забезпечені мінімальний експлуатаційний знос і швидка стабілізація моменту тертя робочих поверхонь.

Найкращим результатом у цьому випадку можна вважати закінчення процесу припрацювання основних ресурсовизначальних сполучень деталей машин в умовах стендової припрацювання. При звичайних методах обкатки цього досягти неможливо, і для остаточного завершення обкатки потрібна

тривала і дорога експлуатаційна обкатка. Застосування методу обкатки швидко стабілізує інтенсивність зношування J_i моменту тертя M_{fr} , що призводить до значного збільшення ресурсу машини на величину.

Суттєво підвищити ефективність експлуатації разом з РТТ можна за допомогою триботехнічних технологій відновлення (ТВР) робочих поверхонь на основі комбінованих процесів з усуненням їх геометричних відхилень і підвищенням якості поверхонь робочих деталей. Такий підхід знижує інтенсивність зносу при нормальній експлуатації і сприяє додатковому збільшенню ресурсу. Аналіз зміни моменту тертя під час припрацювання показує його швидку стабілізацію протягом $t_{пр\text{тт}}$ та збереження досягнутого рівня протягом усього періоду експлуатації. Усунення геометричних відхилень тертьових частин під час обкатки знижує момент тертя порівняно з традиційними методами, а подальше підвищення ефективності роботи досягається за рахунок РТТ.

Представлений алгоритм відображає всі етапи життєвого циклу деталей, передбачає превентивні методи забезпечення довговічності машини на основі адаптивної системи технічного обслуговування (АСУ) та ремонту (Р). Вибір діагностичних параметрів, методика їх оцінки наведені з позицій теорії чутливості в статичних і динамічних умовах, широко висвітлені в працях професора Ауліна В.В.

Машина проходить робочі цикли до її утилізації. Малий цикл, при нормальній експлуатації, повинен забезпечувати безперервний зв'язок експлуатованої машини та системи її обслуговування. При виході діагностичних параметрів за межі гранично допустимих значень машина виводиться з експлуатації і направляється на капітальний ремонт з подальшою обкаткою (великий робочий цикл). При перерозбірці роль РТТ і ТТР істотно зростає за рахунок розширених полів допусків деталей, що надходять на складання, похибок складання і низької якості запчастин. Відповідно до ТУ нормальним для двигунів після капітального ремонту вважається зниження терміну служби умов на 20%. Однак цьому можна запобігти, використовуючи під час обкатки високопродуктивні процеси обкатки (згладжування), що забезпечують нормальну роботу оброблених поверхонь сполучень деталей.

Таким чином, це дозволяє забезпечити високу ефективність поєднання РТТ і ТТР з автоматизованим контролем ресурсу сполучень деталей і машин в цілому.

2.3 Визначення плями контакту під час перекосу деталей

Для визначення розвитку плями контакту під час перекосу використовується схема, наведена на рис. 2.3. У розрахунках визначена раніше залежність площі контакту при заданому куті перекосу γ та утвореної дуги φ використовується. Об'єм матеріалу, який потрібно видалити з поршня при заданому куті перекосу γ , можна визначити шляхом інтегрування площі поперечного перерізу фігури, показаної на рис. 8,b, і в межах зміни дуги від φ_0 і $\pi - \varphi_0$. Вважаємо, що висота внутрішнього циліндра h_c при перекосі повертається відносно його середини на кут перекосу γ . Величина введення δ робочої поверхні однієї деталі в іншу:

$$\delta = R_1 + L - R_2, \quad (2.10)$$

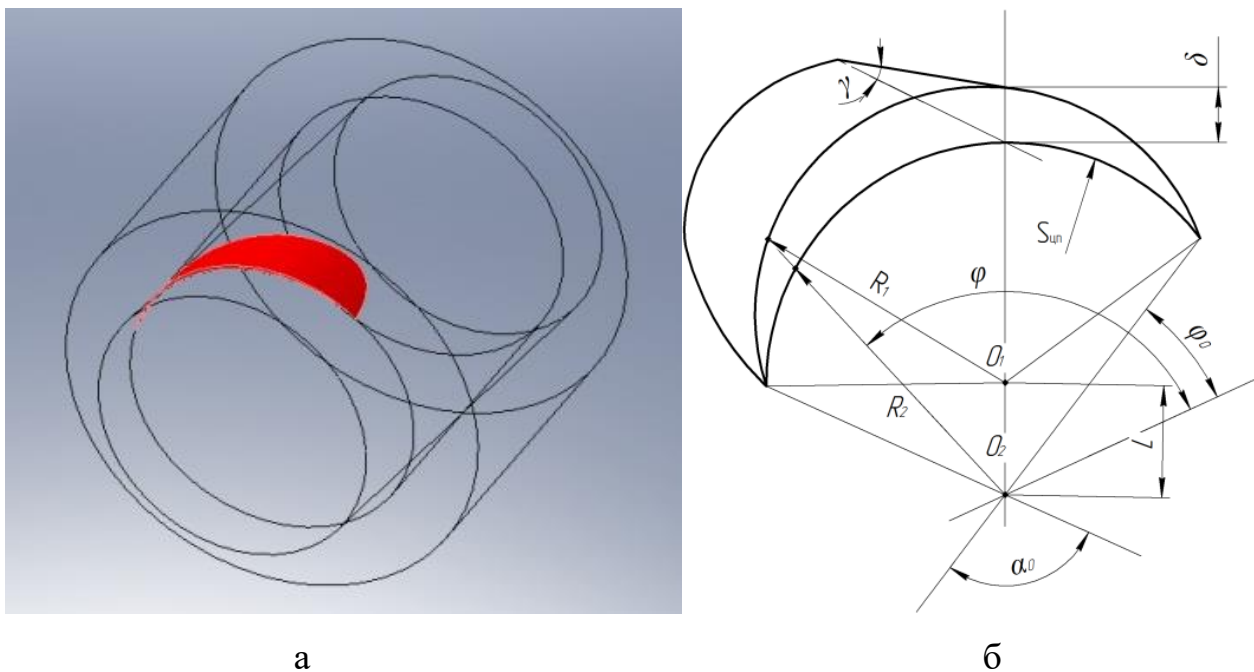


Рис. 2.3. Схема розвитку плями контакту при приробці спряжених циліндричних поверхонь з перекосом:

а) зона припрацювання; б) геометричне зображення матеріалу, що зношується; S_{cp} – площа контакту циліндричного сполучення під час перекосу

Площа контакту S_{cp} , що розвивається в момент сполучення «циліндр – в циліндр», за наявності початкового перекосу (рис. 8), є інтегруванням в діапазоні φ від φ_0 і $\pi - \varphi_0$:

$$S_{cp} = \int_{\varphi_0}^{\pi - \varphi_0} \left(\frac{\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{h_c}{2} \cdot \sin \gamma\right)^2 \cdot (\sin^2 \varphi - 1)}}{\sin \gamma} + \frac{h_c}{2} \sin \varphi - \frac{R_2}{2 \sin \gamma} \right) d\varphi, \quad (2.11)$$

Кут початку перетину проєкцій зовнішнього і кінця внутрішнього циліндрів, дорівнює:

$$\varphi_0 = \arcsin \frac{R_2^2 + L^2 - R_1^2}{2R_2L}. \quad (2.12)$$

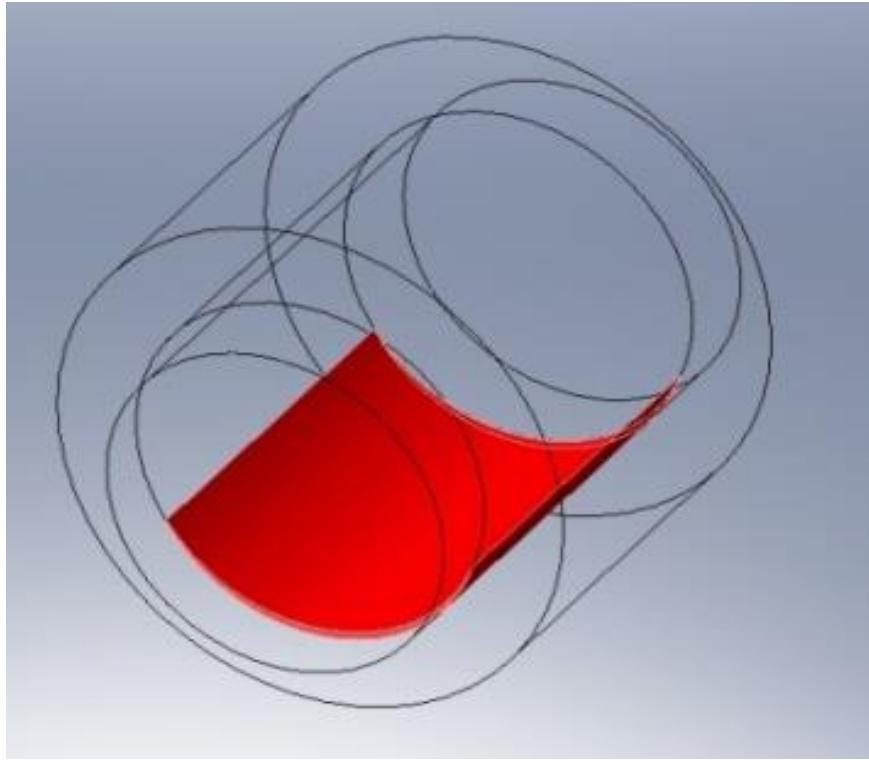
Дуга взаємного перетину двох поверхонь заготовки α_0 визначається за формулою:

$$\alpha_0 = \pi - 2 \arcsin \frac{R_2^2 + L^2 - R_1^2}{2R_2L}. \quad (2.13)$$

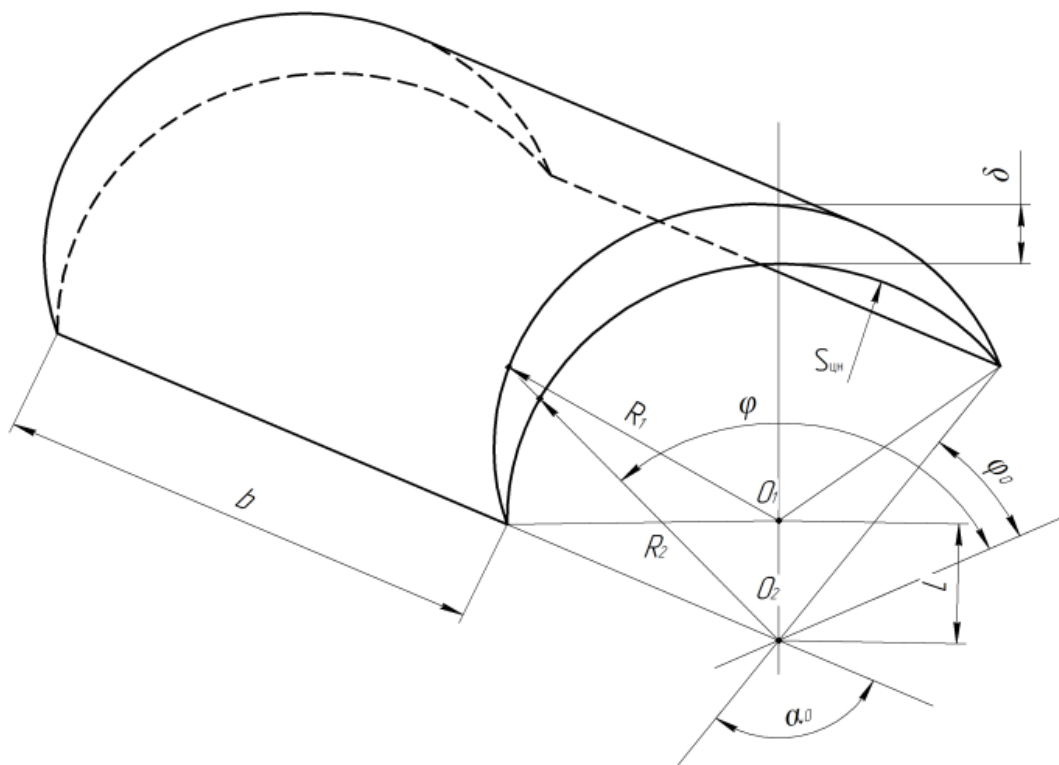
При несувісності циліндричних поверхонь (рис. 2.4) внутрішній циліндр вставляється в зовнішній на значно більшу площу, ніж перекіс.

Це добре видно з порівняння рис. 2.3,а та рис. 2.4,а. Площа контакту S_{cn} для циліндричних сполучень наступна:

$$S_{cn} = b \frac{\alpha_0}{57,3} (R_1 + L - \delta). \quad (2.14)$$



а



б

Рис. 2.4. Схема розвитку плями контакту при геометричній приробці
циліндричних поверхонь з перекосом:

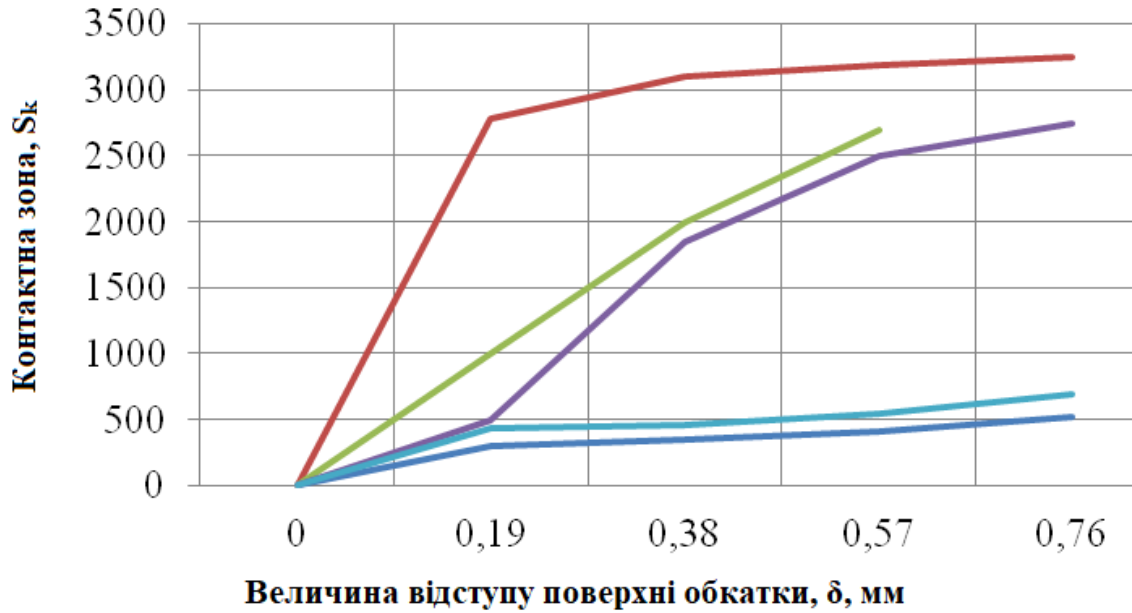
а) зона припрацювання; б) геометричне зображення матеріалу, що зношується;
 S_{cn} – площа контакту циліндричної пари з перекосом

Розрахунок площі контакту в спряженні проводився за теоремою Сімпсона з використанням пакетів прикладних програм на ПК. Для цього у формулу підставили значення R_1 , h_c , R_2 , γ . Для сполучення, розглянутого на ПК, геометричні параметри були такими: $R_1 - 21$ мм; $R_2 - 21,0475$ мм; $h_c - 50$ мм; $b - 50$ мм; величина введення поверхні заготовки δ змінювалася з кроком 0,19 мм, тобто $\delta = 0; 0,19; 0,38; 0,57; 0,76$ мм; кут перекоосу γ задано як функцію δ : $\gamma = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$.

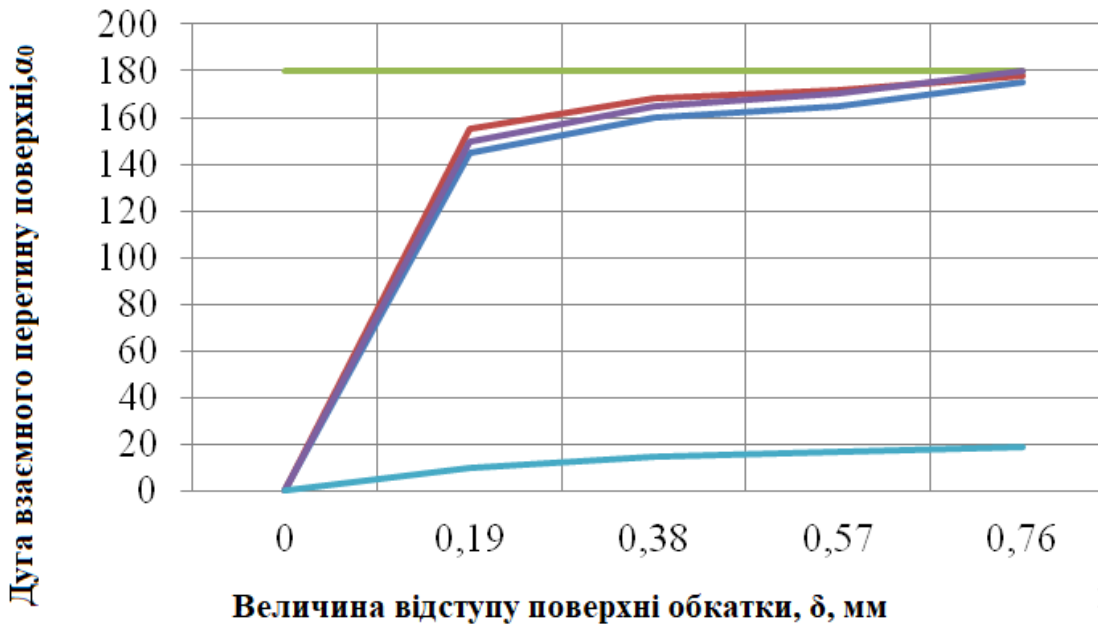
Зверніть увагу, що прямиий контакт внутрішнього і зовнішнього циліндрів здійснюється при величині перекоосу, яка змінюється в межах зазору. Інтенсивне збільшення площі контакту S_{cp} відбувається при малих введеннях внутрішнього циліндра при $\delta < 0,19$. Щодо інших розглянутих сполучників, то їх площа контакту була найменшою (рис. 13,а, крива 1). Навпаки, муфта, але з перекоосом, мала максимальний розвиток S_{cm} , що значно вище, ніж в інших розглянутих прикладах (рис. 2.5,а, крива 2).

Враховуючи реальний стан циліндричних сполучень, виникає потреба більш детально вивчити припрацювання механізмів з перекоосами в 2-3 рази більшими за перекіс в зазорі. Розвиток площі контакту в циліндричних сполученнях з несувісністю корелює зі збільшенням дуги перетину оброблених деталей (рис. 2.5,б, крива 2). Виявлено, що перекіс в цьому випадку різко змінює характер припрацювання деталей сполучення.

У плоских сполученнях номінальна площа контакту S_{nm} швидко досягається тертям (рис. 2.5,а, крива 3), за рахунок максимального кута α_0 (рис.2.5,б, крива 3). Єдиним досліджуваним спряженням, у якому збільшення площі контактної плями S_{sf} мало гіперболічну залежність, було сферичне спряження. Сповільнене його припрацювання спочатку прискорюється із зростанням взаємного впровадження виступів деталей, що обробляються, а потім знову інтенсивність процесу знижується.



а



б

Рис. 2.5.- Розвиток площі плями контакту, (а); модифікувати дугу перетину α_0 обкатки частин різних спряжень із збільшенням геометричного відхилення, (б):

1 - циліндрична з прямою; 2 - циліндрична розбіжність; 3 – плоска гірка; 4 - сферична пара; 5 – шестерні.

2.4 Економічні розрахунки магістерської роботи

Проводимо розрахунок економічного ефекту що отримаємо при впровадженні розглянутої технології електрохімічного-механічного досягається за рахунок відновлення бракованих плунжерів гідроагрегатів.

Економічний ефект протягом року можна визначити за допомогою формули (2.15):

$$E_2 = (C_{н.к.} - C_{від.к.}) \cdot N_2, \quad (2.15)$$

Ціна відновленого плунжера визначається за формулою (2.16):

$$C_{від.к.} = C_{зал.к.} + C_{ел.о.} + C_{зп} + C_{ел-та}, \quad (2.16)$$

Таблиця 2.2 Потреби в ресурсах за компонентами які потрібно для визначення економічного ефекту

Найменування показника	Найменування	Одиниці	Значення
1. Залишкова вартість плунжера	$Z_{з.к.}$	грн.	8,50
2. Вартість електроенергії	$Z_{ел.}$	грн.	0,24
3. Заробітна плата за одну годину роботи	$C_{зп}$	грн.	3,56
4. Вартість 1 мл літрів електроліту	$C_{ел-ту}$	грн.	0,05
5. Час роботи установки	t_1	Хв	5
6. Монтажна потужність	I	Квт	1

Ціна електрики за один експеримент визначається за формулою (2.17):

$$C_{ел.о} = \frac{A \cdot C_{эл}}{3600} \cdot t_1 \quad (2.17)$$

$$C_{эл.о} = \frac{1 \cdot 0,24}{3600} \cdot 300 \approx 0,02 \text{ грн.}$$

Плата за один відновлений плунжер визначається за формулою (2.18)

$$C_{з.п.} = \frac{t_2 \cdot C_{зп1}}{60} / n \quad (2.18)$$

$$C_{зп.} = \frac{5 \cdot 3.56}{60} / 1 \approx 0,3 \text{ грн.}$$

Підставимо числові значення в формулу (2.19) і знайдіть вартість відновлення плунжера

$$C_{від.к.} = 8,5 + 0,02 + 0,3 + 0,05 = 8,87 \approx 8,9 \text{ грн.}$$

Підставимо числові значення в формулу (2.16) та знайдемо економічний ефект за рік.

$$E_г = (9,64 - 8,87) \cdot 1000 = 770 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.4 Потреби в ресурсах за компонентами
Економічний ефект впровадження плунжерів електрохімічного-
механічного припрацювання гідроагрегатів

Ім'я	Варіант	
	Існуючих	Запропонований
1. Програма ремонту, шт.	1000	1000
2. Залишкова вартість вантуза, грн.	-	8,5
3. Вартість ремонту плунжера, грн.	-	0,37
4. Вартість вантуза, грн.	9,64	8,87
5. Річний економічний ефект, грн	-	770

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Загальна методологія дослідження

Досліджено процес видобутку фрикційної пари бронза-сталь. Дослідження особливостей процесу електрохімічного-механічного припрацювання проводилося на лабораторній установці, відображеній на рис.3.1. Застосування цієї установки дозволило вивчити вплив тиску в парі тертя, швидкість взаємного руху, режим мастила.

Для подачі струму на бронзовий відрізок і сталевий повзунок використовувалася схема, показана на рис.3.2.

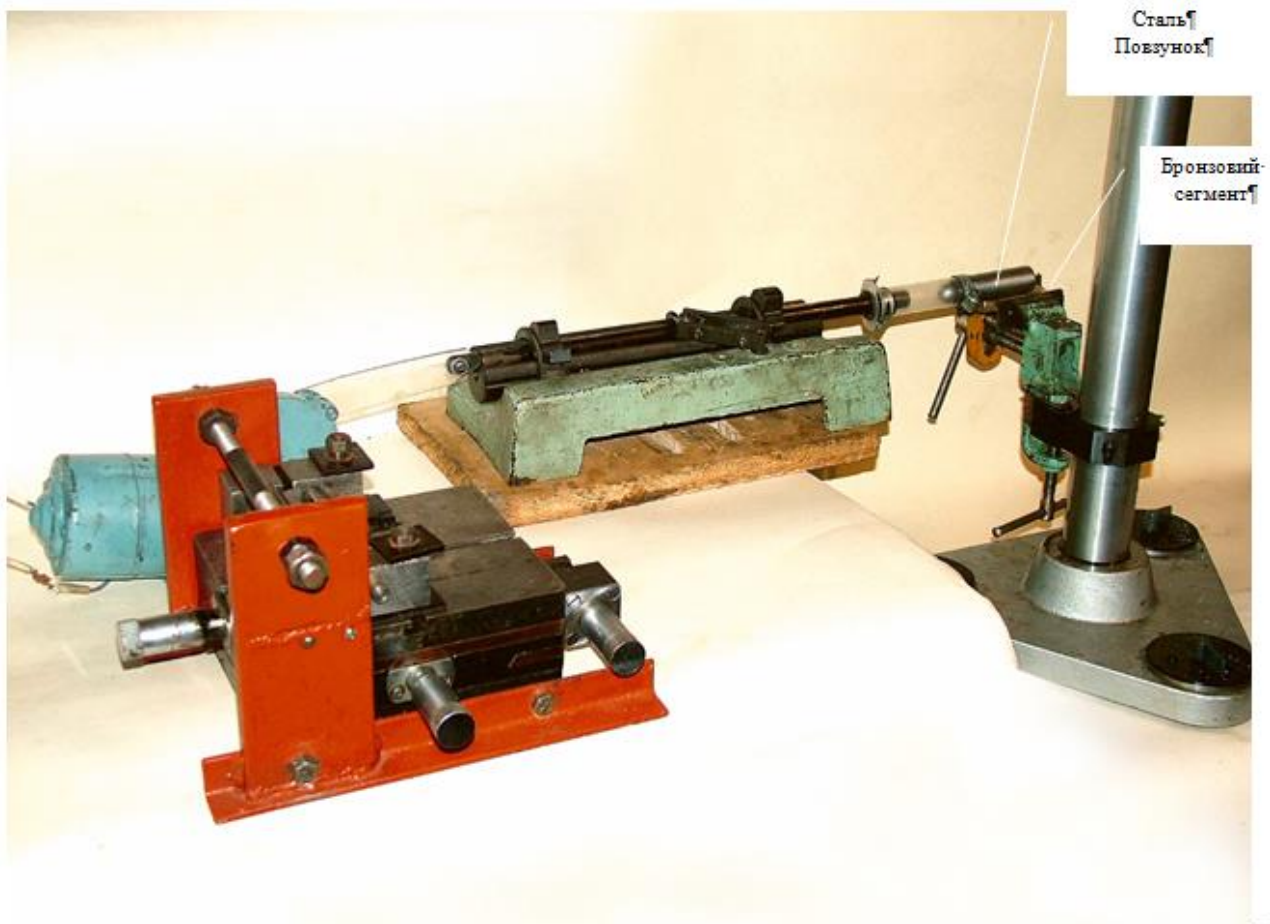


Рис. 3. 1. Загальний вигляд установки для дослідження вигорання фрикційної пари сталевий повзунок - бронзовий сегмент гільзи

Струм в ланцюзі регулювався за допомогою лабораторного трансформатора (ЛАТР). Контролювалися параметри струму: напруга - приладом Shch4313, струм - амперметри D - 566, сІ. 0,2; E514 сІ. 0,5 (рис. 3. 2.)

При дослідженнях в якості основного електроліту, в який вводилася олеїнова кислота, використовувалася суміш гліцерину і водного розчину солей в пропорції 5, 25: 1 за обсягом. Водний розчин 30% -ної концентрації готували з суміші солей NaNO_3 і Na_3PO_4 , співвідношення яких в суміші становило 5: 1.

До основного електроліту було додано 3% (за обсягом) олеїнової кислоти.

Приготування одного літра електроліту здійснювалося наступним чином. У 54 г сольової суміші додавали дистильовану воду загальним об'ємом 160 мл. У розчин додавали 840 мл гліцерину і ретельно перемішували суміш.

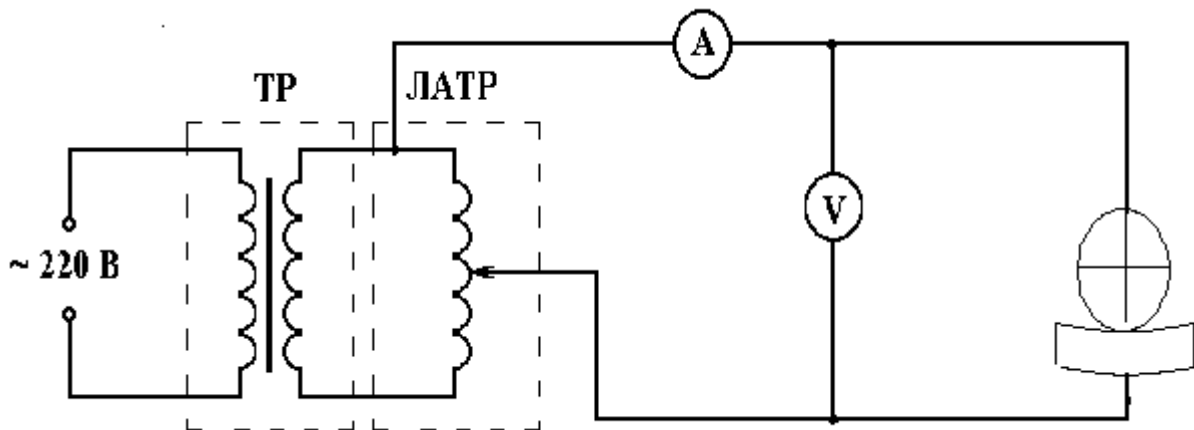


Рис. 3. 2. Схема електричного з'єднання.

Рівняння калібрування графу:

$$y = 23,15x + 1,16, \quad (3.1)$$

Вплив режимів електрохімічного-механічного припрацювання на шорсткість поверхонь встановлено за допомогою профілограм, взятих на профілографі-профілометрі моделі 201. За профілограмами визначалися висота, крок і параметри конструкції (ГОСТ 2789-73). Крім того, був розрахований середній радіус кривизни виступів R .

$$R = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{1}{\rho_2}, \quad (3.2)$$

$$\rho = 2 \sqrt{2} \pi x r;$$

$$\rho \approx 1,25R_a;$$

Значення середнього радіуса кривизни виступів дозволило судити про теоретичну зносостійкості поверхонь з різною шорсткістю.

Повзунки зі сталі 40Х становили $\varnothing 22$ мм. Бронзові сегменти в 110 мм були вирізані з \varnothing бронзової заготовки відповідного діаметру.

Підготовка зразків до дослідження складалася з шліфування робочих поверхонь повзунків і сегментів на дрібній наждачному папері. Після подрібнення зразки промивали водою.

3.2 Інструменти та обладнання

Прилади, обладнання та інструменти, за допомогою яких проводилися вимірювання в ході досліджень, представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3. 1. Контроль факторів і реакцій в проведеному дослідженні.

Фактор, відгук	Найменування приладів, устаткування, інструменту	Клас
1	2	3
Струм	Міліамперметр Д-566 (0... 100 мА, 0...500 мА)	0,2
	Амперметр Е514, 0...2 А	0,5
	Амперметр АСТ, 0...5 А	0,5
	Ампервольтметр АВО-5М1 (0...300 А, 0...120 мА, 0...12 А)	$\pm 4\%$
	Трансформатор струму УТТ-5 (50/, 100/, 200/, 300/5 А)	0,2
Напруженість	Пристрій SCH4313	1,5
	Пристрій Р-4315 (0...10 В)	
	Швидкодіючий самозаписувальний пристрій Н327-3 (0,02...5 В/см)	2,4%
	Ампервольтметр АВО-5М1 (0...12 В)	± 1
	Осцилограф S-19В	
	Трансформатор ТС-1,5/0,5	
Лабораторний трансформатор ЛАТР-3А		

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Методологія дослідження

Відомо, що на шорсткість поверхні впливають, як режими електрохімічно-механічного припрацювання (доопрацювання) електрохіміко-механічного припрацювання, так і склад електроліту.

У роботі було показано, що плівкова адаптація мікро впадин з бульбашками газу зменшує їх подрібнення, що сприяє зменшенню шорсткості поверхні. Виходячи з цього механізму згладжування шорсткостей, можна запропонувати ще один спосіб блокування поверхні мікро вальвацій - за допомогою адсорбентів.

В якості такого адсорбенту олеїнова кислота, яка широко використовується в якості середовища для притирання матеріалів, може бути використана в реагентах гідравлічної системи як добавка до обкатаних масл.

Метою даної роботи є виявлення впливу олеїнової кислоти на шорсткості поверхонь при їх електрохіміко-механічній взаємодії.

При дослідженнях в якості основного електроліту, в який вводилася олеїнова кислота, використовувалася суміш гліцерину і 30% водного розчину солей в співвідношенні 5, 25: 1 за обсягом. Водний розчин готували з суміші солей NaNO_3 і Na_3PO_4 , співвідношення яких становило 5: 1.

До основного електроліту було додано 3% (за обсягом) олеїнової кислоти.

Досліди проводилися на плоских дискових зразках. Діаметри дисків становили 40 мм. Зразки виготовлялися з матеріалів, відповідних матеріалам деталей основних інтерфейсів двигунів, і складалися з пар: I- сталь-бронза, II - чавун-чавун, III -чавун-алюміній.

Диски, розділені тонким шаром електроліту, притискалися один до одного з зусиллями 0, 72 Н і 8, 3 Н. На зразки наносився змінний струм 4А. Досліди проводилися без переміщення зразків відносно один одного і з обертанням верхньої проби з частотою 100 хв^{-1} . Схема дослідів наведена на рис.1.

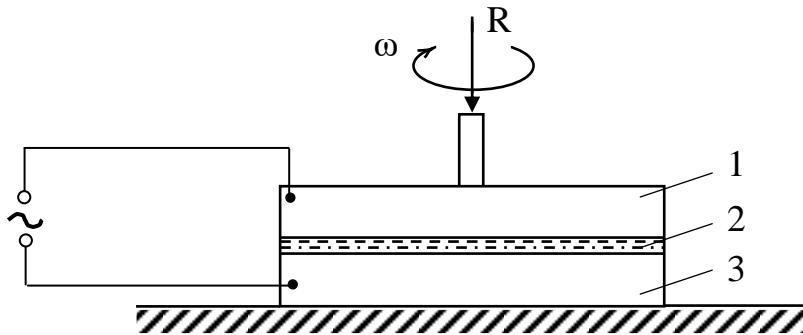


Рис.4.1. Схема дослідів:

1 - верхній зразок, 2 - електроліт, 3 - нижній зразок.

Зміна шорсткості оцінювалося шляхом прийому профілограм до і після дослідів на профілографі-профілометрі моделі С201 заводу «Калібр». Для взяття профілограмм з того ж місця на поверхні зразків були зроблені поглиблення, в яких під контролем мікроскопа МБС-10 була встановлена голка профілометра.

З метою аналізу впливу олеїнової кислоти на зміну шорсткості оцінювалося видалення металу («зносу») з поверхонь зразків. Масові втрати зразків оцінювалися за допомогою аналітичного балансу WA-31 з точністю до 0,1 мг.

Порядок проведення дослідів. До і після експерименту зразки ретельно промивали, висушували і зважували. Потім з поверхонь брали профілограми. Нижній зразок укладали на сценічний стіл і прикладали до нього електроліт, перед цим ретельно перемішували. Електроліт «розмазували» по поверхні верхнім диском до отримання тонкого рівномірного шару. Верхній зразок притискався до нижнього із заданою силою. Далі включався струм, і в досліді з обертанням верхнього диска одночасно виконувався останній. Після закінчення часу експерименту струм одночасно відключали і обертання припинялося. Навантаження знімали зі зразків. Тривалість кожного експерименту становила 10 хвилин. Повторення дослідів було тричі. Після кожного експерименту зразки ретельно промивали, сушили, зважували і брали з їх поверхонь профілограми.

Дослідження проводилися для визначення ефективності ЕКМП (D) на граничному режимі тертя з додаванням олеїнової кислоти. Такий режим характерний для плунжерної пари осьово-плунжерного насоса. Для моделювання цих умов, в яких працює плунжерна пара, була спроектована і виготовлена експериментальна установка (див. рис. 4.2). Досліди проводилися за схемою плунжера-колодки.

Перед експериментом досліджувані зразки (сталевий плунжер і бронзова прокладка) шліфували з тонкою шкіркою, ретельно промивали і знежирювали, за відомою методикою. Потім зразки були зважені в межах 0,1 мг і виміряна початкова шорсткість поверхні.

Після цих операцій зразки встановлювалися в експериментальну установку: плунжер кріпився до повзунка за допомогою пластикової трубки і хомутів, а колодка затискала в лещата через ізолюючі текстолітові смуги. Пересуваючи лещата по направляючому посту, колодка притискала до плунжера. Так як діаметр плунжера становить 20,6 мм, а радіус кривизни колодки - 110 мм, початковий контакт знаходився в лінії. Повнота контакту забезпечувалася переміщенням колодки щодо лещат і управлялася фарбою.

Після установки зразків в експериментальну модель їх підключали до електричного кола змінного струму. В якості джерела змінного струму використовувався трансформатор. Необхідний струм був встановлений ЛАТ. Параметри струму (сила струму і напруга) вимірювалися, відповідно, амперметром і вольтметром.

Перед початком експерименту були встановлені постійні фактори: сила струму задавалася статичним контактом плунжера і колодки $I = 3, 5 \text{ А}$, в той час як напруга холостого ходу було $U_x, x = 1, 8 \text{ В}$, навантаження створювалася вагою самого плунжера і становила приблизно 1 Н, частота обертання - $n = 35 \text{ хв}^{-1}$ і регулювалася за допомогою випрямляча, використовувався електроліт 84% гліцерину + 16% 30% (25% NaNO_3 + 5% Na_3PO_4) + 5% олеїнової кислоти. Змінним фактором був час електрохіміко-механічного припрацювання, який варіювався від двох до восьми хвилин з кроком у дві хвилини (2,4,6,8 хвилини). Час експерименту фіксувалося за допомогою секундоміра.

В ході експерименту струм був зведений до значень, близьких до нуля, а робоча напруга $U_{\text{раба}}$ становило 0, 2 ... 1.6 V. Повторення досвіду потрібне.

Після експерименту електричний ланцюг відключили, зразки зняли з експериментальної моделі, промили, висушили і знежирили. Потім шорсткість знімали, зважували і визначали область плями контакту, які і були відповідями процесу.

Зміна шорсткості контролювалося профілографом-профілометром моделі 201 заводу «Калібр». Визначено середнє арифметичне відхилення профілю (R_a , μm). Масовий знос (i , mg) визначався різницею в масі зразків до і після експерименту. Зважування проводилося на аналітичному балансі WA-31 з точністю до 0, 1 мг. Площа контактної плями (S , мм^2) визначалася ваговим методом за відомою методикою. За результатами проведених експериментів були побудовані графіки залежності отриманих відповідей від часу проведення електрохіміко-механічного припрацювання.

4.2 Результати досліджень

Отримані результати свідчать про те, що олеїнова кислота може впливати на зміну шорсткості контактують поверхонь при їх електрохімічному взаємодії.

Взаємодія поверхонь в стані спокою на базовому електроліті при навантаженні 0, 72Н викликало отруєння мікро клапанів (рис. 4.2). Цей результат підтверджує гіпотезу про затвердіння мікро клапанів на першій стадії електрохіміко-механічного припрацювання, що створює передумови для взаємної адаптивності спряжених поверхонь.

Інша картина мала місце при введенні в основний електроліт олеїнової кислоти: в цьому випадку гальмувався процес травлення мікробпадин, і відбувалося полірування поверхні з набагато меншим видаленням металу зі зразків (рис. 4.3, табл.).

Таблиця 4.1. Втрата маси зразка, мг

Вивчені матеріали пар тертя		Без переміщення зразків				З відносним рухом зразка			
		базовий електроліт,		електроліт з олеїнової кислотою		базовий електроліт,		електроліт з олеїнової кислотою	
		навантаження, N							
		0,72	8,3	0,72	8,3	0,72	8,3	0,72	8,3
I	Бронза	3,0	0,1	0,8	0,1	12,5	5,7	8,1	8,3
	Сталь	2,8	0,1	1,2	0,1	7,2	2,1	6,0	1,6

Описуване явище вимагало власної інтерпретації. З цією метою проводилися візуальні спостереження за деякими властивостями цих електролітів. Було виявлено, що електроліт, що містить олеїнову кислоту, забезпечує значно кращу змащуваність поверхні в порівнянні з основним електролітом. Спостереження під мікроскопом крапель електроліту з олеїнової кислотою показало, що крапля покрита тонким шаром цієї кислоти.

З огляду на описані особливості експериментального електроліту, можна припустити, що завдяки хорошій змащуваності поверхні створюються умови для адсорбції кислоти по всьому мікро профілю. За рахунок цього і низької електропровідності олеїнової кислоти забезпечується переважне травлення вершин мікро прикладів.

Можливою причиною запобіганню утворення мікро впадин є екранування проходження струму тонкою плівкою олеїнової кислоти, що утворюється на поверхні мікро об'ємів електроліту в мікро впадинах.

Різна втрата маси зразків на основі і електроліті, що містить олеїнову кислоту (таблиця), підтверджує, що в першому випадку вона пов'язана з розладом мікро валів, а в другому - видаленням металу, очевидно, протікало по верхівках мікросероховатостей, що викликало полірувальний ефект.

Якщо більшість вивчених матеріалів вписувалося в описану картину, то бронза інтенсивна не травилася на базовому електроліті. Судячи з втрати маси зразка, травлення відбувалося по всьому профілю шийки, хоча і з деяким зносом останньої. Травлення на електроліті олеїнової кислотою не погіршило шорсткості бронзи, але видалення металу було майже в чотири рази менше, ніж на базовому електроліті.

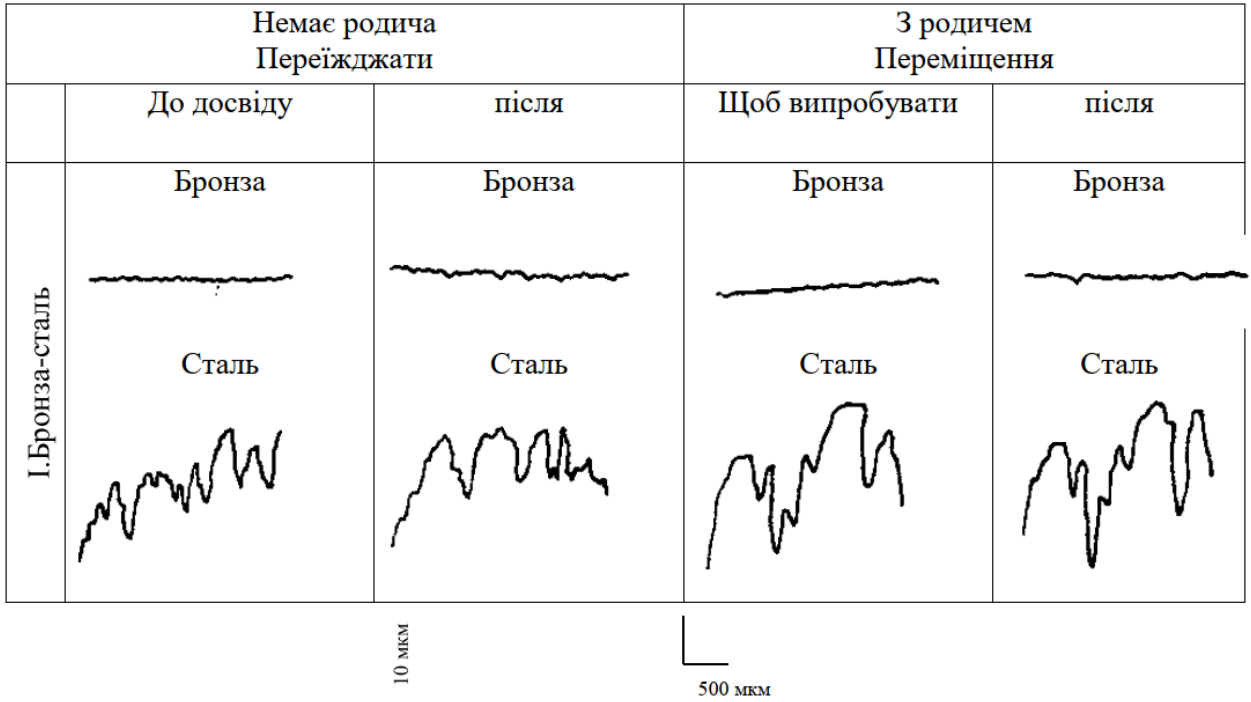


Рис. 4. 2. Профілограма поверхонь на основі електроліту при навантаженні 0,72Н

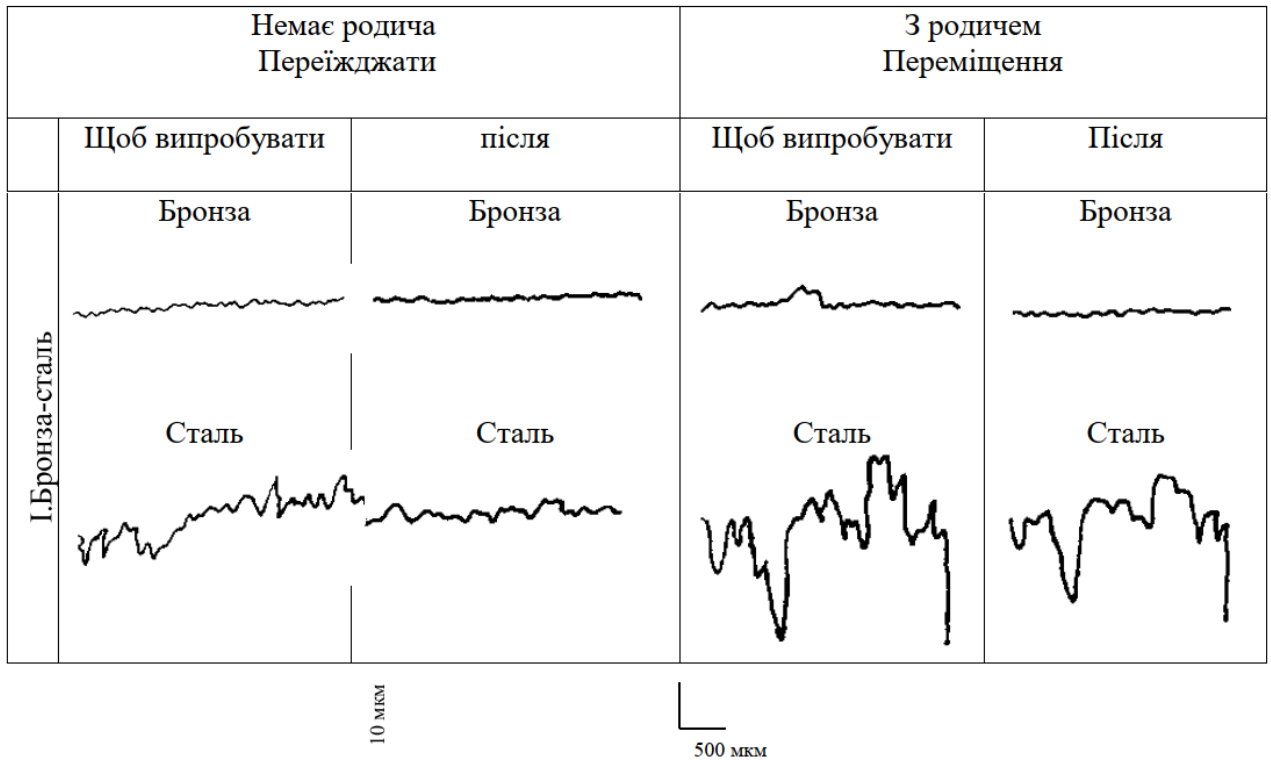


Рис. 4.3. Профілограми поверхонь на електроліті з додаванням олеїнової кислоти при навантаженні 0,72Н

Зміна мікро профілю алюмінію при використанні основного електроліту, ймовірно, обумовлено нерівномірністю товщини оксидної плівки, що викликало локальну глибину подрібнення матеріалу з втратою маси зразка в чотири рази більше, ніж при використанні електроліту з олеїнової кислотою. Відносний рух поверхонь зразків зберігало тенденцію до зміни шорсткості, які мали місце в стані спокою. При цьому різко зросло вилучення матеріалів із зразків (табл.).

Більш інтенсивне збільшення втрат маси спостерігалось при використанні електроліту з олеїнової кислотою, хоча абсолютне значення видалення було більше на базовому електроліті.

Ці дані дозволяють припустити, що рух поверхонь відносно один одного посилює їх електрохімічне травлення, що, очевидно, пов'язано з особливостями процесу при напіврідкому терті.

Профілограми вказують на травлення на основі електроліту по всьому мікро профілю поверхні при підвищеному розтравлюванні мікро впадин.

Наявність олеїнової кислоти в електроліті гальмувало розтравлювання мікро валів і зношування металу йшло в основному по мікро виступах профілю, чому, очевидно, сприяла механічна активація поверхонь в місцях контактних точок. Деяко гірше вирівнювання мікро профілю внаслідок мікро депресій у порівнянні з процесом спокою виявляється наслідком змішування мікрооб'ємів електроліту в результаті відносного руху зразків.

Збільшення навантаження до 8, 3 Н практично не призвело до зміни мікросшорсткості поверхонь зразків, як в стані спокою, так і при переміщенні верхніх зразків з використанням всіх видів електролітів (рис. 4.4, 4. 5).

Масові втрати зразків в експериментах в стані спокою були незначними і мали значення, порівнянні з точністю вимірювань. Обертання верхніх зразків збільшувало «знос», але в більшості випадків його значення були менше значень, отриманих при навантаженні в 0, 72 Н.

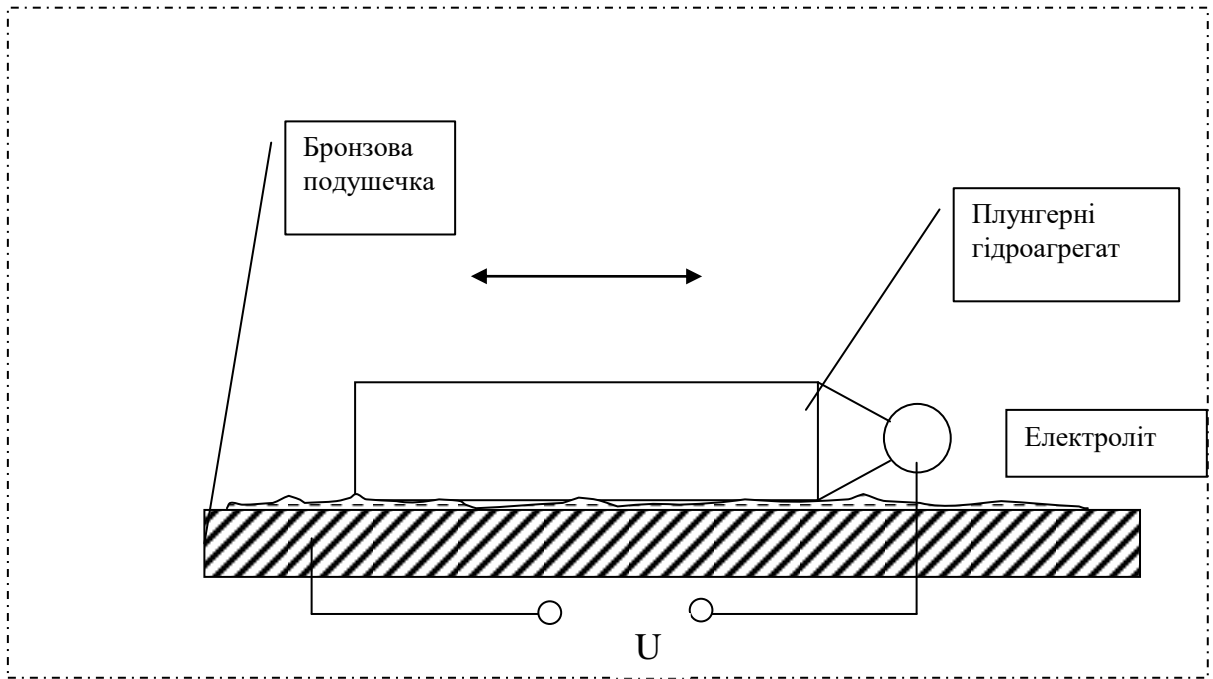
Причиною вищесказаного, швидше за все, є руйнування електролітної плівки при підвищеному навантаженні, в результаті чого був здійснений металевий контакт поверхонь. В результаті струм проходив через металеві контакти, практично усуваючи (в стані спокою) або помітно послаблюючи (при

русі) електрохімічне взаємодія зразків. У той же час наявність олеїнової кислоти в електроліті сприяло збільшенню видалення металу, особливо з поверхні зразка алюмінію. Знижуючи в'язкість електроліту, олеїнова кислота наближає умови змащення до кордону, що, мабуть, викликає механічну активацію алюмінієвої поверхні, забезпечуючи підвищене видалення металу з невеликим шліфуванням.

За результатами проведених досліджень були отримані середні арифметичні відхилення профілю R_a на поверхнях, що наносяться, знос зразків і отримана в ході дослідів площа контактної плями. Ці дані представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 Потреби в ресурсах за компонентами . Вартість зносу, область контактної плями, зміна середнє арифметичне відхилення профілю в процесі ЕСМР(D) Фрикційна пара сталевий плунжер-бронзова накладка

Найменування показників		Час досвіду, хв			
		2	4	6	8
R_a до дослідів, мкм	колодка	0,2	0,4	0,35	0,25
	плунжер	0,3	0,55	0,5	0,67
R_a після дослідів, мкм	колодка	0,07	0,05	0,065	0,05
	плунжер	0,08	0,07	0,09	0,08
m до дослідів, мг	колодка	163,9298	163,8560	163,5116	163,3791
	плунжер	116,2787	116,2743	116,2688	116,2620
m після дослідів, мг	колодка	163,9257	163,8911	163,5056	163,5054
	плунжер	116,2743	116,2688	116,2620	116,2549
I , мг	колодка	4,1	4,9	6,0	6,2
	плунжер	4,4	5,5	6,8	7,1
I , А	Холостий хід	3,5	3,5	3,5	3,5
	Працює	0,1... 3,5	0,1... 3,5	0,1... 3,5	0,1... 3,5
U , В	Холостий хід	1,8	1,8	1,8	1,8
	Працює	0,2... 1,6	0,2... 1,6	0,2... 1,6	0,2... 1,6
S , мм ²		131,79	186,00	185,09	185,61



5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги техніки безпеки і виробничої санітарії

Виробничі, складські і допоміжні приміщення повинні задовольняти вимогам СНіП і санітарним нормам проектування промислових підприємств СН-245-71.

Передбачають ізоляцію приміщень, в яких за умов виробництва виділяється пи́л, пари і гази. Газогенераторні треба проектувати в одноповерхових приміщеннях, з легкою кривлею і розташовувати біля зовнішніх стін.

У дверних отворів не повинне бути порогів, а в дверях повинні бути вікна. На оглядових канавах і естакадах встановлюють направляючі для коліс машин і обладнали з двох сторін сходами. В наших оглядових ямах і канавах повинне бути низьковальне освітлення (напруга не вище 36 В). Естакади обладнали поручнями висотою не менше 1м з бортовою обшивкою висотою не менше 0,15м.

Проходи між стелажми, палицями і шафами в складських приміщеннях повинні бути не менше 1м, що забезпечує вільне переміщення персоналу.

В санітарно – побутовому секторі повинні бути умивальники і душові приміщення з безперебійним постачанням холодної і гарячої води. Умивальники обладнують електричними сушарками.

Світильники персонального освітлення, а також світильники загального освітлення при висоті підвіски менше 2,5м і в приміщеннях з підвищеною небезпекою треба підключати до мережі напругою не вище 36В.

Трансформатори для освітлювальної мережі 12..36В застосовують тільки з роздільними первинною і вторинною обмотками. Один з виходів вторинної обмотки трансформатора сердечник заземляють.

В цехах встановлюють аварійне освітлення, що забезпечує освітленість проходів. Світильники включають автоматично при раптовому виключенні робочого освітлення.

В гаражах, сараях і під навісом повинна бути мережа тільки низької напруги (12В) для підключення переносних електросвітильників.

Природне і штучне освітлення виробничих приміщень і робочих місць необхідно приймати по СНіП 11-4-79.

Виробничі, санітарно-побутові і допоміжні приміщення обладнують центральним опалюванням і вентиляцією, щоб забезпечити рівномірну температуру і стан повітряного середовища. Середня внутрішня температура повинна бути: для виробничих приміщень 15°C; гарячих цехів 12..14°C; адміністративно-суспільних будівель 18..20°C. Для контролю температури у всіх приміщеннях на видному місці на відстані 15..20м від воріт і вихідних дверей повинні бути встановлені термометри.

Для забезпечення робітників питною водою передбачаю пристрій водопровідних каналів з фонтануючими кранами або сатураторних установок з газованою водою. Допускається установка емальованих бачків фонтануючими кранами.

Вантажопідйомні машини і вантажозахватні пристосування повинні відповідати вимогам «Правил пристрою і безпеки експлуатації вантажопідйомних кранів».

Рольганги і конвеєри, що розташовуються на висоті одного метра, обладнують бортами не менше за 1/3 висоти переміщуваних вантажів.

Підвісні конвеєри в місцях знімання і завантаження встановлюють на висоті не більше 1,2м. Переміщення вантажів на рольгангах дозволяється при умові, якщо вантаж торкається одночасно трьох роликів. Мілкоштучні вантажі переміщують на конвеєрі в спеціальній тарі. Відстань між стіною і конвеєром – не менше 0,8м.

Конвеєри повинні мати світлову і звукову сигналізацію, яка блокується з пусковим пристроєм і забезпечує добру видимість і чутність. Для термінової зупинки конвеєра на видних місцях встановлюють кнопки зупинки з інтервалом не більше 20м.

Всі електричні установки розташовують в строгій відповідності з діючими правилами.

Металеві частини електроустаткування (корпуси електродвигунів, генераторів; каркаси розподільних щитків; кожухи приладів, рубильників, магнітних пускачів; деталі освітлювальної апаратури; металева ізоляція кабелів; труби, в яких розташовані дроти, і інші що не знаходяться під напругою, але можуть виявитися під ним внаслідок несправності двигунів або елементів установок) надійно заземляють.

В трифазних чотирьохдротяних мережах, що мають безпосереднє заземлення нейтралі, всі металеві частини установки і пристроїв сполучають з нульовим дротом сіті, а при трьохдротяних мережах металеві частини заземляють. Заземлюючий контур приєднують до об'єкту болтами і зваркою сполучають його з приводом.

В якості заземлюючих елементів застосовують сталеві омідніні або оценоквані труби діаметром не менше 35мм і довжиною не менше 3м із загостренням на кінці. Труби заривають в землю на відстані 2..3м від установки. Заземлюючу магістраль виконують із сталеві смуги перетином не менше 48мм². Опір пристроїв заземлення і занулення не повинен перевищувати 40м.

Застосовувати одночасно обидва види захисту забороняється.

5.2 Вимоги пожежної безпеки

У всіх приміщеннях повинні бути евакуаційні виходи, сумарну ширину яких приймають з розрахунку 0,6м на 100 чоловік, а двері повинні відкриватися назовні. Відстань від самого віддаленого робочого місця до вихідних дверей – 50..100м.

По периметру зовнішніх стін виробничого корпусу повинні бути пожежні сходи. Відстань між ними - не більше 200м.

Двері, ворота і заповнення отворів в брандмауерах і інших протипожежних перешкодах повинні бути такими, що не спалюються або важкоспалюваними з межею вогнестійкості не менше 1 години.

Приміщення для окраски машин, агрегатів або деталей, зарядки акумуляторів, газогенераторні, столярні, шпалерні, ремонту паливної апаратури

не повинні сполучатися із зварними, ливарними, ковальськими, термічними і желязно-мідницькими цехами (учасниками).

Усередині приміщення розміщують пожежні крани на відстані один від одного 40м., а пожежні щити – з розрахунку один щит на 300..350мм² виробничої площі. Засоби пожежогасіння треба розміщувати в доступних місцях.

5.3 Вибір та розрахунок вентиляції

Вентиляція виробничих приміщень призначена для зменшення зауреності, задимленості та для очищення повітря від шкідливих викидів виробництва, а також підвищення цілісності устаткування. Вона служить одним із головних засобів оздоровлення умов праці, підвищення продуктивності й запобігання небезпеки професійних захворювань .

Розрахунок вентиляції виконуємо у наступній послідовності. Визначаємо вид вентиляції і відмічаємо кратність обміну повітря. Приймаємо, при проектуванні вентиляції ремонтно обслуговуючої дільниці, загальнообмінну вентиляцію з годинною кратністю обміну повітря, $\kappa = 5$.

Розраховуємо продуктивність вентилятора, виходячи із об'єму приміщення та кратності обміну повітря:

$$W_g = V_o \cdot \kappa, \quad (5.1)$$

$$V_o = F \cdot h = 216 \cdot 6,3 = 1360 \text{ м}^3$$

$$F = 216 \text{ м}^2 ;$$

$$h = 6,3 \text{ м};$$

$$\kappa = 5.$$

$$W_a = 1360 \cdot 5 = 6804 \text{ м}^3/\text{г}$$

За розрахованим сумарним обміном повітря вибираємо вентилятор.

У нашому випадку оптимальним варіантом є центробіжний вентилятор №5 серії ЕВР із такою технічною характеристикою.

- продуктивність вентилятора, $W_e = 6804$ м³/г;
- тиск вентилятора, $H_e = 78$ кгс/м² ;
- коефіцієнт корисної дії, $\eta_e = 0,51$;
- частота обертів вентилятора, $n = 1000$ об/хв.

Виконуємо розрахунок потужності електродвигуна привода вентилятора

$$N_e = (1,2 \dots 1,5) \frac{W_e \cdot H_e}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_e \cdot \eta_n}, \quad (2.2)$$

$$W_e = 6804 \text{ м}^3/\text{г};$$

$$H_e = 78 \text{ кгс}/\text{м}^2;$$

$$\eta_e = 0,51;$$

$$\eta_n = 0,75.$$

$$N_e = 1,5 \frac{6804 \cdot 78}{3600 \cdot 102 \cdot 0,51 \cdot 0,75} = 3,78. \text{ кВт.}$$

Для приводу вентилятора приймаємо електродвигун 4А13254УЗ потужністю

5 кВт і частота обертання, $n = 1000$ об/хв.

5.4 Організація і проведення евакуаційних заходів

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація проводиться в окремих регіонах за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

небезпечного радіоактивного забруднення навколо АЕС (якщо виникає безпосередня загроза життю та заподіяння шкоди здоров'ю населення, яке

проживає в зоні забруднення);

загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням хвилі прориву;

загрози або виникнення збройного конфлікту в районах 50-ти кілометрової прикордонної смуги.

Часткова (завчасна) евакуація здійснюється, як правило, в умовах переведення, за рішенням Кабінету Міністрів України, системи захисту населення і територій на воєнний стан до початку застосування агресором сучасних засобів ураження, а в мирний час – у разі загрози або виникнення стихійного лиха, аварії, катастрофи.

Під час проведення часткової евакуації завчасно вивозиться незайняте у виробництві і сфері обслуговування населення (студенти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинках для осіб похилого віку, разом з викладачами та вихователями, обслуговуючим персоналом і членами їхніх сімей).

У мирний час евакуація населення планується на випадок:

загальної аварії на АЕС;

усіх видів аварій з викидом сильнодіючої отруйної речовини (СДОР);

загрози катастрофічного затоплення місцевості;

великих лісових і торф'яних пожеж, землетрусів, зсувів, інших геофізичних і гідрометеорологічних явищ з тяжкими наслідками, що загрожують населеним пунктам.

Здійснення організованої евакуації, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей своєчасно забезпечується шляхом:

планування евакуації населення;

визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон;

підготовки уповноважених органів управління з питань незвичайних ситуацій (НС) та цивільного захисту населення (ЦЗН) до виконання евакуаційних заходів;

організації оповіщення керівного складу і населення про початок евакуації;

організації управління евакуацією;
всебічного життєзабезпечення евакуйованого населення у районах заміської зони;

навчанням населення діям під час проведення евакуації.

Метою планування і здійснення евакуаційних заходів є:

зменшення ймовірних втрат населення;

забезпечення стійкого функціонування об'єктів економіки;

організація і створення сил і засобів в заміській зоні з метою проведення рятувальних і інших невідкладних робіт в осередках НС.

Евакуаційні заходи здійснюються за рішенням місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, уповноважених органів з питань НС та ЦЗН відповідного рівня.

У мирний час вивезення основної частини населення з міст і небезпечних районів усіма видами наявного транспорту, а у воєнний час - транспортом, який не передається до складу Збройних Сил України, у поєднанні з виведенням найбільш витривалої частини населення пішим порядком.

Розосередження - це організоване вивезення (виведення) із міст та інших населених пунктів і розміщення в заміській зоні вільної від роботи зміни працівників об'єктів, які продовжують роботу в умовах НС. Розосереджені працівники, після вивезення їх у заміську зону, позмінно приїжджають для роботи на свій об'єкт, після чого знову повертаються в заміську зону.

На відміну від розосереджених, евакуйовані постійно проживають у заміській зоні до особливого розпорядження.

В обстановці загрози населенню особливого значення набувають строки евакуації людей за межі небезпечних зон.

Розосередження і евакуація працюючого населення і членів їх сімей проводиться за виробничим принципом, тобто через об'єкти народного господарства. Евакуація населення, не пов'язаного з виробництвом, проводиться за територіальним принципом — за місцем проживання, через домоуправління і житлово-експлуатаційні органи. Діти евакууються разом з батьками, але можливе вивезення їх зі школами і дитячими садками.

Проведенням евакуаційних заходів займаються начальники і штаби ЦО

об'єктів, керівники домоуправлінь і житлово-експлуатаційних органів, а також міські і районні евакуаційні комісії.

Основним документом, який визначає обсяг, зміст, строки проведення розосередження і евакуації населення є план ЦО з розділом про захист населення. На основі плану розосередження і евакуації для допомоги штабам ЦО у містах, районах і на об'єктах створюються евакуаційні комісії, а у сільській місцевості – евакоприймальні комісії.

Рішенням начальника ЦО об'єкта створюється об'єктова евакуаційна комісія. До її складу входять представники профспілок, відділу кадрів, штабу ЦО, начальники цехів та інших виробничих підрозділів. Очолює комісію один із заступників керівника об'єкта.

Обов'язками евакуаційної комісії є облік працюючих і членів їх сімей, які підлягають розосередженню й евакуації, визначення складу піших колон і уточнення маршрутів їх руху, вирішення питань транспортного забезпечення, підготовка проміжних пунктів евакуації, районів розосередження і евакуації, пунктів посадки і висадки, організація зв'язку і взаємодії з районною евакуаційною комісією і збірним евакуаційним пунктом, встановленням зв'язку з евакоприймальною комісією і приймальним евакопунктом сільської місцевості та вирішення разом з ними питань розміщення, працевлаштування, матеріального забезпечення, медичного і побутового обслуговування розосередженого і евакуйованого населення.

Міські евакуаційні комісії створюють збірні евакуаційні пункти (ЗЕП). Кожному ЗЕП присвоюється державний реєстраційний номер. Розміщуються ЗЕП у громадських будівлях.

Розосередження і евакуація проводяться за особливим розпорядженням управління з питань НС та ЦЗН відповідного рівня (області, міста, районів міста). Про початок евакуації населення повідомляють на підприємствах, в установах, навчальних закладах, а також через радіотрансляційну мережу і місцеве телебачення.

Дізнавшись про початок евакуації, люди повинні негайно підготуватися до неї: скласти необхідні речі, засоби індивідуального захисту, медикаменти, продукти, документи і гроші. У будинку (квартирі) зняти фіранки з вікон,

прибрати предмети і речовини, які легко спалахують.

Під час евакуації брати із собою потрібно лише необхідні речі (одяг, взуття, білизну). В комплекті одягу бажано мати плащ і спортивний костюм, взуття гумове або на гумовій основі. Обов'язково потрібно взяти теплі речі, навіть якщо евакуація проводиться влітку.

Продукти харчування (на 2-3 доби) треба брати ті, які зручно зберігати і які не потребують тривалого приготування (консерви, концентрати, сухарі і т. ін.). Воду доцільно налити у фляжку.

Обов'язково необхідно взяти документи: паспорт, військовий квиток, трудову книжку або пенсійне посвідчення, диплом (атестат про закінчення навчального закладу), свідоцтва про одруження і народження дітей.

Всі речі і продукти повинні бути упаковані в рюкзаки, мішки, сумки, валізи або зав'язані у вузли. При евакуації пішки їх доцільно складати в рюкзаки і речові мішки, зручні для перенесення. При розрахунку кількості речей і продуктів потрібно враховувати, що людині самій доведеться їх нести (при евакуації транспортом загальна маса на одну дорослу людину не повинна перевищувати 50 кг). До кожної валізи обов'язково кріпиться бірка із зазначенням на ній прізвища, ім'я і по батькові, адреси постійного проживання і кінцевого пункту евакуації.

Відповідно необхідно підготувати до евакуації дітей. Підбираючи одяг і взуття, слід врахувати їх захисні властивості і пору року. Для дітей віком до 3 років необхідно взяти запас відповідних продуктів. Дітям дошкільного віку у внутрішню кишеню одягу, яким вони користуються, вкласти картку із зазначеними прізвищем, ім'ям і по батькові дитини, роком народження, домашньою адресою і місцем роботи батьків. Ще краще написати ці дані на клаптику білої тканини і підшити його з внутрішнього боку одягу дитини, наприклад під комірцем.

Після того, як всі необхідні речі, продукти харчування і медикаменти складені, безпосередньо перед виходом із будинку чи квартири треба перевірити, чи відключений газ, електроприлади, освітлення, перекриті водопровідні крани, закриті вікна і двері. В установлений час слід прибути з усім необхідним на ЗЕП.

Прибулі на збірний евакуаційний пункт реєструються, розподіляються за видами транспорту, ешелонами, автоколонами, а ті, що йдуть пішки, — за колонами.

Для вивезення населення використовується залізничний, автомобільний і водний транспорт. Використовуються не тільки пасажирські залізничні потяги, судна, а й товарні вагони і напіввагони, вантажні судна, баржі і платформи, пристосовані для перевезення вантажні автомобілі, самоскиди, автопричеви.

Колони піших евакуйованих формуються поблизу ЗЕП. Для кращої організації переходу формуються колони по цехах, факультетах (у навчальних закладах), бригадах та інших виробничих підрозділах. Очолює колону один з керівників підрозділу.

Чисельність піших колон повинна складати від 500 до 1000 чоловік. Для зручності управління колоною, бажано розбивати колону на групи по 50-100 чоловік і на чолі групи призначати старших.

Піші колони повинні рухатися шляхами, що не зайняті військовим і евакуаційним транспортом. Для відпочинку людей передбачаються привали: малі на 10-15 хв кожні 1-1,5 год руху, великі 1-2 год на початку другої половини переходу за межами небезпечної зони.

При проведенні розосередження і евакуації організують медичне обслуговування. З цією метою на ЗЕП, станціях посадки розгортають медичні пункти. На кожний поїзд призначають 1-2 працівників з медичною освітою, а в склад пішої колони включають 1-2 сандружинниці.

Для піших евакуйованих, якщо райони розміщення їх далеко, можуть організуватися проміжні пункти евакуації (ППЕ). їх влаштовують за межами небезпечних зон, у населених пунктах, розміщених на евакуаційному маршруті, поблизу доріг. При можливості евакуйовані пересаджуються на транспорт. На маршрутах піших колон надається медична допомога в медпунктах населених пунктів, через які проходить маршрут, або організованих при колонах.

Для організації прийому і розміщення розосереджуваного і евакуйованого міського населення, а також забезпечення його всім необхідним, створюються

приймальні евакуаційні комісії і приймальні евакуаційні пункти сільських районів. Приймальні евакуаційні комісії району, села створюються рішенням голови державної виконавчої влади начальником ЦО району, села. Вони проводять свою роботу у взаємодії зі штабом і службами ЦО.

В склад приймальної комісії села включають відповідальних працівників державної виконавчої влади, керівників підприємств торгівлі, громадського харчування, медичних, побутових і інших підприємств, яких залучають до забезпечення всім необхідним розосередженого і евакуйованого населення. Головою приймальної евакуаційної комісії села призначається відповідальний працівник місцевої виконавчої влади.

На приймальні евакуаційні комісії сільської місцевості покладається розробка і своєчасне коригування розділу плану ЦО з прийому і розміщення розосередженого та евакуйованого населення (зустріч, прийом, облік і розселення прибулого населення, а також забезпечення його всім необхідним), складання донесення вищестоящим приймальним евакуаційним органам про хід прийому, розміщення і забезпечення прибулого міського населення, забезпечення відправлення населення в кінцеві пункти його розміщення.

При явній загрозі виникнення НС проводять заходи щодо приведення станцій, пунктів висадки, приймальних евакуаційних пунктів в готовність до прийому населення.

Приймальна евакуаційна комісія району встановлює зв'язки з евакуаційною комісією міського району і уточнює питання прийому і розміщення населення, графіки руху ешелонів, автомобільних і піших колон, кількість населення, відправленого кожним ешелоном, автоколоною, пішою колоною, місце кінцевого пункту розташування піших колон, вид і кількість транспорту для перевезення населення з проміжних пунктів евакуації до районів розташування, а також забезпечення і обслуговування населення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Введення олеїнової кислоти в електроліт викликало зниження мікрошорсткості контактуючих металевих поверхонь при їх електрохімічному і електрохіміко-механічному взаємодії з невеликими навантаженнями.

2. Переміщення контактуючих поверхонь відносно один одного при малих навантаженнях зберігало тенденцію до зміни шорсткості, але при цьому збільшувалося видалення металу. Видалення металу при використанні електроліту з олеїнової кислотою було менше, ніж без нього.

3. Більш ніж десятикратне збільшення навантаження практично не призвело до зміни початкової шорсткості. Введення олеїнової кислоти в основний електроліт мало впливало на встановлену мікрошорсткість при відносному русі поверхонь, але трохи збільшувало видалення металів. Значне збільшення виведення відбулося на алюмінії.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
3. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.
4. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.
5. Гевко І.Б. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.
6. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
7. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel

vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

10. Вплив силових параметрів керованої підвіски на стійкість руху КТЗ вздовж криволінійної ділянки / Б. І. Сокіл, О. Л. Ляшук, Р. В. Хорошун, М. Б. Сокіл // Підвищення надійності машин і обладнання : міжнар. наук.-практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький : матеріали конф. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – С. 183-186.

11. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

12. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.

13. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.

14. Левкович М.Г., Кищун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

15. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

16. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.

17. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.

18. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.

19. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.

20. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.