

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація методики електрохімічно-механічного припрацювання
з дослідженням процесу тертя поверхні поршневих кілець.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАд-2
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Юсько Ю.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гудь В.З.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

В.о. зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2022

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 Юську Юрію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація методики електрохімічно-механічного припрацювання з дослідженням процесу тертя поверхні поршневих кілець.

Керівник роботи Гудь В.З., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2022 року № 4/7-898

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 грудня 2022

3. Вихідні дані до роботи Характеристика циліндро-поршневої групи.

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)

Ескіз підставки під двигун – 1А1.

Схема розбирання циліндро-поршневої групи – 1А1.

Теоретичні передумови ЕХМП(Д) приробних поверхнів – 2А1.

Схема доводки чавунних кілець з метою підвищення їхньої зносостійкості – 1А1.

Результати наукових досліджень – 1А1.

Зміна профілю чавунного компресійного кільця з хвилинною конусністю – 1А1.

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	23.12.2022	

Студент

(підпис)

Юсько Ю.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гудь В.З.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Модернізація методики електрохімічно-механічного припрацювання з дослідженням процесу тертя поверхні поршневих кілець.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гудь В.З.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 63 сторінки формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: дослідження, результат, методика, тертя, доводка.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Технічна характеристика та умови роботи двигунів.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	17
2.1 Дослідження особливостей процесу ЕХМП.....	17
2.2 Лінійного зносу циліндро-поршневої групи.....	23
2.3 Кількість продуктів спрацювання у маслі.....	25
2.4 Математична обробка експериментальних даних.....	26
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	28
3.1 Стенд для обкатки дизельного двигуна.....	28
3.2 Методика проведення стендових випробувань.....	29
3.3 Огляд пристосувань для випробування кілець.....	32
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	34
4.1 Послідовність дослідження.....	34
4.2 Результати та їх обговорення.....	38
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	51
5.1 Кондиціонування та очищення повітря.....	52
5.2 Стійкість об'єкту господарювання при надзвичайній ситуації.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	60
БІБЛІОГРАФІЯ.....	61
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Одним з основних, складних і дорогих агрегатів тракторів і комбайнів є двигун, термін служби якого в порівнянні з іншими агрегатами є найменшим. Тому підвищення ресурсу двигунів мобільної сільськогосподарської техніки – у край важлива проблема.

У двигуні найбільш навантаженою та відповідальною є циліндро-поршнева група (ЦПГ), деталі якої визначають його доремонтний та міжремонтний ресурс.

Існуюча обкатка двигунів при ремонті слабо вирішує проблему підвищення міжремонтного ресурсу. Використовуючи ці технології, ремонтні підприємства не можуть за час стендової обкатки (1,5...3,5 год) досягти такого стану поверхонь, що приробляються, що забезпечить можливість сприймати нормальні експлуатаційні навантаження.

Вимогами експлуатаційної обкатки (30...60 год) передбачено обмежувати швидкісні і навантажувальні режими на 25%, що часто не виконується особливо в період напружених польових робіт. Це негативно відбивається на міжремонтному ресурсі. Тому в край бажаним є завершити, в основному, підробіток деталей під час стендової обкатки.

Проблеми вирішення цієї проблеми пов'язані з низькою якістю деталей, що надходять на збирання двигунів. У ремонтному виробництві використовуються деталі, що були в експлуатації, у яких знижена точність за рахунок зносів, відновлені і нові запасні частини низької точності. Причому, низька точність характерна не тільки для розмірів, але і, що особливо важливо, для макро-геометрії, а як відомо, повна макроприробка не досягається навіть у період повної експлуатації машини.

Подолання цих труднощів можливе шляхом забезпечення взаємної макрогеометричної пристосовуваності сполучених поверхонь деталей у тому числі й виправленням їхньої макрогеометрії в процесі припрацювання ефективними способами.

Використання технології електрохіміко-механічної роботи (ЕХМП) дозволяє вирішити це завдання вже на стадії складання двигуна.

На сучасному ремонтному виробництві приробіток двигуна здійснюється за рахунок тривалої стендової обкатки і наступною обкаткою в експлуатаційних умовах, що загрожує великими витратами часу та коштів. Цілком актуальним є завдання прискорення припрацювання пар, що труться, з використанням сучасних технологій. Застосування електрохімікомеханічного приробітку (ЕХМП) дозволяє виправляти макрогеометрію сполучених деталей, пристосовувати третю поверхню один під одного після складання сполучення. Нині вже існує технологічний процес ЕХМП(Д). Він передбачає, що до деталей надається робочий рух, в зону тертя подається в'язкий електроліт і між деталями пропускається змінний струм. Процес забезпечує підвищення ресурсу відремонтованих двигунів з поліпшенням інших техніко-економічних показників. Розроблений технологічний процес ЕХМП передбачає поетапне опрацювання основних сполучень з використанням однофазного струму. На першому етапі після укладання колінчастого валу в ліжку блоку циліндрів - додається поєднання корінні шийки - вкладиші. Потім здійснюється опрацювання деталей циліндро-поршневої групи.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Технічна характеристика та умови роботи двигунів

Вважається, що для циліндрів двигунів основне значення має електрохімічна корозія, що є результатом взаємодії з металом слабких кислот, розчинених у воді, що сконденсувалися на стінках циліндрів. Утворення конденсату відбувається при температурі стінки, рівній чи меншій температури насичення водяної пари, що залежить від параметрів роботи двигуна. Максимальні значення температури насичення водяної пари досягають при повороті колінчатого вала на кут $10...20^\circ$ від верхньої мертвої точки, (ВМТ) а потім швидко знижуються.

Можна припустити, що інтенсивність електрохімічної корозії буде пропорційна кількості води, що сконденсувалася, тобто мати максимум у верхній частині гільзи циліндра і зменшуватися до нижньої частини. Звідси видно, що природа корозійно-механічного зносу гільзи вивчена ще недостатньо і не всі процеси з'ясовні з її точки зору. Не можна розглядати тільки корозійно-механічний знос гільз без врахування інших факторів.

Велика кількість робіт присвячена питанню вивчення абразивного зношування деталей машин і, зокрема, циліндрів двигунів. Абразивне зношування деталей ЦПГ викликається, в основному, частками мінерального походження, що проникають у циліндр разом з повітрям. Максимальний знос знаходиться у верхній частині гільзи, сильно зношується верхнє компресійне кільце і канавка під нього в поршні.

Автор роботи докладно розглядає процес абразивного зношування циліндрів автомобільних двигунів, вплив концентрації пилу, її грануляції на процес зносу циліндрів, дає розрахункові формули зносу циліндра по утворюючої, показує механізм здрибнювання часточок пилу між поршнем і циліндром при русі поршня і вплив її грануляції на знос. При влученні пилу в масло максимальний знос спостерігається в нижній і середній частинах циліндра.

Молекулярно-механічний знос і мікросхоплювання поверхонь кільця і циліндра спостерігається при недостатнім змащенні верхньої зони циліндра, тобто при недопрацьованій конструкції двигуна. Корозійно-механічний знос спостерігається при порушенні теплового режиму двигуна. Абразивний знос є наслідком поганого очищення повітря, недостатнього ущільнення картера і для нормальної експлуатації повинний бути усунутий.

Для сучасних двигунів автомобілів, ретельно спроектованих та експлуатованих при строгому дотриманні температурного режиму застосування високоякісних мастил і могутньої системи їхнього очищення жоден з розглянутих видів зносу гільз циліндрів не може бути домінуючим.

Аналіз епюр зносу гільз циліндрів по твірній показує наявність яскраво вираженого максимуму у верхній частині, у зоні між ВМТ (Рис. 1.1) першого і другого компресійного кільця.

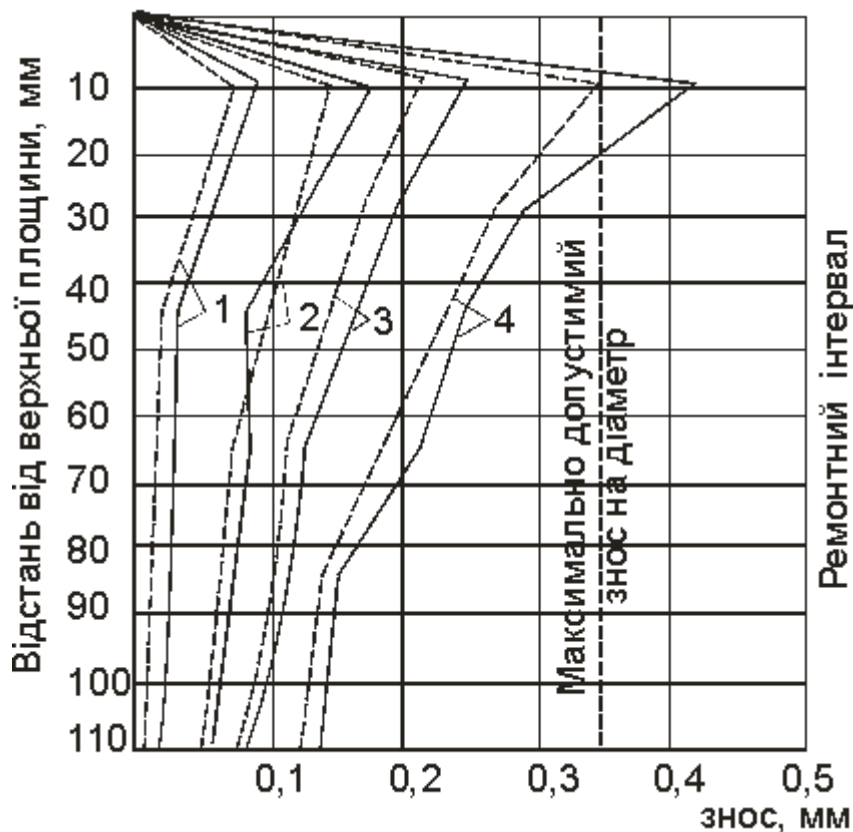


Рис. 1.1. Епюри зносу гільз циліндрів двигунів по висоті (суцільними лініями показано знос перпендикулярно осі блоку; штрихпунктирними – паралельно осі): 1 – 25000 км; 2 – 60000 км; 3 – 80000 км; 4 – 120000 км.

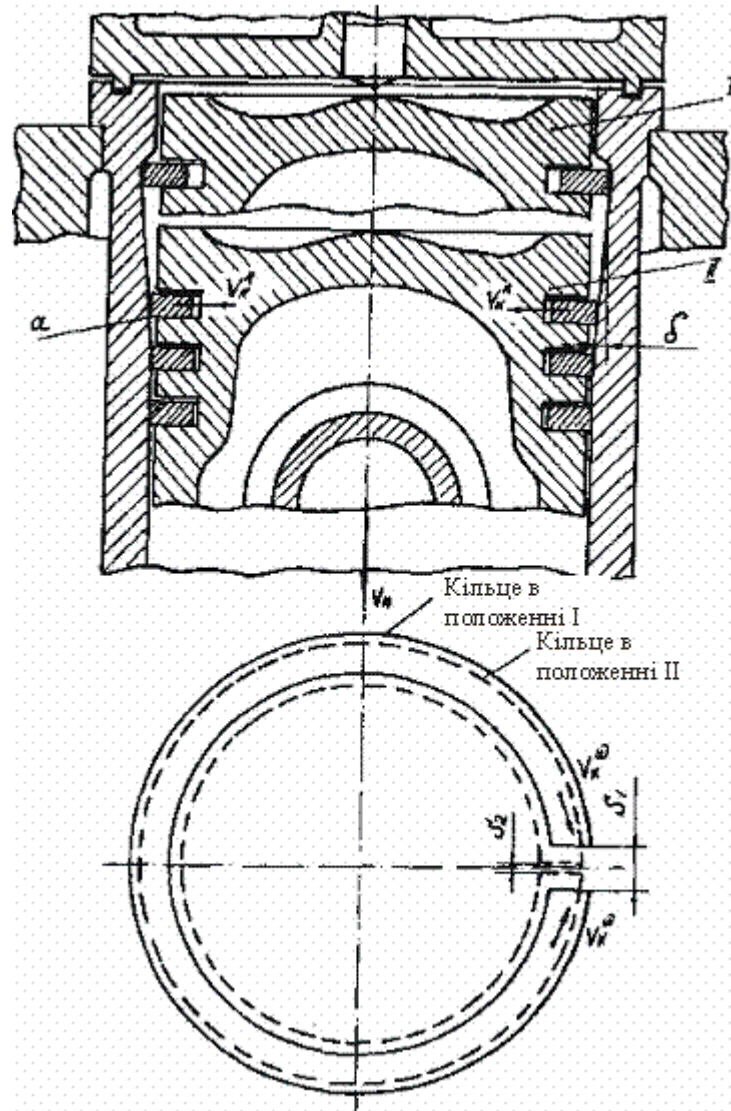


Рис. 1.2. Робота поршневих кілець у зношеному циліндрі

Хімічні плівки міцно зв'язані з металевою підкладкою і при їхньому видаленні неминуче ушкодження поверхні. З підвищенням температури хімічні плівки стають товщими і руйнуються тільки при досягненні точки плавлення. Усі плівки здатні до саморегенерації, якщо зберігаються зовнішні умови тертя.

Для оцінки здатності мастильної дії граничних масляних шарів введено поняття маслянистості, під яким мається на увазі здатність мастильної речовини забезпечувати мастильну дію в умовах, коли прошарок змащення досить тонкий і його дія визначається не тільки в'язкістю.

Адсорбційні плівки створюються на металевій поверхні в основному під дією сил Ван-дер-Ваальса. При цьому утворюються шари щільно розташованих полярно-активних вуглеводнів. Ці молекули спрямовані перпендикулярно до поверхні і звернені до неї полярними групами $COOH$, та іншими. До полярних

сполучень, що входять до складу моторних масел, відносяться органічні кислоти, спирти, ефіри, смоли, сірчисті сполуки й ін. Вуглеводнева основа мінеральних масел не містить сполук, здатних до адсорбційного ефекту, крім тих, що збереглися в результаті недоочищення масла при його виробництві. Однак у результаті старіння масла в процесі роботи двигуна в ньому утворюються сполуки, що є матеріалом для побудови граничних шарів. Це явище одержало назву припрацювання масла і пояснює кращі мастильні властивості припрацьованого масла, ніж свіжого.

При стиску граничні шари з поверхнево-орієнтовними молекулами можуть витримувати тиск, що досягає тисячі МПа. Однак ці шари легко руйнуються при досягненні температури десорбції. Над орієнтованими молекулами розташовані і гранична плівка, що різко відокремлюється від цих молекул.

Існує точка зору про наявність у граничних плівках твердоподібних, структурованих і дифузійних частин.

Крім структури, на властивість граничних шарів і їхнє поведження при терті впливає об'ємний просторовий заряд. Виникаючий при контакті діелектрика (мастильної речовини) з поверхнею твердого тіла об'ємний просторовий заряд проникає на значну глибину, до декількох мікрометрів. Заряд визначає особливі електричні властивості граничних шарів, зокрема їхню високу провідність. Таким чином, при граничному змащенні запобігається нагромадження на поверхнях тертя статичного заряду, руйнівна дія якого може бути дуже значним.

Електромагнітна природа граничних шарів є причиною того, що в поверхнях тертя зосереджені заряди одного знаку. У результаті цього при стиску повинно спостерігатися зростання опору в міру зменшення товщини граничних шарів. Це є наслідком збільшення щільності об'ємних просторових зарядів. У таких системах тангенціальні зсуви здійснюються дуже легко, і механізм їхньої дії зв'язаний з кулонівськими силами відштовхування, що виникають при зближенні.

Гіпотеза про доменну структуру й особливі електричні властивості

граничних шарів дозволяє не тільки усунути протиріччя між теорією й експериментом і одержати критерій мастильної здатності, але і дати строге пояснення ряду інших; обставин: різному поводженню граничного мащення при терті ковзання і кочення, впливу поверхнево-активних речовин (ПАР), що вводяться в мастило, ролі і значенню трибоелектричних струмів і т.п.

Сучасні методи дослідження (у першу чергу, електронна мікроскопія) дозволили установити, що вторинні структури метастабільні, мають ультрадисперсну орієнтовану будову, екранують вихідний матеріал від механічних і фізико-хімічних впливів. Товщина вторинних структур на поверхні металів коливається при комірчастій структурі в межах 0,02...0,16 мкм. Процес утворення і руйнування ВР носить випадковий характер. Порушення динамічної рівноваги процесу утворення і руйнування ВР приводить до того, що в поверхневому шарі не встигають протікати процеси, необхідні для створення нових ВР, і підповерхневий шар починає руйнуватися. Це приводить до зростання темпу зношування сполучених поверхонь до патологічних процесів зношування.

Масла з різним ступенем активності формують на поверхнях тертя самогенеровані органічні плівки (СОП).

Процес масляного збіднення завжди супроводжується несталім процесом, що полягає в періодичних коливаннях у товщині мастильного шару. Перехід від режиму приробляння до режиму масляного голодування супроводжується зменшенням товщини мастильного шару. Спостерігається істотне збільшення його товщини в період, що безпосередньо випереджає руйнування мастильного шару. Руйнування плівки змащення відбувається дуже різко і за дуже короткий проміжок часу. У момент руйнування мастильного шару коефіцієнт тертя між контактними поверхнями зменшується, що зв'язано з інтенсивним тепловиділенням, що приводить до розм'якшення матеріалу в місцях мікроставів, де здійснюється гідродинамічний режим змащення. У точках реверса товщина мастильного шару не дорівнює нулю.

При створенні поверхонь з перемінними фізико-механічними властивостями важливе забезпечення заданої первинної структури матричного матеріалу в кожній точці робочої поверхні, здатної створювати необхідні умови

стійкого існування вторинних структур при протікаючих у цій точці специфічних її процесів зовнішнього тертя (при конкретних температурах, швидкостях і тисках тертя).

Двигуни серії СМД являють собою базову модель чотирьохтактних шестициліндрових дизелів. Циліндри розташовані в два ряди з кутом розвалу блоків 90° , відношення ходу поршня до діаметру циліндра невелике (менше за 1).

Камера згоряння відкритого типу виконана в поршні, внаслідок чого досягнуто економічність двигуна. Необхідне для ефективного сумішоутворення обертальний рух повітря в циліндрах створюється спеціальними ширмами в горловинах впускних клапанів.

Двигуни оснащені газотурбінним наддувом, котрий є елементом конструкції.

На двигуні СМД встановлені з'ємні гільзи циліндрів, які виготовлені з сірого чавуну. Внутрішню поверхню гільзи ретельно оброблюють до чистоти не нижче 9-го класу. На цій поверхні не допускаються риски та подряпини. Елепсність та конусність нової гільзи не повинні перевищувати 0,02 мм.

Зазор між гільзою та блок-картером в верхньому та нижньому поясах 0,05...0,13 мм.

При затягуванні головки циліндрів гільза щільно притискується до блок-картеру, завдяки чому верхній торець фланця виступає над площиною блок-картера на 0,06...0,16 мм.

Нижній кінець гільзи може вільно рухатись в осьовому напрямку, що компенсує різницю в подовженні гільзи та блок-картеру при їх нагріву та запобігає надлишковому термічному напруженню в конструкції.

Для того, щоб зазор між поршнем та гільзою на новому двигуні було витримано у вузьких межах, які потрібно забезпечити допусками на механічну обробку, готові гільзи по внутрішньому діаметру сортують на дві розмірні групи і проводять маркірування (позиція 1 рис. 1.3).

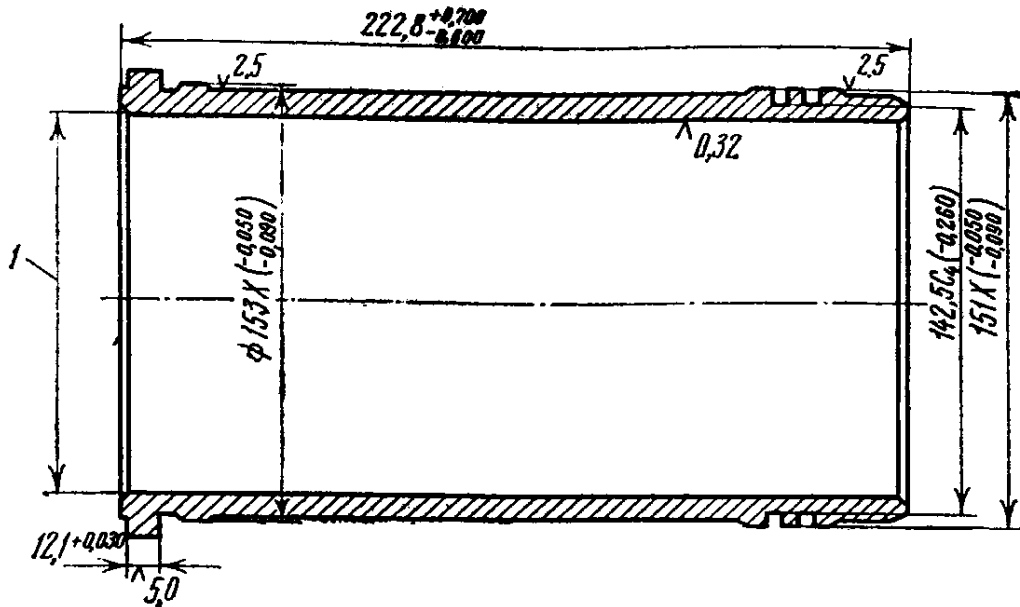


Рис 1.3. Робоче креслення гільзи циліндрів двигуна СМД

Таблиця 1.3. Маркірування гільз

Позначення групи	Внутрішній діаметр, мм
Б	130 ^{+0,04} _{+0,02}
М	130 ^{+0,02} _{+0,00}

Поршень, робоче креслення якого наведено на рис. 1.4, виготовлено із алюмінієвого сплаву АЛ-25 (рис 1.4), з підвищеним вмістом кремнію (біля 13%), який надає сплаву жаростійкість та зменшує величину коефіцієнта лінійного подовження. Остання властивість дозволяє зменшити зазор між поршнем та гільзою циліндра. Твердість поршня після термічної обробки НВ 90...130.

В циліндричній частині поршня розрізняють верхню ущільнюючу частину з канавками для поршневих кілець та нижню направляючу, яка ковзається по дзеркалу циліндра.

Три верхні кільцеві канавки трапецієвидного розрізу призначені для встановлення компресійних кілець, четверта канавка прямокутного розрізу для маслоз'ємного кільця.

Верхнє поршневе кільце виготовляють з високоміцного чавуну з кульковим графітом, а його циліндричну поверхню піддають пористому

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Проаналізувавши технічна характеристика та умови роботи двигунів було поставлено такі завдання.

В другому розділі розглянути особливості процесу електрохімічного-механічного припрацювання та лінійного зносу циліндро-поршневої групи.

В третьому розділі провести модернізацію стенда для обкатки дизельного двигуна. Навести методику проведення стендових випробувань.

В четвертому розділі провести дослідження процесу тертя поверхні поршневих кілець.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Дослідження особливостей процесу ЕХМП

Дослідження особливостей процесу ЕХМП проводилося на фрикційній машині SMC-2. Прикладні схеми дослідження представлені на рисунку 2.1. Застосування цих схем дозволило вивчити вплив тиску пари тертя, швидкість взаємного руху, режим змащення.

У роликових, кільцево-подушечних схемах для закріплення колодки використовувався стандартний оправка. Ізоляція колодки від маси фрикційної машини SMC-2 здійснювалася за допомогою текстолітового втулки, вдавненого в розточувальний отвір цієї оправки. Струм подавався на ролик через масу, а на колодку - через оправку.

Електрохімічне і механічне випалювання (тонка настройка) дозволяє знизити вимоги до якості запчастин, збільшити ресурс двигуна і знизити витрати на обкатку. Розробка методу передмонтажної тонкої настройки чавунних і хромованих кілець дозволить підвищити якість ремонту. Виходячи з вищесказаного, виникає необхідність розробки методу передремонтної обробки чавунних і хромованих кілець і уточнення технології сполучення поршневих кілець ЕХМП - гільзи циліндрів.

Дослідження в кільцевих і кільцево-кільцевих схемах проводилося за допомогою спеціальних оправок, які дозволяють фіксувати поршневі кільця на валах СМЦ-2 і подавати на них струм (рис. 2.2.).

Раніше кільце встановлювалося в калібрі номінального діаметра. У стисле кільце вставлялася опорна шайба, діаметр виступу якої дорівнював внутрішньому діаметру кільця.

Кільця в оправці фіксувалися стискаючою шайбою 2 і опорною шайбою 1 з затягуючими болтами з гайками 5.

Оправлення з кільцем потім знімали з калібру і встановлювали на вал фрикційної машини. Радіальним биттям кільця керувала головка індикатора з точністю до 0,01 мм.

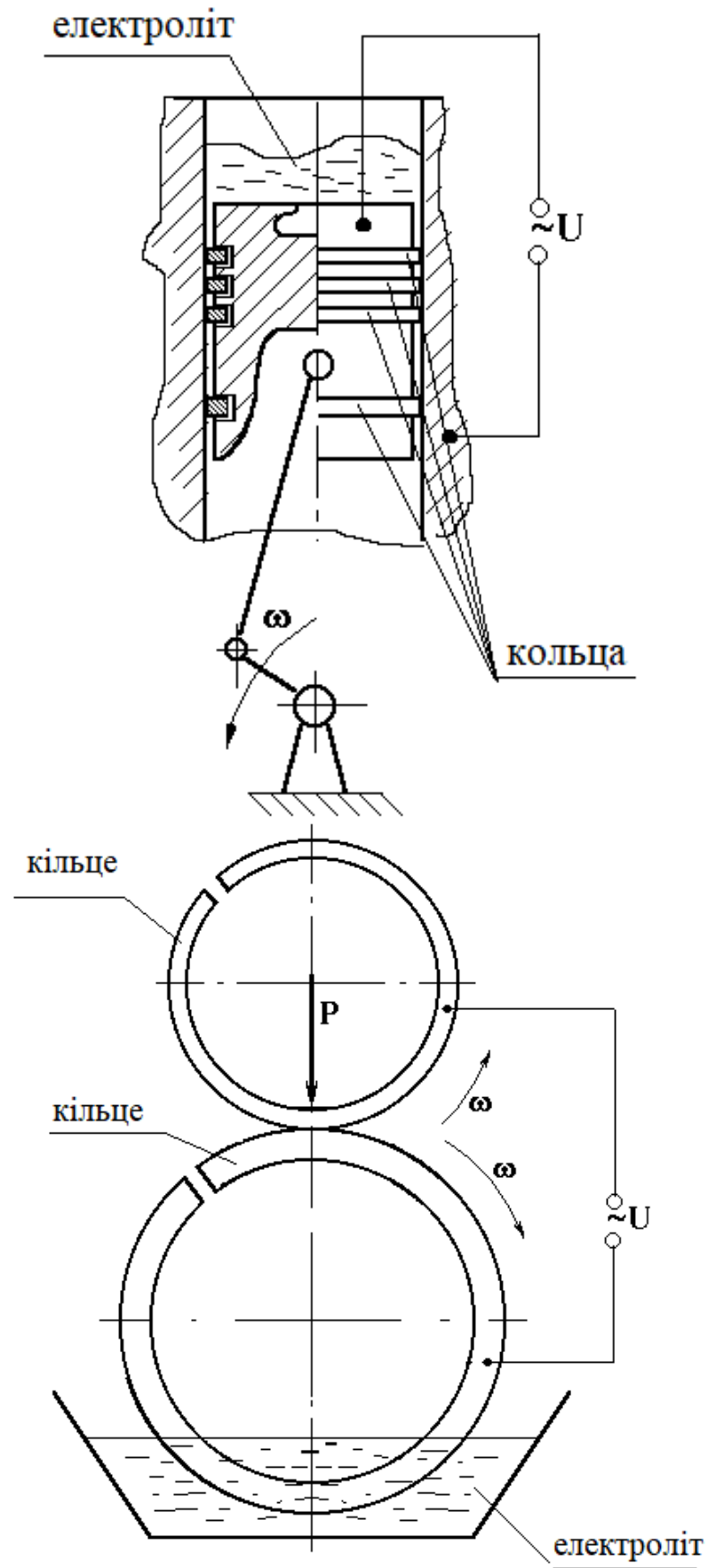


Рис. 2.1. Схеми дослідження.

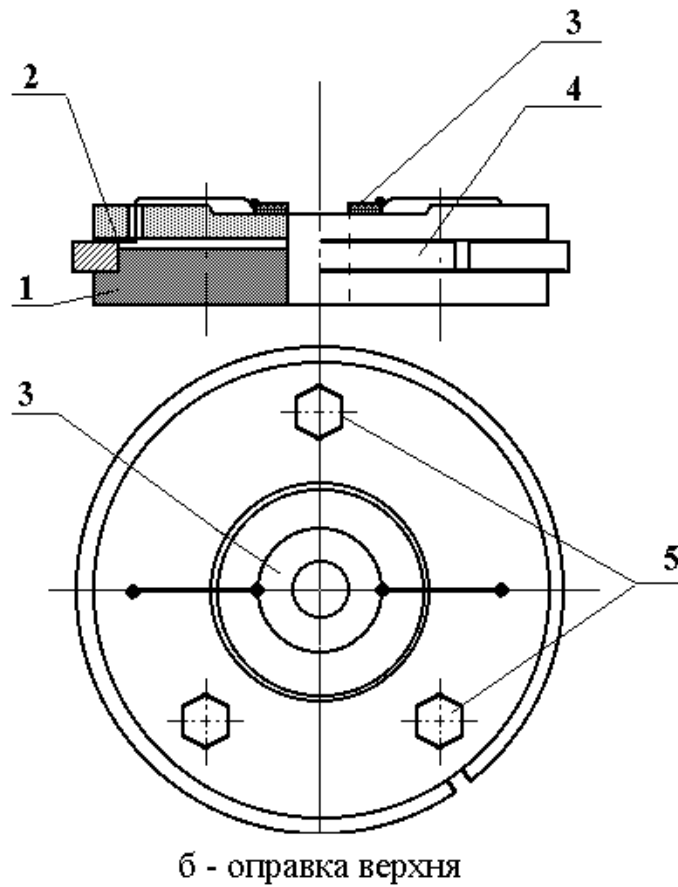
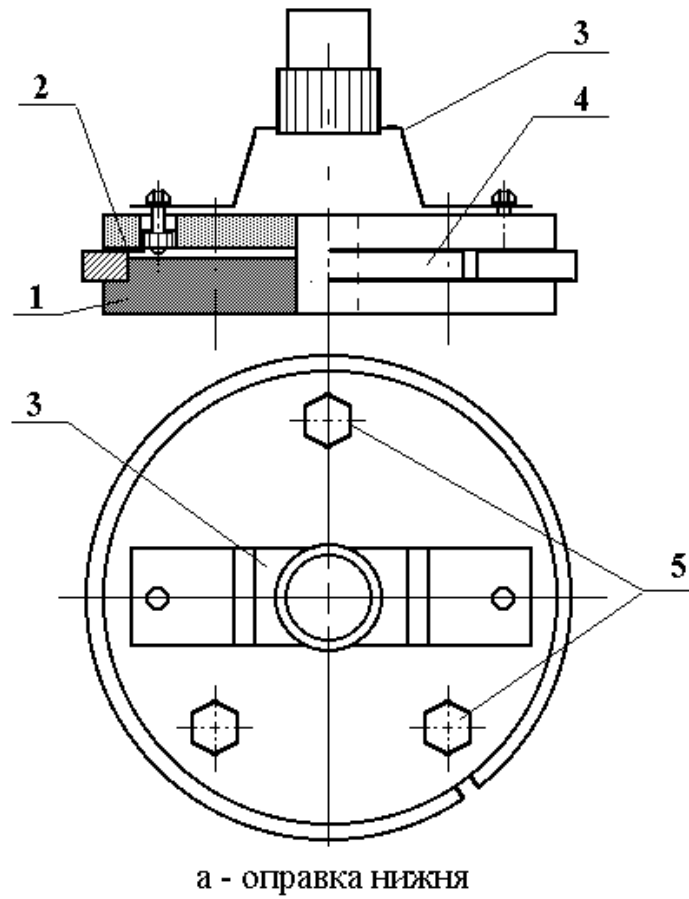


Рис. 2.2. Оправки для кілець:

1 - опорна шайба; 2 - шайба; 3 - подача струму; 4 - поршневе кільце; 5 - затягування болтів гайками

Подача струму на обертові кільця здійснювалася за схемою, наведеною на рисунку 2.3.

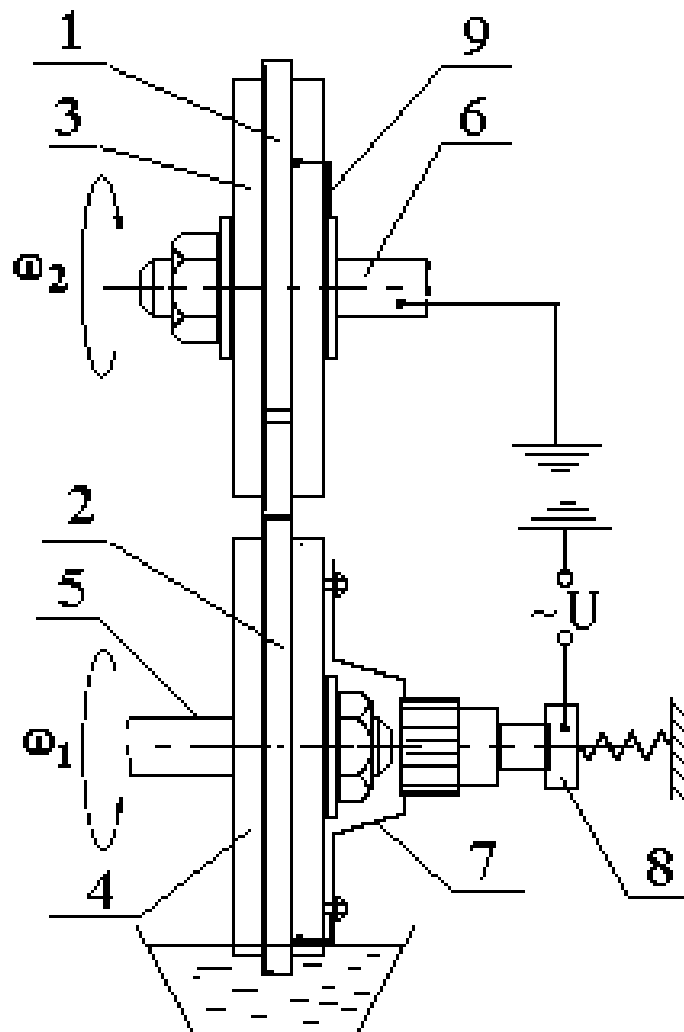


Рис. 2.3. подача струму в ланцюзі 6 - кільце за кільцем:

1 - верхнє кільце; 2 - нижнє кільце; 3 - верхня оправка; 4 - нижня оправка; 5 - нижній вал SMC - 2; 6 - верхній вал SMC-2; 7 - нижня подача струму; 8 - мідно-графітова щітка; 9 - верхня подача струму.

Для подачі струму на нижнє кільце 2 використовувалася підпружинена мідна графітова щітка 8. Верхнє кільце 1 було закрито через масу СМЦ-2.

Струм в ланцюзі регулювався лабораторним трансформатором (ЛАТРА). Контролювалися параметри струму: напруга - приладом Sch4313, струм - амперметри D - 566, с. 0,2; Клас E514 0,5 (рис. 2.4.)

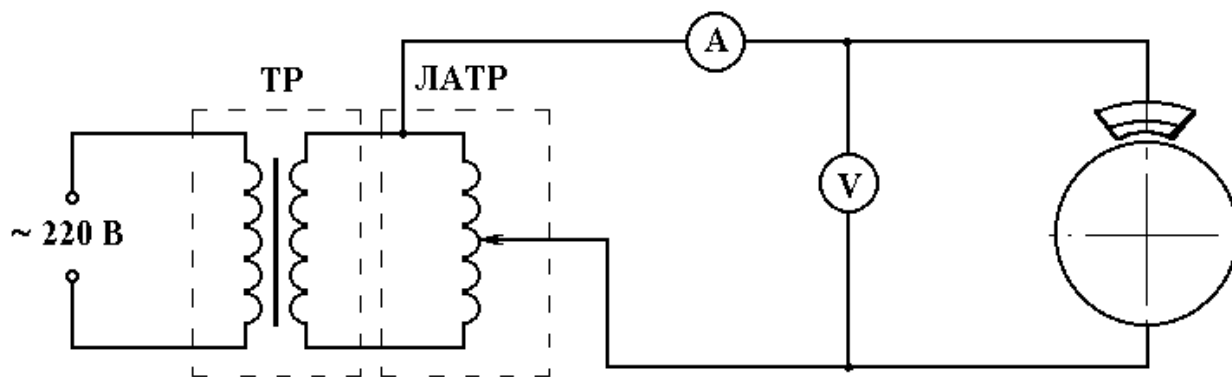


Рис. 2.4. Поточна схема підключення.

У розрахунках використовувалися такі електрохімічні еквіваленти металів: мідь (двовалентна) $g_{Cu^{2+}} = 1,186 \text{ г/А} \cdot \text{г}$; хром (тривалентний) $g_{Cr^{3+}} = 0,647 \text{ г/А} \cdot \text{г}$; залізо (двовалентне) $g_{Fe^{2+}} = 1,0416 \text{ г/А} \cdot \text{год}$.

У водних розчинах використовувалися хлорид натрію, хлорид натрію ВНР, азотна нітрат натрію СДА і нітрат натрію СДА.

Концентрація солей виражалася в масових відсотках. Підготовка електролітів здійснювалася за методикою.

Основними досліджуваними електролітами були:

- 1) суміш гліцерину з 20% водним розчином NaCl в співвідношенні чотирьох об'ємних частин гліцерину і однієї об'ємної частини розчину хлориду натрію.

Приготування одного літра електроліту 1, 2 або 3 здійснювалося наступним чином. У 40 г солі додавали дистильовану воду загальним об'ємом 200 мл, додавали в розчин 800 мл гліцерину і ретельно перемішували суміш.

У тих випадках, коли була визначена оптимальна динамічна в'язкість електролітів, крім трьох основних, використовувалися і інші, що відрізняються від даних вмістом гліцерину.

У дослідженнях, проведених на фрикційній машині SMC-2, для зниження навантаження на зразки поворотна бабка машини оснащувалася спеціальним важелем. Важіль врівноважувався при відсутності радіального навантаження. Встановлення необхідного навантаження здійснювалося шляхом підвішування навантажень на важіль.

Зношування визначалися втратою ваги шляхом зважування на аналітичному балансі WA-31 з точністю вимірювання 0,1 мг.

Область контактної плями на колодці була скопійована в кальку. Отриманий контур вирізали так, щоб лінія зрізу проходила по внутрішній стороні контуру. Вирізаний відбиток був зважений за шкалою WA-31 з точністю до 0,1 мг. Масу відбитка калібрували на площі^{мм²}, а площа визначали рівнянням калібрувального графа:

$$y = 23,15x + 1,16, \quad (2.1)$$

Вплив режимів ЕХМП на шорсткість поверхні було встановлено за допомогою профілограм, взятих на моделі 201 профілограф-профілометр. За профілограмами визначалися висотні, ступінчасті і конструкційні параметри (ГОСТ 2789-73).

Ролики зі сталі 40Х становили від 73, Ø75 до 73, 84 мм. Чавунні накладки Ø110 і 120 мм вирізалися з циліндрових вкладишів відповідних діаметрів.

Дослідження в схемах кільце-колодязь, ролик-кільце, кільце-кільце проводилися з використанням чавунних поршневих кілець Ø110 і 120 мм.

Підготовка зразків до дослідження полягала в шліфуванні робочих поверхонь роликів і колодок на дрібної наждачному папері. На кільцях були очищені всі поверхні, крім бічних. Після подрібнення зразки промивали дистильованою водою, сушили фільтрувальним папером, протирали етиловим спиртом і висушували повністю.

Дослідження особливостей випалювання з'єднань чавунних кілець (схема б - кільце-кільце) проводилися з осцилографуванням процесу на триканальному реєстраторі Н327-3. На одному каналі фіксувалася напруга, на іншому - сила струму, а маркер події фіксував проходження точки максимального удару кільця за кожен оборот вала.

Момент тертя від фрикційної машини SMC-2 зчитувався на конструкторі залежностей графа Н-306.

Таблиця 2.1. Контроль факторів і реакцій в проведеному

Фактор, відгук	Найменування приладів, устаткування, інструменту	Клас гріха
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
Напруженість	Пристрій SCH4313	1,5
	Пристрій Р-4315 (0...10 В)	
	Швидкодіючий самозаписувальний пристрій НЗ27-3 (0,02...5 В/см)	2,4%
	Трансформатор ТС-1,5/0,5 Лабораторний трансформатор ЛАТР-3А	
Навантаження	Фрикційна машина SMC-2 (ваги 3-го класу, 0,375...3,75 кгс)	3 кл.
	Динамометр ДОСМ-3-02, 0...200 кгс	
Настав час	Секундомір SOS пр 26-2 (0...60 с, 0...60 хв)	±0,3 с
Швидкість	Тахометр РМ10Р, 0...10 тис.	±1 хв-1
	Фрикційна машина SMC-2	±10%
Масового	Аналітична шкала WA-31 (0...200 г)	0,1 мг
Ритм ролік, конусності	Штатив 6СТ ГОСТ 10197-70, головка індикатор вимірювальна пружина типу ІПІГ ГОСТ 6933-72	0,001 мм
Крутний момент тертя	Фрикційна машина SMC-2 (0...150 кгс• див.), побудувати графіків залежностей НЗ06	5%
Мікрошорсткість	Модель профілометр-профілограф С-201	10%

2.2 Лінійного зносу циліндро-поршневої групи

Перевірку відповідності параметрів деталей циліндро-поршневої групи двигунів СМД60, СМД-62 технічним вимогам проводимо згідно ГОСТ 18509-88 у місцях показаних на рис. 2.5 і 2.6.

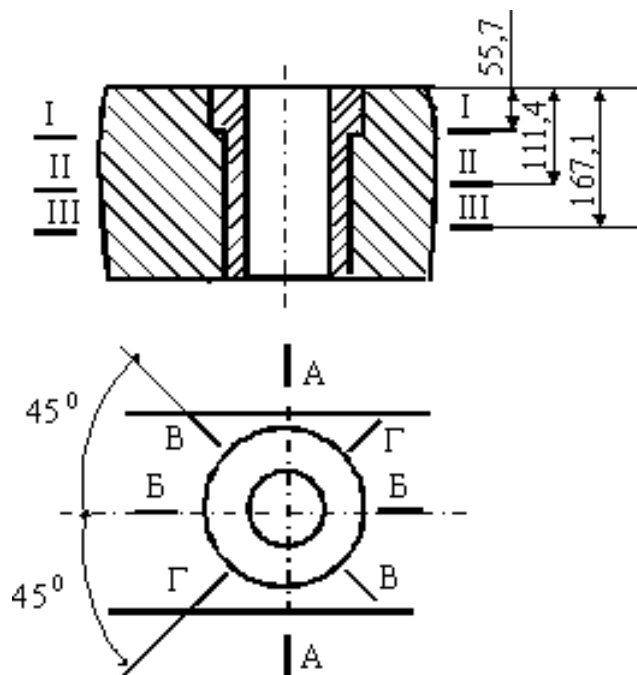


Рис. 2.5. Схема розміщення місць вимірювання діаметра внутрішньої поверхні гільзи циліндрів двигуна.

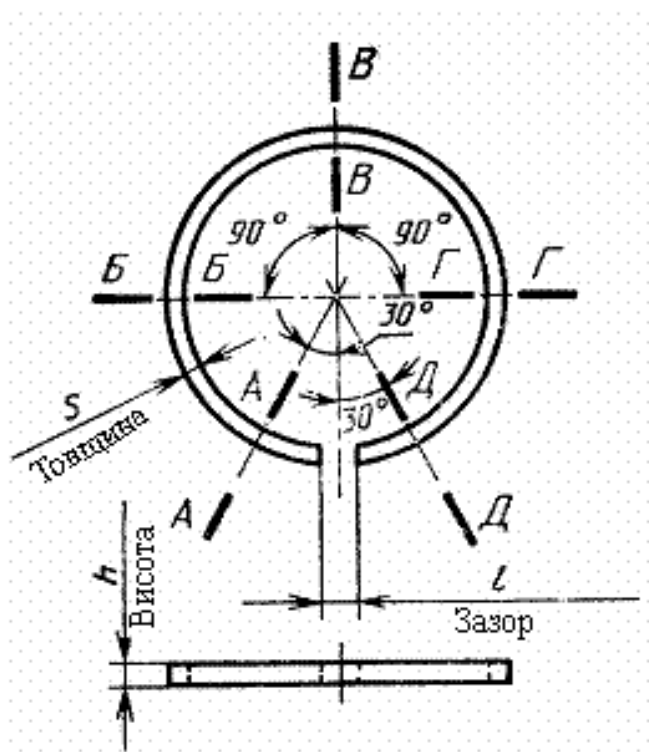


Рис. 2.6. Схема розміщення місць вимірювання поршневих кілець

2.3 Кількість продуктів спрацювання у маслі

Відбір масла виконувався за допомогою пристрою, схема якого подана на рис 2.7. Пристрій складається з корпусу з вмонтованими датчиками температури і тиску масла, заливної лійки з патрубком, напірного клапана з

відвідною трубою для відбору проб масла (рис. 2.9). Проби масла відбирали у фарфорові тиглі в кількості 20 г через кожні 20 хв. випробувань.

На початку і в кінці випробувань відбиралися по три проби. Концентрація “заліза” (продуктів спрацювання) у пробі визначалася методом хімічного аналізу.

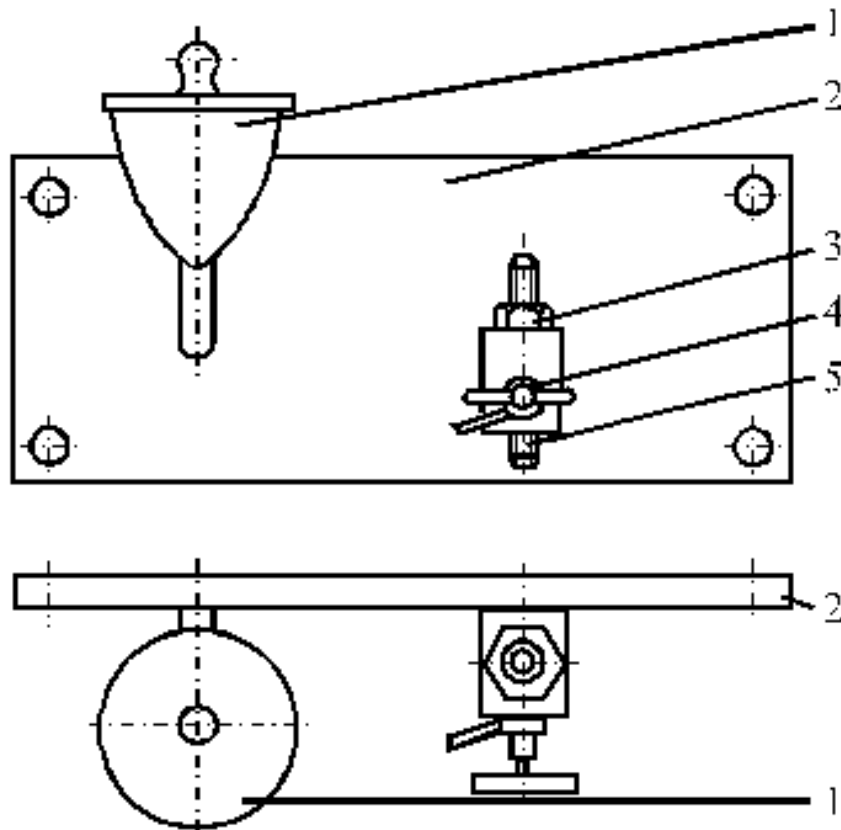


Рис. 2.7 Схема пристрою для відбору масла з головної масляної магістралі: 1 – заливна горловина; 2 – плита; 3 – датчик температури масла; 4 – запірний кран з трубкою; 5 – штуцер для вимірювання тиску масла.

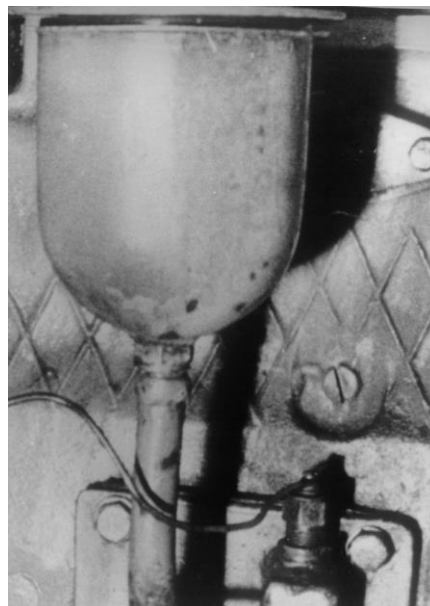


Рис. 2.8 Пристрій для відбору масла з головної масляної магістралі.

2.4 Математична обробка експериментальних даних

Середні величини в експериментальних дослідженнях визначали за виразом:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i k_i}{\sum k_i}, \quad (2.2)$$

Середньоквадратичне відхилення вимірювальної величини від середнього значення дорівнює:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 k_i}{\sum k_i} - \bar{x}^2}, \quad (2.3)$$

Відповідно дисперсія розподілення вимірювальної визначається за виразом:

$$D = \sigma_x^2 = \frac{\sum x_i^2 k_i}{\sum k_i} - \bar{x}^2. \quad (2.4)$$

Коефіцієнт варіації підраховується за співвідношенням:

$$V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \cdot 100\%. \quad (2.5)$$

Математичну обробку даних експериментальних досліджень проводили у відповідності до методики викладеної в роботі з використанням пакетів прикладних програм на ЕОМ, та застосуванням методів статистики.

При виявленні закону розподілу вимірювальної величини довірна імовірність дорівнювала $\alpha_0 = 0,95$ і кількості вимірювань – N .

Значення відносної похибки обчислювали за виразом:

$$E_\alpha^0 = \frac{\Delta_\alpha^B - \bar{\Delta}}{\Delta - \Delta_{3M}} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

Верхню довірчу межу середнього значення показника визначали за формулами відповідно для закону нормального розподілу (ЗНР) і для розподілу Вейбулла (ЗРВ):

-для ЗНР:

$$\bar{\Delta}_{\alpha}^k = \bar{\Delta} + \Delta_{\alpha} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (2.7)$$

-для ВРВ:

$$\bar{\Delta}_{\alpha}^k = (\bar{\Delta} - \Delta_{zm}) \sqrt[k]{r_1} + \Delta_{zm}, \quad (2.8)$$

Якщо в результат математико-статистичної обробки результатів експериментів відносна похибка перевищувала 10%, то визначали необхідну кількість експериментів за методикою.

Обробка та аналіз результатів експериментів виконували на ПЕОМ методами математичної статистики з використанням пакетів прикладних програм (STATISTICA, STATGRAFICS Plus 3.0, Mathcad 2001 Professional, EXEL).

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Стенд для обкатки дизельного двигуна

Випробування двигунів СМД-60 і СМД-62 проводили на стенді КИ-1368В. Загальний вигляд стенду наведено на рис. 3.1. Стенд – балансирний, асинхронний з фазовим ротором.

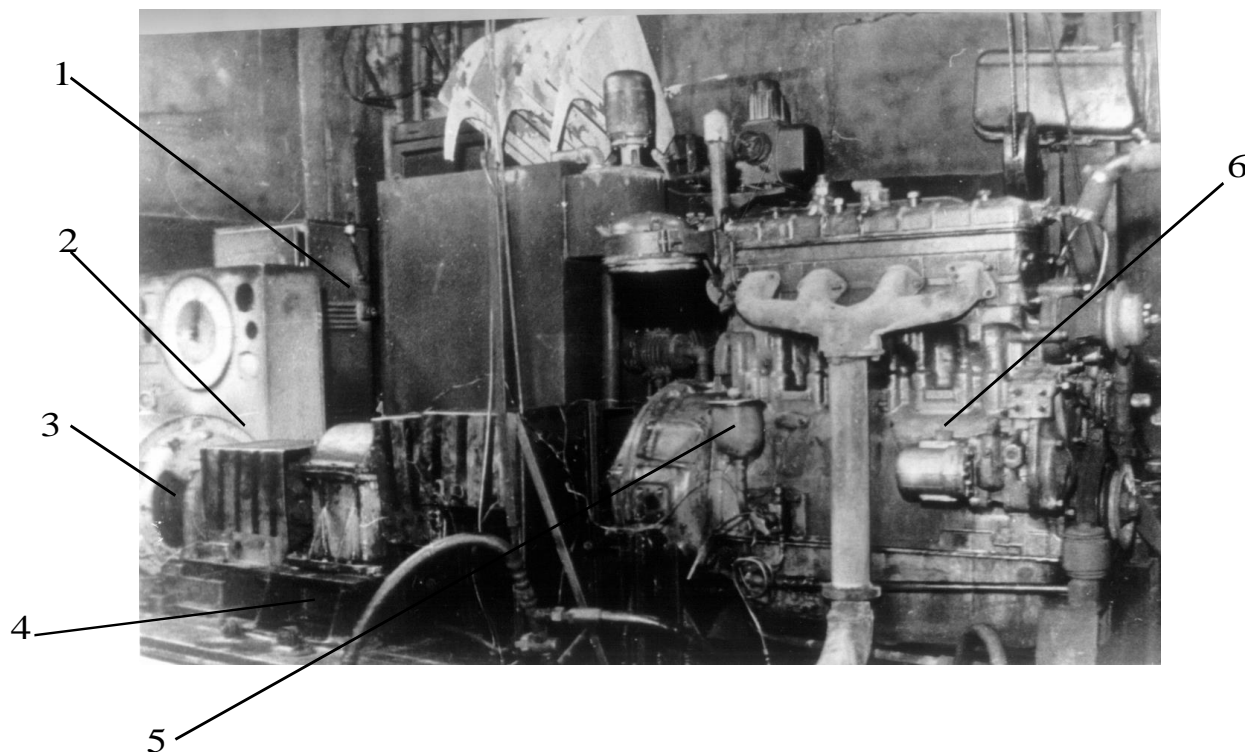


Рис. 3.1 Загальний вигляд обкаточно-гальмівного стенду КИ-1368В:
1 – пульт керування; 2 – вимірювальні пристрої; 3 – електродвигун; 4 – станина;
5 – пристрій для відбору масла; 6 – двигун, що підлягає обкатці.

Основні технічні характеристики обкаточно-гальмівного стенду КИ-1368В наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Технічна характеристика обкаточно-гальмівного стенду КИ-1368В

Технічні характеристики	Значення характеристик
Потужність, кВт	37
Швидкість обертання ротора, об/с	17
Регулювання швидкості і обертання ротора електромашини в режимі електродвигуна безступінчастого, об/с	8,3...16
Швидкість обертання ротора електромашини в гальмівному режимі, об/с	18,3...34,0
Найбільша гальмівна потужність стенда при швидкості обертання 200 об/хв., кВт	8,25
Тип регулюючого реостата	рідинний
Місткість бака, м ³	0,3
Тип пристрою для визначення гальмівного і крутного моментів	ваговий механізм маятникового типу
Найбільший гальмівний момент, вимірюваний ваговим механізмом, Н·м	490
Точність визначення потужності двигуна, що обкатується, %	3
Місткість бака для палива, м ³	0,1
Площа, яка необхідна для розміщення складальних одиниць стенду, мм	5750×5440
Маса, кг	2000

3.2 Методика проведення стендових випробувань

При стендових випробуваннях параметру двигунів реєструвалися згідно ГОСТ 18509-88 (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Параметри, які реєструвалися при випробуванні двигунів.

Параметр	Позначення	Похибка вимірювання не більше
Крутний момент, Н·м	M_k	$\pm 0.005 M_{k_{\max}}$
Частота обертання колінчастого валу, об/хв	n	$\pm 0.005 n_{\text{ном}}$, але не більше 10 об/хв
Витрата палива, кг/год	G_T	$\pm 0.005 G_{T_{\text{ном}}}$
Тиск масла у головній масляній магістралі, МПа	p'_M	± 0.02
Тиск палива на вході в паливний насос високого тиску, МПа	p_T	± 0.005
Температура охолоджувальної рідини перед виходом з дизеля, °С	$T'_{\text{жс}}$	± 2
Температура масла у піддоні, °С	T_M	± 2
Прорив газів у картер, л/хв		± 2
Витрата масла на вигорання, кг	G_M	$\pm 0,005 G_M$
Барометричний тиск, МПа		$\pm 0,001$
Відносна вологість повітря, %	$\varphi_{\text{ном}}$	± 3
Встановлений кут впорскування палива, град.	$\Theta_{\text{впр}}$	$\pm 1^\circ$

Оцінку значень параметрів двигунів при їх короткочасному випробуванні проводили наступним чином:

- крутний момент M_k , Н·м, за показниками шкали вагового механізму електромашини;
- ефективну потужність N_e , кВт, за виразом:

$$N_e = \frac{M_k \cdot n}{9550}, \quad (3.1)$$

- витрати палива, кг/год, за виразом:

$$G_n = 3,6 \cdot \frac{G_{\text{досл}}}{t}, \quad (3.2)$$

Питому витрату палива, кг/кВт·год, за виразом:

$$g_c = \frac{1000 \cdot G_n}{N_e} . \quad (3.3)$$

При стендових випробовуваннях були використана наступна застосовувалася така вимірювальна апаратура:

- тахометри для вимірювання частоти обертання колінчатого валу (ГОСТ 13082-71);
- ваги для визначення витрат палива і масла;
- манометри для вимірювання тиску у системі мащення, живлення і охолодження (ГОСТ 9933-81);
- психрометри для визначення вологості повітря (ГОСТ 6353-82);
- механічний секундомір для визначення тривалості прокручування колінчатого валу при пуску двигуна – тривалості витрат контрольних доз рідини і повітря (ГОСТ 5072-72).

3.3 Огляд пристосувань для випробування кілець

Чергування граничного та гідродинамічного режимів змащення здійснювалося за рахунок биття нижнього кільця, яке встановлювалося в межах 0,08... 0,12 мм. Частота обертання нижнього валу становила 300 хв^{-1} . Електроліт самопливом подавався на верхнє кільце. Кут неприлягання кілець до стінок циліндра масловідбивної шайби визначали за схемою, наведеною на рис. 2.2. Зона контакту кільця з масловідбивною шайбою освітлювалася світлом 25 Вт. джерело, розташоване на відстані 100 мм.

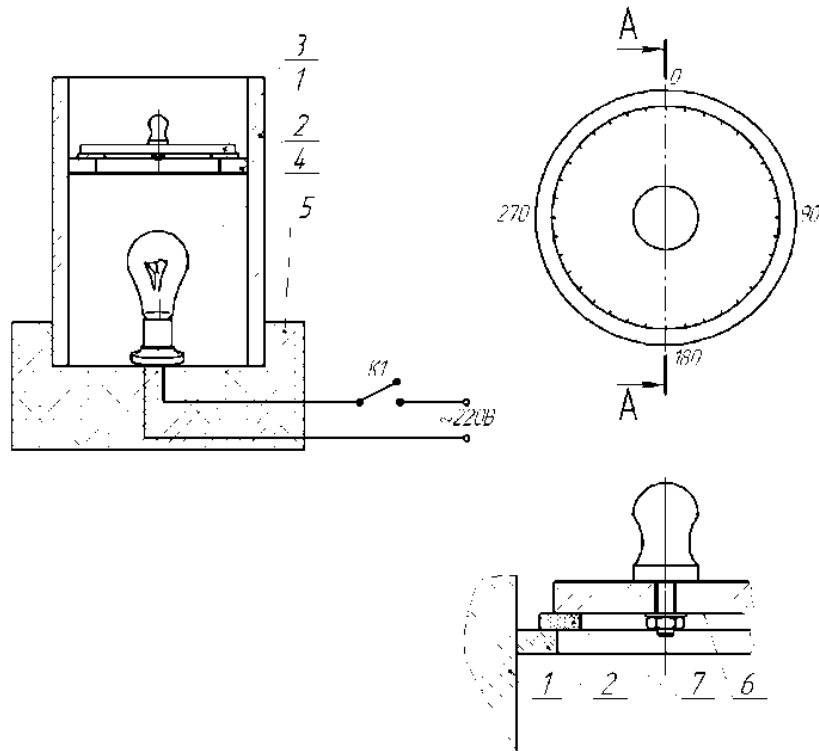


Рис. 2.2. Схема визначення кута розбіжності кілець:

а - прилад; б – екран: 1 – гільза; 2 - кільце; 3 – градуйована шкала; 4 – джерело світла; 5 – основа; 6 - непрозоре коло; 7 – пломба; 8 – ручка; K1 – перемикач

Загальний вигляд фіксуючих кілець для обкатки наведено на рис. 2.3. Робочі обойми використовували зі струмопроводом – на рис. 2.4. Тривалість експерименту 30 секунд. Кільце до і після обкатки перевіряли на зазор в матрасі омивача турбокомпресора за методикою ГОСТ 621-87. Кільце встановлено в масловідбивну шайбу і вирівняно по торцю. Потім кільце закривали спеціальною кришкою з нанесеною ступінчастою шкалою, за якою визначали межі зазору в градусах.

Відповіді процесу були обрані для зменшення дуги зазору та радіального зазору. Знаходження практичних значень радіальних зазорів проводили за допомогою мікроскопа МІГ-1 з поділкою шкали 0,01 мкм за методикою з урахуванням особливостей вимірювання зазорів щодо ГОСТ 621-87. Розташування просвіту та його величину вимірювали під мікроскопом при збільшенні $\times 56$. Для цього використовували градуйовану шкалу. Проведено вимірювання дуги просвіту та його меж у зонах початку та кінця просвіту та зонах максимального просвіту.

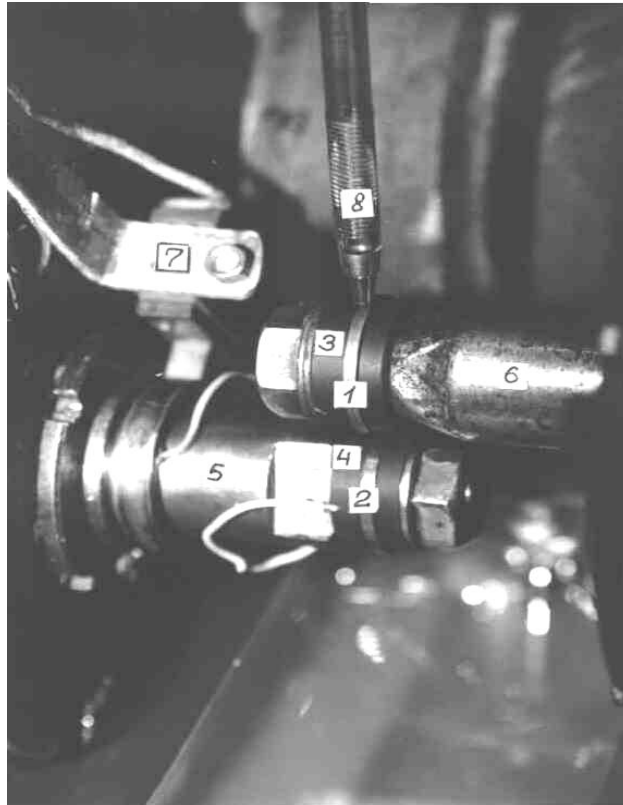


Рис. 2.3. Кріпильні кільця в обоймах на валах машини тертя СМК-2:

1 - верхнє кільце; 2 – нижнє кільце; 3 верхня робоча обойма; 4 – нижня робоча обойма; 5 – нижній вал СМК-2; 6 – верхній вал СМК-2; 7 – підведення струму; 8 – подача електроліту

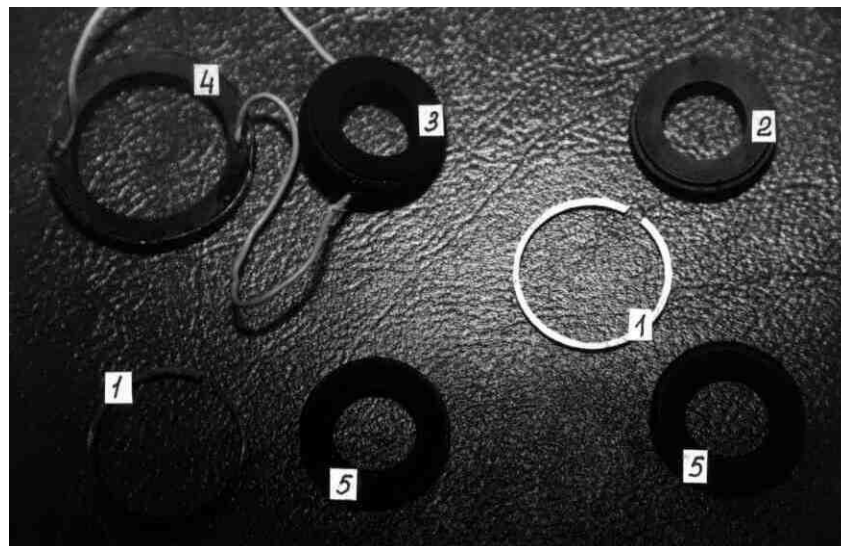


Рис. 2.4. У розібраному стані робочі обойми:

1 – кільце ущільнювача турбокомпресора; 2 – верхня робоча обойма; 3 – нижня робоча обойма; 4 – струмоприймач; 5 – затискна шайба обойм

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Послідовність дослідження

В даний час післяремонтний ресурс двигунів становить 30... 40% ресурсу нових. Це пов'язано з відхиленням від вимог технологічних процесів, низькою якістю обкатки і запасних частин ДВЗ, в першу чергу деталей ЦПГ. Збільшити ресурс двигуна, в умовах ремонтного виробництва, можна, оптимізувавши процес горіння основних інтерфейсів і за допомогою передремонтної точної настройки деталей.

Особливе значення вивчення питань випалювання, на думку Савченко Н. З., Кравця І. А. і Пронікова А. С., має особливе значення для ремонтного виробництва, де вузли і агрегати збираються з деталей з частковим зносом, відновлюються і нові.

Електрохімічне і механічне випалювання (тонка настройка) дозволяє знизити вимоги до якості запчастин, збільшити ресурс двигуна і знизити витрати на обкатку. Розробка способу передскладальної обробки чавунних і хромованих кілець дозволить підвищити якість ремонту. Виходячи з усього вищесказаного, виникає необхідність розробки методу попереднього ремонту обробки чавунними і хромованими кільцями.

Дослідження особливостей вигорання кілець проводилося за схемою 4, представленої на рисунку 4. 1., в розчині NaCl. Верхнє кільце - \varnothing 120 мм, нижнє - 110 мм. \varnothing Кільця чавунні з хвилинним конусом. Нижні кінці кілець встановлювалися в одній площині. Прослизання кілець забезпечувалося змінними шестернями поворотної бабки фрикційної машини SMC - 2 і різницею діаметрів кілець. У всіх експериментах було однаково -12,7%.

Чергування граничного і гідродинамічного режимів змащення здійснювалося за рахунок биття нижнього кільця, яке встановлювалося в межах - 0, 12 ... 0, 26 мм. Частота обертання нижнього вала СМЦ-2 становила 300 хв⁻¹.

Пара кілець для кожного експерименту підбиралася таким чином, щоб ширина пояса верхнього кільця приблизно дорівнювала ширині пояса нижнього кільця. Ремінь на кільцях вимірювався в п'яти точках по ГОСТ 7295-74 за

допомогою мікроскопа МБС-10 при збільшенні 56 х зі шкалою з ціною поділу 14 мкм.

Електроліт забезпечувався шляхом самостійного захоплення нижньою оправкою разом з кільцем.

Час проведення експерименту становить -15 р. Масовий знос визначався за вищевказаною методикою.

Кільця до і після експерименту перевірялися на просвіт в калібрах за методом ГОСТ 621-87. Для визначення просвіту кілець використовувалися два калібру 110 і 120 мм. Кільце вставлялося в калібр за допомогою поршня відповідного діаметру. Він був опущений до першого кільця, попередньо встановленого на поршень. Це дозволило усунути перекося кільця і розмістити його в одному і тому ж місці щодо верхнього плеча калібру. Потім кільце закривали спеціальною кришкою з нанесеною градусною шкалою, використовуваної для визначення меж просвіту в градусах.Ø

Площа контакту кільця з калібром висвітлювалася джерелом світла потужністю 25 Вт, розташованим на відстані 100 мм. Навантаження в парі становила 19, 62 Н.

Електроліт складався з суміші гліцерину і водного розчину хлориду натрію відповідного складу.

Технологічні випробування вдосконаленої технології циліндропоршневої групи ЕХМП на розгорнутому двигуні проводилися з установкою поршневих кілець, що мають початкове зчеплення з дзеркалом гільзи циліндра.

Електроліт входив в зону тертя деталей ЦПГ самопливом, а підшипники ковзання подавалися під тиском 0, 2 ... 0,3 МПа. У кожен циліндр двигуна Д - 240 No02 наливається 0, 25 л електроліту. Для цього двигун збирали за стандартною технологією. На ньому був встановлений технологічний піддон, замість головки блоку циліндрів - оправка, яка перешкоджала витоку електроліту. Колінвал обертався з частотою $n = 120 \dots 150 \text{ хв}^{-1}$. Струм на деталі подавався за схемою шатун - блок. Струм - 400 А. Час проведення - 3 хв.

Зміна геометричних розмірів деталей двигуна визначалося мікрометром згідно з рекомендаціями ГОСТ 18509-80. Крім того, вимірювалися маса і лінійні внески поршневих кілець.

Згодом двигун був додатково зібраний і проведені стендові випробування. Після муфти ЦПГ двигуна містять залишки електроліту. Цей електроліт виконує роль мастильної рідини. У зв'язку з тим, що після ЕХМП деталі піддавалися контролю, електроліт знімали, а при установці ЦПГ в гільзи, після контролю деталей, змочували моторним маслом.

Після стендових випробувань двигунів їх розібрали, щоб контролювати якість прогорання деталей. Деталі мили гарячими (60 ... 70°) розчин Лабоміду - 102 і висушений бавовняно-паперовою тканиною. Кіптяву, лак і смолисті наліт видаляли з поверхонь гумкою і, нарешті, протирали чистою ганчіркою.

Після мікрометрії і оцінки поверхонь поршневі кільця були вставлені на двигун і обкатані за стандартною технологією. Після обкатки і випробувань двигун Д-240 No 02.

Зменшені режими обкатки представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Вимоги до ресурсів за компонентами зменшені режими обкатки

Назва	Стадії			
	1	2	3	4
Холодна обкатка				
Частота обертання, хв-1	630...640	790...800	940...950	
Час, хв	4	3	3	
Обкатка на холостому ходу				
Частота обертання, хв-1	1200	1390...1400		
Час, хв	5	5		
Обкатка під навантаженням				
Навантаження, кгс	5	10	20	26
Частота обертання, хв-1	1620	1760	1950	2000
Час, хв	5	5	5	10

Для порівняння обкатки з використанням ЕХМП і без неї двигун Д-240 No 01 був обкатаний тільки за стандартною технологією. Основними критеріями оцінки обкатки були прорив газів в картер, ефективна потужність двигуна, питома витрата палива.

Обраними факторами були: процентний вміст хлориду натрію у воді (X_1), процентний вміст гліцерину (X_2) і напруга без навантаження (X_3). Основні рівні і діапазони представлені в таблиці 4. 1

Електроліт складався з суміші гліцерину і водного розчину хлориду натрію відповідного складу (див. Табл. 4.1).

Для експерименту була обрана матриця ортогонального планування з кількістю факторів, рівних 3 (табл. 4.3). 4.2).

Таблиця 4.2. Рівні факторів і інтервали варіацій

рівні факторів	Упл. Обозн.	X ₁ ,% дерну. NaCl	X ₂ ,% гліцерину натрію	X ₃ , напружений. хх., У, Н
Базовий рівень	0	15	80	4,0
Інтервал варіюється.	ΔCi	5	10	0,5
Верхній рівень	+1	20	90	4,5
Нижній рівень	-1	10	70	3,5
Верхній дзвінок: точка	+1,215	21,075	92,15	4,6075
Нижня зірка: точка	-1,215	8,925	67,85	3,3925

Рандомізація експериментів в матриці планування проводилася за допомогою таблиці випадкових чисел. Досліди проводилися в порядку збільшення чисел сьомої колонки зазначеної таблиці. Повторення експериментів потрійне.

Таблиця 4.3. Матриця планування ортогонального експерименту (k = 3)

№ опыта	X ₀	Фактичне планування			X ₁ ² - 0,73	X ₂ ² - 0,73	X ₃ ² - 0,73	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	Ран-домі-	
		X ₁	X ₂	X ₃							Закія	
1	+	+	+	+	0,27	0,27	0,27	+	+	+	58	12
2	+	+	+	-	0,27	0,27	0,27	+	-	-	33	9
3	+	+	-	+	0,27	0,27	0,27	-	+	-	17	6
4	+	+	-	-	0,27	0,27	0,27	-	-	+	81	14
5	+	-	+	+	0,27	0,27	0,27	-	-	+	16	5
6	+	-	+	-	0,27	0,27	0,27	-	+	-	85	15
7	+	-	-	+	0,27	0,27	0,27	+	-	-	07	2

8	+	-	-	-	0,27	0,27	0,27	+	+	+	47	10
9	+	-1,215	0	0	0,745	-0,73	-0,73	0	0	0	15	4
10	+	+1,215	0	0	0,745	-0,73	-0,73	0	0	0	25	8
11	+	0	-1,215	0	-0,73	0,745	-0,73	0	0	0	00	1
12	+	0	+1,215	0	-0,73	0,745	-0,73	0	0	0	56	11
13	+	0	0	-1,215	-0,73	-0,73	0,745	0	0	0	21	7
14	+	0	0	+1,215	-0,73	-0,73	0,745	0	0	0	72	13
15	+	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	0	0	0	08	3

4.2 Результати та їх обговорення

При реалізації планувальної матриці були отримані значення зносу кільця \varnothing 120 мм і моменту тертя, що виникає при горінні з'єднання (табл. 4.4)

Таблиця 4.4 Потреби в ресурсах за компонентами. Результати зміни крутного моменту тертя і зносу чавунного кільця

Пункт №.	Знос чавунного кільця, мг				Момент тертя, Н·м.			
	І	ІІ	ІІІ	Ср	І	ІІ	ІІІ	Ср
План								
1	0,9	0,8	1,2	0,97	5,33	4,79	4,79	4,97
2	1,1	1,2	1,1	1,13	4,79	4,79	4,26	4,61
3	1,3	1,1	0,9	1,10	3,73	3,73	3,73	3,73
4	1,9	2,4	2,4	2,23	4,26	4,26	4,26	4,26
5	1,6	1,8	1,3	1,57	3,73	3,19	3,73	3,55
6	1,1	1,1	1,4	1,20	3,73	3,73	3,73	3,73
7	1,0	1,2	1,4	1,20	3,73	3,19	3,73	3,55
8	2,4	2,2	2,3	2,30	4,26	4,79	4,26	4,44
9	1,5	1,4	1,2	1,37	3,73	3,73	3,19	3,55
10	1,0	0,9	1,0	0,97	4,79	4,79	4,79	4,79
11	1,8	1,9	1,6	1,76	3,73	3,73	3,73	3,73
12	1,6	1,8	1,8	1,67	4,26	4,79	4,26	4,44
13	2,2	2,4	2,4	2,33	3,19	3,19	3,19	3,19
14	1,9	2,0	2,0	1,97	3,19	3,19	3,73	3,37
15	1,7	1,6	1,8	1,70	3,73	4,26	3,73	3,91

За отриманими експериментальними даними були визначені середні відповіді в точках плану.

$$\bar{y}_i^* = \frac{\sum y_i}{r_i}, \quad (4.1)$$

Дані розрахунку зведені в табл. 4.3.

Середня відповідь для всіх експериментів визначалася за формулою

$$\bar{y} = \frac{\sum \bar{y}_i^*}{N}, \quad (4.2)$$

$$N = 15;$$

Для зносу = \bar{y} 1, 5647 мг; для точки тертя = \bar{y} 3, 988 Н·м.

Лінійна дисперсія визначалася за наступною формулою

$$S_i^2 = \frac{\sum (y_i - y_i^*)^2}{r_i - 1}, \quad (4.3)$$

Значення відхилень рядків наведені в таблиці 4. 5

Таблиця 4. 5. Порядкові відхилення відповідей процесу

Відповідь	Значення міжрядкових відхилень							
	S_1^2	S_2^2	S_3^2	S_4^2	S_5^2	S_6^2	S_7^2	S_8^2
	0,0433	0,0034	0,0400	0,0834	0,0634	0,0300	0,0400	0,0100
Крутний момент тертя	0,0648	0,0624	0	0	0,0648	0	0,0648	0,0624
Відповідь	Значення міжрядкових відхилень							
	S_9^2	S_{10}^2	S_{11}^2	S_{12}^2	S_{13}^2	S_{14}^2	S_{15}^2	
	0,0234	0,0034	0,0234	0,0194	0,0134	0,0034	0,0100	
Крутний момент тертя	0,0648	0	0	0,0624	0	0,0648	0,0624	

Для зносу сума відхилень лінії = 0, $\sum S_i^2 = 4099$, для моменту тертя $-\sum S_i^2 = 0,5736$.

Дисперсія параметрів оптимізації визначалася за формулою

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_1^n f_i S_i^2}{\sum_1^n f_i}, \quad (4.4)$$

$$f_i = 2.$$

$$S_{\{y\}}^2 = 0,0382.$$

Однорідність дисперсій перевірялася за допомогою статистичного критерію Корена

$$G_{\text{РАСЧ.}} = \frac{S_{i\text{max}}^2}{\sum_1^n S_i^2} < G_{\text{КР}}, \quad (4.5)$$

$$f_1 = 2, f_2 = 15, G_{\text{кр}} = 0,3346;$$

Для зносу:

$$G_{\text{РАСЧ.}} = \frac{0,0834}{0,4099} = 0,2035 < G_{\text{КР}} = 0,3346$$

На момент тертя:

$$G_{\text{РАСЧ.}} = \frac{0,0648}{0,5736} = 0,1130 < G_{\text{КР}} = 0,3346$$

Дисперсії однорідні, оскільки $G_{\text{дорівнює}} < G_{\text{кр}}$.

Математична модель об'єкта дослідження мала вигляд

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_1^k b_{ii} x_i^2, \quad (4.6)$$

Коефіцієнти регресії , $b_{01}, \dots, b_i, \dots, B_{II}$ визначалися самостійно за формулою

$$b_i = \frac{\sum_1^n x_{iu} \bar{y}_u}{\sum_1^n x_{iu}^2}, \quad (4.7)$$

Коефіцієнти регресії для функцій реакції зносу (Y_1) і моменту тертя (Y_2) наведені в таблиці 4. 6.

Завдяки перетворенню квадратичних змінних значення вільного доданка b_0 були уточнені відношенням

$$b_0 = b'_0 - b_{11} \bar{x}_1^2 - b_{22} \bar{x}_2^2 - b_{33} \bar{x}_3^2, \quad (4.8)$$

$$x_i^2 = \sum_1^n x_{iu}^2 / n$$

Для зносу значення $b_{дорівнює} 0 = 1,6611$, для моменту тертя $b_0 = 3,8852$.

Рівняння регресії функцій відповіді в закодованому вигляді виражається:

$$Y_1 = 1,6611 - 0,1211x_1 - 0,1914x_2 - 0,1445x_3 - 0,0625x_1x_2 - 0,0700x_1x_3 + 0,3050x_2x_3 - 0,4547 - 0,0858 + 0,2087$$

Y_1 - \varnothing 120 мм, мг;

$$Y_2 = 3,8852 + 0,3476x_1 + 0,1591x_2 - 0,0932x_3 + 0,3380 + 0,2805 - 0,2646 + 0,2877x_1x_2 + 0,1125x_1x_3 + 0,2000x_2x_3 +$$

Таблиця 4. 6. Коефіцієнти рівнянь регресії $Y_1, Y_2 = f(x_1, x_2, x_3)$

Ні	$\sum_1^n x_{iu} \bar{y}_u$		$\sum_1^n x_{iu}^2$	B_i	
	Знос (Y1)	Крутний момент тертя (Y2)		Знос (Y1)	Крутний момент тертя (Y2)
1	23,4700	59,8200	15	$b'_0=1,5647$	$b'_0=3,9880$

2	-1,3260	3,8066	10,9525	$\mathbf{b}_1 = -0,1211$	$\mathbf{b}_1 = 0,3476$
3	-2,0694	1,7427	10,9525	$\mathbf{b}_2 = -0,1914$	$\mathbf{b}_2 = 0,1591$
4	-1,5826	-1,0213	10,9525	$\mathbf{b}_3 = -0,1445$	$\mathbf{b}_3 = -0,0932$
5	-0,5000	2,3000	8	$\mathbf{b}_{12} = -0,0625$	$\mathbf{b}_{12} = 0,2877$
6	-0,5600	0,9000	8	$\mathbf{b}_{13} = -0,0700$	$\mathbf{b}_{13} = 0,1125$
7	2,4400	1,6000	8	$\mathbf{b}_{23} = 0,3050$	$\mathbf{b}_{23} = 0,2000$
8	-1,9816	1,4729	4,3578	$\mathbf{b}_{11} = -0,4547$	$\mathbf{b}_{11} = 0,3380$
9	-0,3739	1,2222	4,3578	$\mathbf{b}_{22} = -0,0858$	$\mathbf{b}_{22} = 0,2805$
10	0,9094	-1,1526	4,3578	$\mathbf{b}_{33} = 0,2087$	$\mathbf{b}_{33} = -0,2645$

Значимість коефіцієнтів рівнянь регресії була перевірена за критерієм Стьюдента.

Для цього виникли дисперсії коефіцієнтів рівнянь регресії.

$$S_{\{b_i\}}^2 = \frac{S_{\{y_i\}}^2}{n \cdot r_i}, \quad (4.11)$$

Для зносу значення дорівнює 0,0006, $S_{\{b_i\}}^2$ для моменту тертя = 0,0008 $S_{\{b_i\}}^2$.

Визначено середньоквадратичну похибку коефіцієнтів кореня

$$S_{\{b_i\}} = \sqrt{S_{\{b_i\}}^2}, \quad (4.12)$$

$S_{\{b_i\}} = 0,0245$ - на знос; $S_{\{b_i\}} = 0,0283$ - на момент тертя.

Розрахункове значення критерію С репетитора буде визначатися за формулою (4.13)

$$t_i = \frac{|b_i|}{S_{\{b_i\}}}, \quad (4.13)$$

Критичне значення критерію, згідно, при $f_y = 30$ і для 0,05 рівня значущості - $t_{\text{crit}} = 2,042$.

Результати визначення значущості коефіцієнтів рівнянь регресії зведені в таблицю 4. 7.

Таблиця 4. 7. Значимість коефіцієнтів $b_0, b_1, \dots, b_i, \dots, B_{II}$

Коефіцієнт	Знос (Y_1)			Крутий момент тертя (Y_2)		
	T_i	$T_{криту}$	Висновок про помітність	T_i	$T_{криту}$	Висновок про помітність
b_0	67,80	2,042	Значимість	137,29	2,042	Значимість
b_1	4,94	2,042	Значимість	12,28	2,042	Значимість
b_2	7,81	2,042	Значимість	5,62	2,042	Значимість
b_3	5,90	2,042	Значимість	3,29	2,042	Значимість
b_{12}	2,55	2,042	Значимість	10,17	2,042	Значимість
b_{13}	2,86	2,042	Значимість	3,98	2,042	Значимість
b_{23}	12,45	2,042	Значимість	7,07	2,042	Значимість
b_{11}	18,56	2,042	Значимість	11,94	2,042	Значимість
b_{22}	3,50	2,042	Значимість	9,91	2,042	Значимість
b_{33}	8,52	2,042	Значимість	9,93	2,042	Значимість

За рівняннями (4,9) і (4,10) були знайдені розрахункові значення зносу і крутного моменту тертя (табл. 4.8)

Коефіцієнт кратної кореляції визначався за такою формулою

$$\hat{R} = \sqrt{1 - \frac{\sum_1^n (\bar{y}_i^* - y_{immAЧ})^2}{\sum_1^n (\bar{y}_i^* - \bar{y})^2}}, \quad (4.14)$$

Для зносу значення $= 0, \hat{R} 938$, для моменту тертя $= 0, \hat{R} 942$. Ці значення коефіцієнта кратної кореляції свідчать про досить тісний зв'язок між розрахунковими і експериментальними даними і адекватністю виразів (4, 9) і (4, 10).

Таблиця 4. 8. Оціночні значення внесків і моментів тертя

Пункт Но.	Знос (Y_1)			Крутий момент тертя (Y_2)		
	Y_i Раш	$(\bar{y}_i^* - \bar{y})^2$	$(\bar{y}_i^* - \bar{y}_{РАСЧ})^2$	Y_i Раш	$(\bar{y}_i^* - \bar{y})^2$	$(\bar{y}_i^* - \bar{y}_{РАСЧ})^2$
1	1,287	0,3537	0,1004	4,99	0,9643	0,0004
2	1,1090	0,1890	0,0004	4,56	0,3869	0,0025

3	1,1818	0,2159	0,0067	3,70	0,0666	0,0009
4	2,2268	0,4426	0,00001	4,06	0,0740	0,0400
5	1,7942	0,000028	0,0506	3,50	0,1918	0,0025
6	1,3332	0,1330	0,0177	3,51	0,2580	0,0484
7	1,4420	0,1330	0,0586	3,36	0,1918	0,0361
8	2,2010	0,5407	0,0098	4,17	0,2043	0,0729
9	1,3796	0,0379	0,00009	3,70	0,19181	0,0225
10	1,0854	0,3537	0,0133	4,55	0,6432	0,0576
11	2,0093	0,0381	0,0622	3,85	0,0666	0,0144
12	1,5441	0,0110	0,0159	4,24	0,3819	0,0400
13	2,3868	0,1642	0,0032	3,35	0,6368	0,0256
14	2,0356	0,5857	0,0043	3,12	0,2043	0,0625
15	1,9032	0,0183	0,0413	3,63	0,0061	0,0784
Сума		3,2168	0,3842	Сума	4,4684	0,5047

Потім компромісна задача була вирішена за допомогою двовимірних ділянок, тобто спільного дослідження поверхонь відповіді рівнянь (4, 9) і (4, 10). Оптимальним значенням зносу кільця (Y_1) був врахований момент тертя (Y_2).

Побудова двовимірних перерізів велося аналогічно описаному в розділі V.

Для рівняння (4.9), що описує знос, були отримані наступні канонічні рівняння:

- Для поперечного перерізу $x_1 \times x_2$ при $x_3 = 0$:

$$\hat{y} - 1,7693 = -0,0854X_1^2 - 0,4596X_2^2, \quad (4.15)$$

Кут повороту осі $\alpha = 4,8079^\circ$;

- $X_1 \times x_3$ при $x_2 = 0$:

$$\hat{y} - 1,6476 = 0,2105X_1^2 - 0,4565X_3^2, \quad (4.16)$$

$\alpha = 3,0117^\circ$;

- $x_2 \times x_3$ при $x_1 = 0$:

$$\hat{y} - 1,6457 = 0,3297X_2^2 - 0,2068X_3^2, \quad (4.17)$$

$$\alpha = -23,0017^\circ.$$

Для рівняння (4.10), що описує момент тертя, канонічні рівняння були наступними:

$$- X_1 \times X_2 \text{ при } X_3 = 0:$$

$$\hat{y} - 3,8000 = 0,4560X_1^2 + 0,1625X_2^2, \quad (4.18)$$

$$\alpha = 39,36^\circ; X_1 \times X_3 \text{ при } X_2 = 0:$$

$$\hat{y} - 3,8200 = 0,3432X_1^2 - 0,2898X_3^2, \quad (4.19)$$

$$\alpha = 5,29^\circ; - X_2 \times X_3 \text{ при } X_1 = 0:$$

$$\hat{y} - 3,8814 = 0,2989X_2^2 - 0,2824X_3^2, \quad (4.20)$$

$$\alpha = 42,72^\circ.$$

Двовимірні перерізи, побудовані за рівняннями (4.9) (4.10), представлені на рисунках 4.1, 4.2, 4.3.

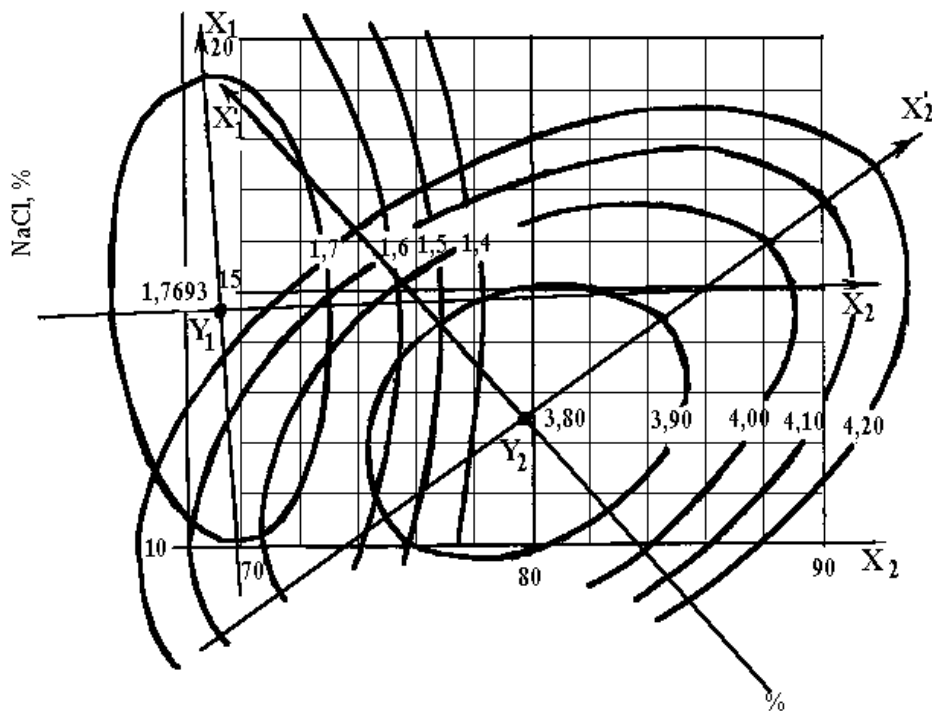


Рис. 4.1. Двовимірні ділянки, що характеризують знос і тертя при $X_3 = 0$.

З рис. 4.1 видно, що при навантажуванні холостого ходу $U_{xx} = 4$ В знос більше залежить від процентного вмісту гліцерину, ніж від вмісту хлориду натрію у водному компоненті електроліту. Мінімальний момент тертя в парі

кілець спостерігався в електроліті, що містить 12, 5% розчину хлориду натрію і 79, 75% гліцерину.

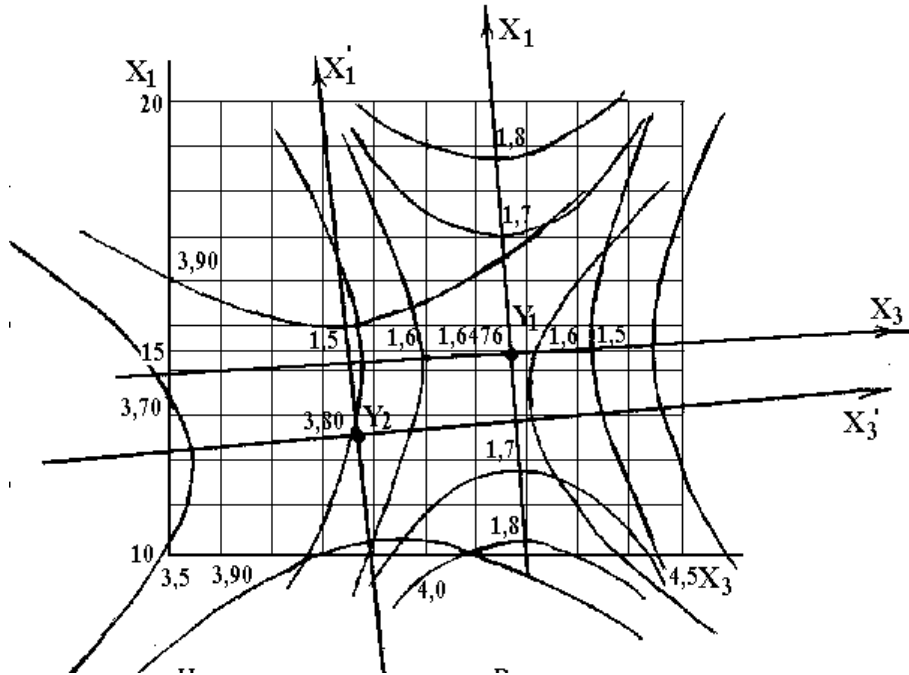


Рис. 4.2. Двовимірні ділянки, що характеризують знос і тертя при $X_2 = 0$.

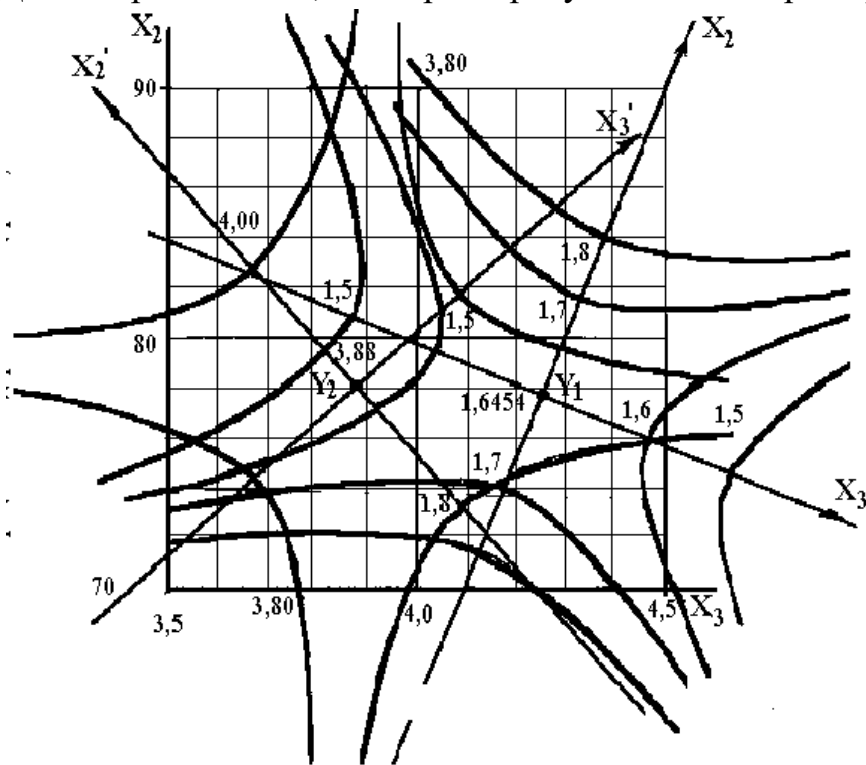


Рис. 4. 3. Двовимірні ділянки, що характеризують знос і тертя при $X_1 = 0$.

Поверхневі реакції на рис. 4. 2 і 4. 3 - це мінімуми. Оптимальний при 80% вмісті гліцерину (рис. 4. 2) є навантаження холостого ходу $U_{xx} = 4,16$ В і 14,2% вмісту NaCl.

Підвищення навантаження холостого ходу більше 4 В при збільшенні процентного вмісту гліцерину з 80 до 90% викликає збільшення зносу з одночасним зменшенням моменту тертя (рис. 4. 3). Це ще раз доводить переважний вплив електрохімічної складової процесу.

В результаті більш ранніх досліджень можна зробити висновок:

1. Для спільної доопрацювання чавунних кілець в електроліті з NaCl оптимальні значення факторів в наступних інтервалах: процентний вміст NaCl - 13 ... 15 %, процентний вміст гліцерину - 75 ... 80 %, напруга без навантаження - 3,9 ... 4.2 V.

У зв'язку з тим, що на номер двигуна 01 встановлювалися деталі, які не проходили, режими злому стенду встановлювалися за стандартною технологією ремонту двигуна. На чавунних компресійних кільцях утворювався нерівний горючий пояс шириною 1-3 мм.

На відміну від номера двигуна 01, номер двигуна 02 пройшов за технологією і пройшов випробування за скороченою програмою. У другій і третій циліндропоршневої групах були встановлені чавунні кільця, які піддавалися стиковому регулюванню кільця по кільцю. Результати зважування поршневих кілець двигуна 02 представлені в додатку. У порівнянні з чавунними кільцями першого і четвертого КПП розвантажувальний знос принесених кілець був значно нижче (табл. 4.9) . Рівномірний пояс, що утворився при цьому, не перевищував 1, 5 мм. В експериментальному двигуні, на відміну від двигуна управління, практично не спостерігалось слідів абразивного зносу.

Таблиця 4. 9. Середній знос експериментальних і контрольних чавунних поршневих кілець з хвилинним конусом, мг

Назва Кільця	Видалення маси з кільця після обробки, мг	Знос після ЕСМП, Мг	Зношування після обкатки, Мг	Тотальний знос, Мг
експериментальні кільця	1,4	5,6	38,3	45,3
Контрольні кільця	-	-	76,4	76,4

У таблиці вище наведені складові загального зносу експериментальних і контрольних чавунних кілець з хвилинним конусом.

Нижче наведені профілограми бічних поверхонь цих самих кілець в тій же послідовності, що і вищеописані зношування.

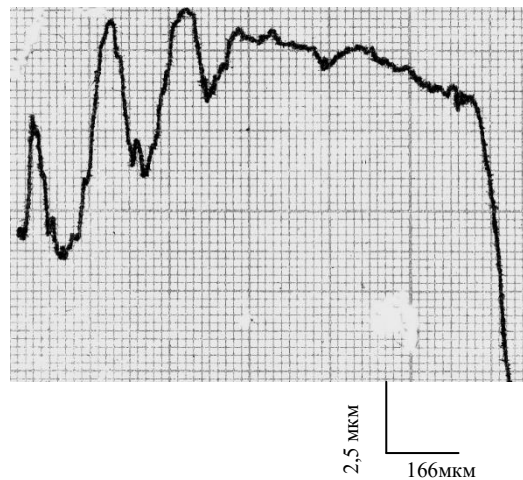


Рис.4.4. – Профілограма нового чавунного компресійного кільця з хвилинним конусом

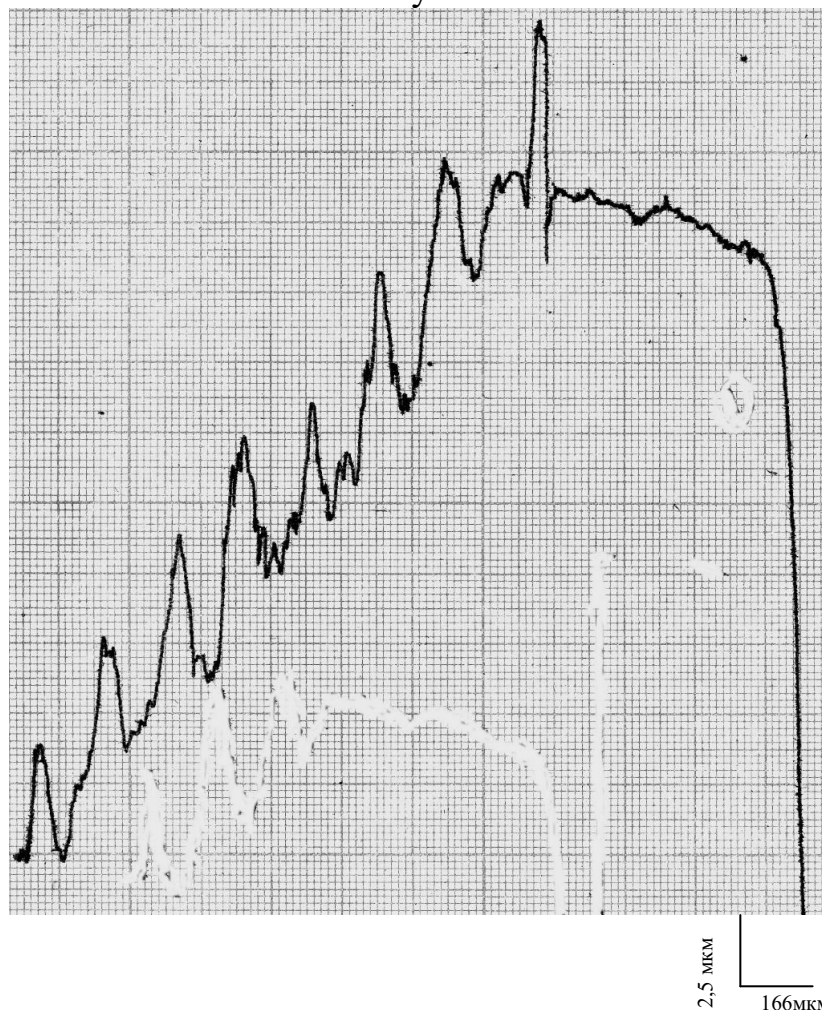


Рис.4.5. – Профілограма експериментального чавунного компресійного кільця з хвилинним конусом після закінчення кільцевої схеми в електроліті, що містить 80% гліцерину і 20% двадцятивідсотковий розчин NaCl

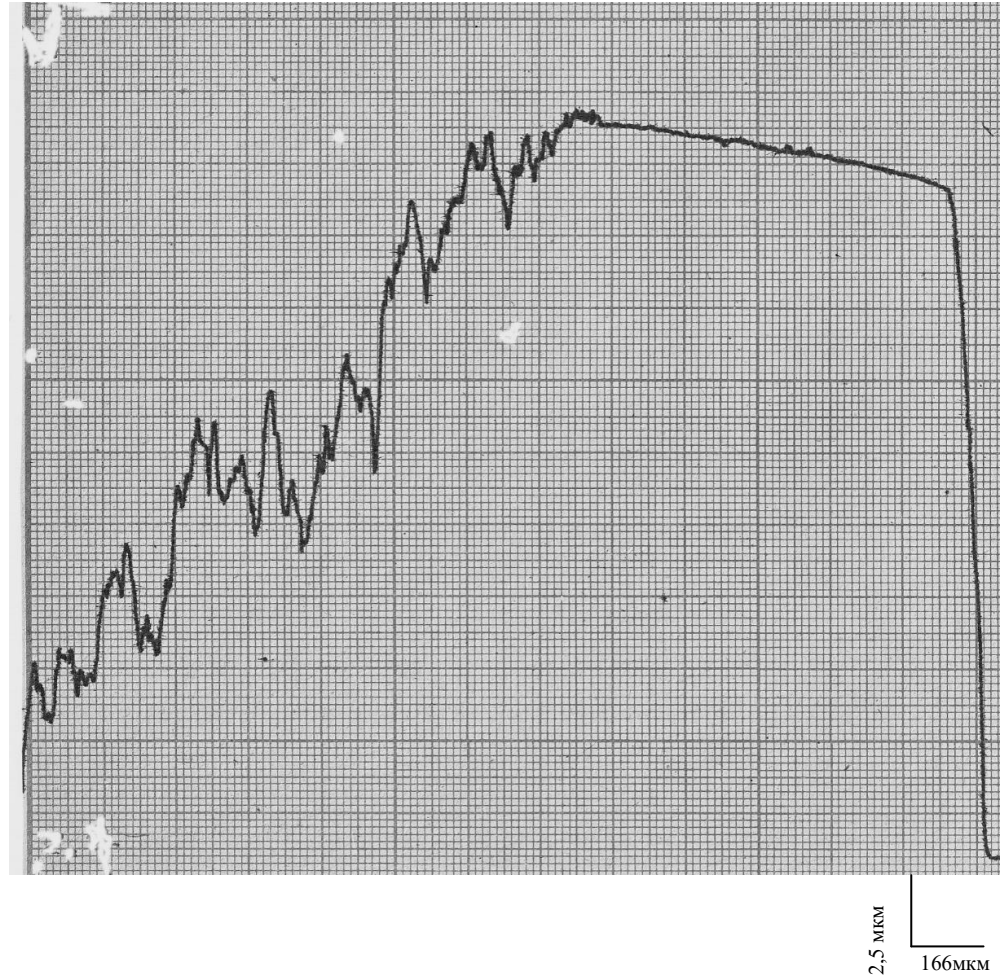


Рис.4.6. – Профілограма експериментального чавунного компресійного кільця з хвилинним конусом після обкатки двигуна за запропонованою технологією, яка включає тонку настройку кільця електрохіміко-механічним методом і зменшену обкатку



Рис.4.7. – Профілограма контрольного чавунного компресійного кільця з хвилинним конусом після запуску двигуна за стандартною технологією

Як видно з рис. 4.4... 4.7, притираючий пояс чавунних кілець з хвилинним конусом збільшується при будь-яких технологічних впливах. Зі стану нового кільця (рис. 4.4) при доопрацюванні кільця по кільцевій схемі ширина притисканого ремня трохи змінюється, але при візуальному аналізі видно, що ремінь стає більш рівномірним по ширині і це більш чітко видно. Після ЕКМП (D) спостерігається незначне збільшення ширини пояса, що добре видно на рис.4.5. Подальша обкатка в зменшених режимах утворює кінцевий горючий пояс, отриманий на кільцях за технологією ЕХМП (рис. 4.6).

Аналіз контрольних кілець показав значно більший знос і утворення майже в два рази ширини палаючого ремня (рис. 4.7). Це говорить про те, що випалювання таких інтерфейсів, як кільця-рукава, ефективно навіть при передремонтної тонкої настройки чавунних кілець. Механізм підвищення зносостійкості досліджуваного сполучення вимагає додаткових досліджень. Ймовірно, пояснити отримані результати тільки зміною мікрошорсткості буде не зовсім правильною. Відповідь на питання про підвищення зносостійкості слід шукати в зміні структури поверхонь тертя з ЕХМП. Подальше вивчення також вимагає впливу електрохімічного фактора на зносостійкість поверхонь тертя в різних електролітах.

Однак отримані експериментальні дані, зменшення горючих внесків і уповільнення зміни макрогеометрії поверхонь доводять ефективність методу ЕХМП деталей двигунів, а краща зносостійкість приведених чавунних поршневих кілець свідчить про доцільність їх тонкої настройки за схемою кільцевого кільця.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Кондиціонування та очищення повітря

Кондиціонування – це створення й автоматична підтримка в закритих приміщеннях необхідних значень параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, іонного складу та швидкості руху).

Кондиціонер – це пристрій, у якому здійснюється необхідна теплова обробка повітря та його очищення.

Системи кондиціонування повітря (СКП) бувають комфортні, які призначені для створення найбільш сприятливих умов для працюючих, і технологічні, що забезпечують умови, необхідні для успішного ведення технологічного процесу. У промислових приміщеннях, де знаходиться обслуговуючий персонал, необхідно використовувати технологічно-комфортне кондиціонування, що враховує присутність людей у приміщенні.

СКП можуть бути центральними, які обслуговують декілька приміщень або будинків в цілому, і місцевими, які обслуговують невеликі приміщення. Центральні кондиціонери розміщуються в окремих приміщеннях. Конструкція центрального кондиціонера передбачає забір, очищення та тепловологісну обробку зовнішнього та рециркуляційного повітря, розподіл повітря по повітроводах у приміщення, що обслуговуються. Для охолодження повітря застосовується розпилена холодна вода та компресорні холодильні пристрої, а для підігріву — різноманітні калорифери.

Місцеві кондиціонери, це ті, які призначені для створення необхідного мікроклімату в приміщенні або його частині. Вони бувають автономні й неавтономні. Автономні кондиціонери мають усе необхідне устаткування для обробки повітря і потребують тільки підключення до електромережі, а інколи також до системи водопостачання і каналізації. Неавтономні кондиціонери підключаються ще і до систем подачі тепла та холоду.

До неавтономних пристроїв обробки повітря відносять вентиляторні теплообмінники продуктивністю по повітрю 150–6000 м³ /год, а по холодопродуктивності 600 – 25000 Вт. Ці пристрої встановлюються

безпосередньо в приміщенні. Вони, як правило, досить естетичні і пристосовані для розміщення в різних місцях.

До їх недоліків варто віднести наявність вентилятора, який є джерелом шуму. До автономних місцевих кондиціонерів відносять віконні кондиціонери і роздільні агрегати, чи, так звані, спліт-системи. Найчастіше такі пристрої характеризуються холодопродуктивністю до 10 кВт і продуктивністю по повітрю 104 105 до 3000 м³ /год. Вони можуть працювати як у режимі рециркуляції, так і в комбінованому з використанням зовнішнього повітря.

Віконний кондиціонер (рис 5.1) – це одноблоковий пристрій, у корпусі якого розташовані: холодильна машина (компресор, конденсатор, випарник), вентилятор, фільтр, блок керування. У деяких моделях є електричний підігрів. Охолодження конденсатора здійснюється зовнішнім повітрям.

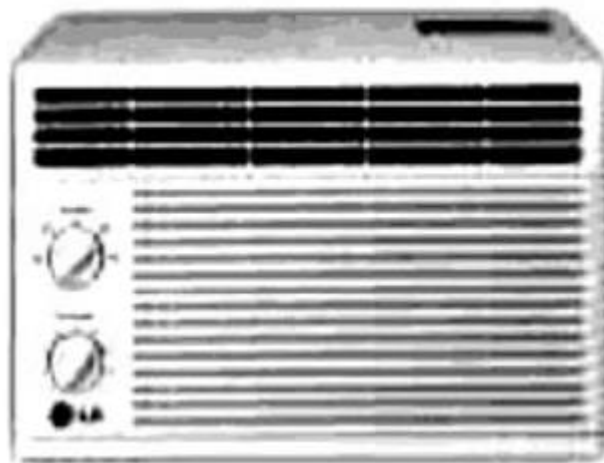


Рис. 5.1. Вигляд віконного кондиціонера

Ці кондиціонери характеризуються простотою виконання, що робить їх найбільш дешевими серед усіх типів кондиціонерів. Основним недоліком віконних кондиціонерів є відносно високий рівень шуму. Крім того, їх розміщення погіршує зовнішній вигляд фасаду будинків.

Сучасна спліт-система характеризується: низькими шумовими показниками, можливістю регулювання витрат повітря, ефективною системою очищення повітря, а також привабливим зовнішнім виглядом. Найбільш поширеними є настінні кондиціонери (рис. 5.2).



Рис.5.2. Вигляд настінного (а) та зовнішнього (б) блоків спліт-системи

Майже всі спліт-системи функціонують у двох режимах: охолодження і нагрівання внутрішнього повітря (тепловий режим). Тепловий режим необхідний у період міжсезоння, коли температура зовнішнього повітря складає від +8 до -5 0С. Верхнє значення цього інтервалу температур зв'язано з припиненням роботи опалювальних систем, нижнє – з енергетичною доцільністю функціонування агрегату в розглянутому режимі.

Очищення повітря від пилу може бути грубим (виділення часток з розміром більше 50 мкм), середнім (10 – 50 мкм) та тонким (менше 10 мкм). Для грубого та середнього очищення використовують пиловловлювачі, дія яких основана на використанні сил тяжіння та інерції. Найчастіше для цього використовують циклони (рис. 5.3). Виділення пилу в них протікає під дією відцентрових сил. Повітря потрапляє в циклон по дотичній через вхідний патрубок 1, рухається по спіралі і, перемістившись униз конічної частини корпусу 3, виходить з циклона через центральну трубу 2. Під дією відцентрових сил частинки пилу відкидаються до стінок циклона і опускаються в нижню його частину, а звідти і в пилоприймач 4.

Для очищення повітря від великих частинок пилу використовують пилоосаджувальні камери (рис. 5.4) та камерні пиловловлювачі. У цих пиловловлювачах запилене повітря потрапляє в розширювальну камеру 2, де швидкість його руху стає менше 1 м/с. За цих умов великі та важкі частинки пилу встигають виділитися з повітря і осісти в бункері 4. Підвищення ефективності очищення досягається за допомогою води чи піни. Ефективність

пінних пиловловлювачів (рис. 5.5) досягає 99 %. У цих пиловловлювачах запилене повітря чи газ по вхідному патрубку подають під решітку 2, на яку одночасно по патрубку 3 подають воду з речовиною, що утворює піну. В такому випадку на решітці утворюється шар піни висотою до 200 мм, через який зі швидкістю близько 2,5 м/с продувається запилений газ. Піна з уловленими частинками пилю зливається у вихідний патрубок 5 і направляється на очищення.

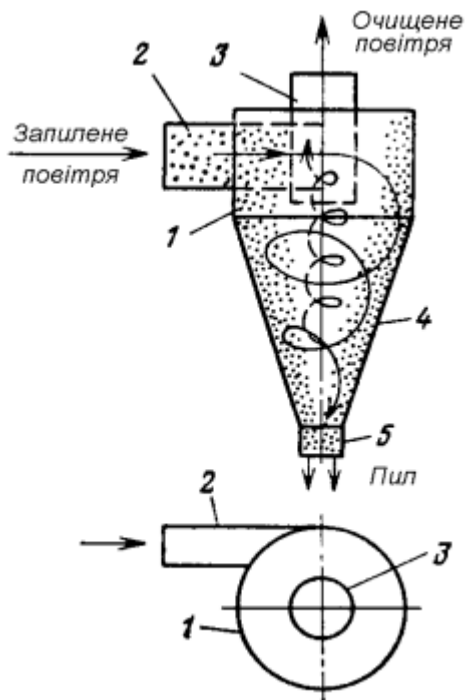


Рис. 5.3. Схема роботи циклона

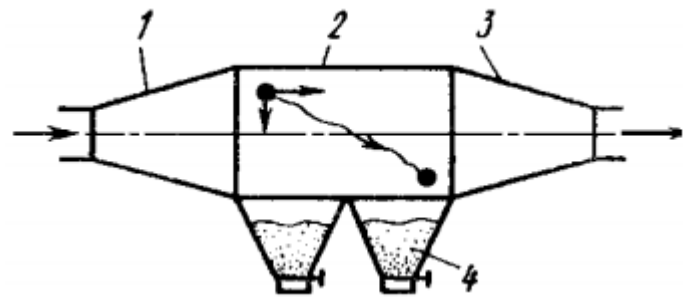


Рис.5.4. Вигляд пилоосаджувальної камери

Для тонкого очищення повітря від пилю широко використовують фільтри, в яких забруднене повітря пропускається через пористі фільтруючі матеріали, що здатні затримувати пил. Широке використання для очищення забрудненого повітря знайшли фільтрувальні тканини. Їх застосовують в рукавних фільтрах (рис. 5.6). Фільтри виготовляють із натуральних (бавовна, льон, шерсть) та хімічних (капрон, лавсан, тефлон) тканин.

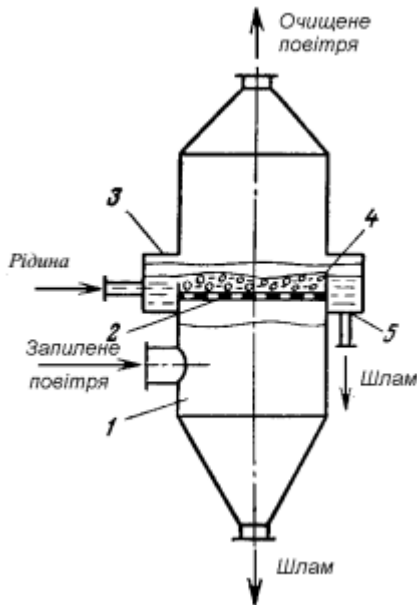


Рис. 5.5. Вигляд пінного
пилувловлювача

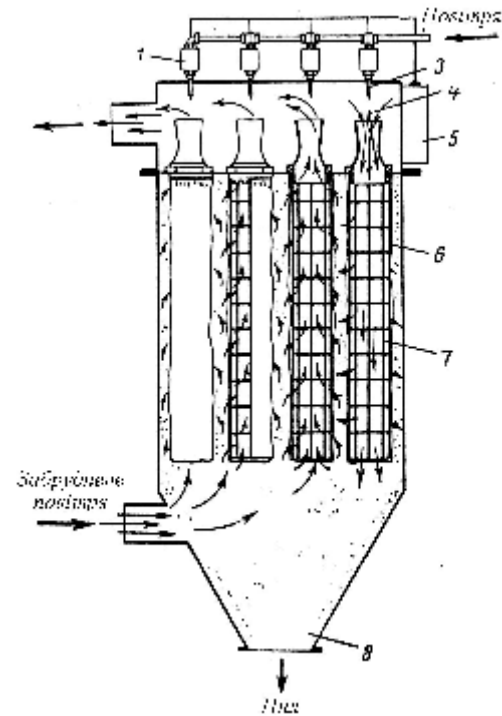


Рис. 5.6. Схема рукавного фільтра

5.2 Стійкість об'єкту господарювання при надзвичайній ситуації

Головну небезпеку для наземних об'єктів становлять ударна хвиля, світлове (теплове) випромінювання, вторинні уражаючі фактори і радіоактивне зараження місцевості. Проте іноді доводиться враховувати і вплив проникаючої радіації та електромагнітного імпульсу.

Критеріями оцінки фізичної стійкості об'єкта прийняті:

при впливі ударної хвилі – надлишкові тиски, при яких елементи виробничого комплексу не руйнуються або одержують такі ушкодження чи руйнування (слабкі і середні), при яких вони можуть бути відновлені в короткі терміни;

при впливі світлового випромінювання – максимальні значення світлових імпульсів, при яких не відбувається загоряння матеріалів, сировини, устаткування, будинків і споруд;

при впливі вторинних факторів – надлишкові тиски, при яких руйнування і пошкодження не призводять до аварій, пожеж, вибухів, затоплень, небезпечного зараження місцевості й атмосфери, тобто не призводять до ураження людей і виходу з ладу засобів виробництва.

Оцінка стійкості об'єкта включає визначення:

видів уражаючих факторів, вплив яких можливий на об'єкт, та їх параметрів;

впливу ударної хвилі на елементи об'єкта;

можливості виникнення пожеж;

впливу вторинних вражаючих факторів.

Після цього робиться висновок відносно стійкості об'єкта в цілому. Дія ударної хвилі на об'єкт характеризується складним комплексом навантажень: надлишковим тиском, тиском відбиття, тиском швидкісного напору, тиском затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль і т.д. Значення їх залежить в основному від виду і потужності вибуху, відстані до об'єкта, конструкції і розмірів елементів об'єкта, орієнтації щодо епіцентру вибуху, місця розташування будинків і споруджень у загальній забудові об'єкта й окремих елементів виробництва в приміщеннях будинків, рельєфу місцевості і деяких інших факторів. Врахувати їх у сукупності для кожного елемента об'єкта, як правило, неможливо. Тому можливість елементів опиратися дії ударної хвилі характеризують тільки надлишковим тиском у її фронті, вважаючи, що масштаби руйнувань не залежать від потужності і висоти найбільш ймовірних ядерних вибухів. Для визначення ступеня руйнувань чи ушкоджень:

вивчають вихідні дані і розраховують параметри ударної хвилі на відповідних відстанях;

для розрахованих значень надлишкових тисків оцінюють ступінь руйнування розглянутих елементів;

оцінюють можливість виникнення вторинних вражаючих факторів;

з огляду на ступінь руйнувань найслабших елементів об'єкта, визначають ступінь руйнування об'єкта в цілому.

Вихідними даними для оцінки фізичної стійкості є: конструктивні особливості елемента, його форма, вага, габарити, характеристики міцності.

Оцінка ступеня руйнувань будинків і споруд, сховищ і ПРУ, енергетичного устаткування і мереж, верстатного і технологічного устаткування, вимірювальної апаратури, засобів зв'язку й оповіщення, транспортних та інших засобів може здійснюватися або методом порівняння

наявних довідкових даних для розглянутого виду чи аналогічного йому елемента, або методом розрахунку впливу ударних навантажень і сил зсуву на елемент.

Для порівняльної оцінки необхідно мати відповідні таблиці можливих руйнувань елементів об'єкта в залежності від надлишкового тиску у фронті ударної хвилі: будинків, споруд, транспорту, устаткування, енергетичних споруд і мереж.

Метод розрахунку передбачає визначення динамічних навантажень, створюваних надлишковим тиском у фронті ударної хвилі, і реакції елемента на ці навантаження. Вихідними даними при використанні цього методу є: надлишковий тиск у фронті ударної хвилі і характер його зміни в часі (протягом фази стиску), тривалість фази стиску і швидкість руху фронту ударної хвилі.

Можливість виникнення осередків займання і горіння встановлюють за даними займистості матеріалів; при цьому необхідно враховувати вплив вторинних факторів ураження, обумовлених ударною хвилею (руйнування печей, газопроводів, розриви і пробиття електропроводки, кабелів тощо). Розвиток пожеж значною мірою залежить від ступеня вогнестійкості будинків і споруд і пожежонебезпеки технологічних процесів. За пожежною небезпекою об'єкти відповідно до характеру технологічного процесу підрозділяють на п'ять категорій:

об'єкти категорії «А» – нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, цехи фабрик штучного волокна, склади бензину, цехи обробки і застосування металічного натрію, калію тощо;

об'єкти категорії «Б» – цехи підготовки і транспортування вугільного пилу і деревного борошна, розмелювальні відділення млинів, цехи обробки синтетичного каучуку, виготовлення цукрової пудри, склади кіноплівки тощо. Пожежі на підприємствах категорії «А» і «Б» можливі при середніх і навіть слабких руйнуваннях; найбільш вражаючими на цих об'єктах є повітряні комунікації;

об'єкти категорії «В» – лісопильні, деревообробні, столярні, модельні і лісотарні цехи, відкриті склади олії, мазутне господарство електростанцій, цехи текстильного виробництва тощо;

об'єкти категорії «Г» – металургійні виробництва, підприємства гарячої обробки металів, термічні цехи, котельні;

об'єкти категорії «Д» – підприємства холодної обробки металів й інші, пов'язані зі збереженням і переробкою вогнетривких матеріалів.

На об'єктах категорій «В», «Г» і «Д» можливість виникнення окремих пожеж залежить від ступеня вогнестійкості будинків, а утворення суцільних пожеж – від густоти забудови.

Будинки і споруди по вогнестійкості поділяються на п'ять ступенів:

I – основні елементи виконані з матеріалів, що не горять, несучі конструкції мають підвищений опір до впливу вогню;

II – основні елементи виконані з матеріалів, що не горять;

III – стіни кам'яні (цегляні), перегородки і перекриття дерев'яні оштукатурені;

IV – дерев'яні оштукатурені будинки;

V – дерев'яні неоштукатурені будівлі.

Найбільш небезпечними є будинки і споруди, виконані з матеріалів, що горять – III, IV і V ступенів вогнестійкості. Орієнтовний час розвитку пожежі до повного охоплення вогнем: для будинків і споруд I і II ступенів – не менше 2 год, III ступеня – не менше 1,5 год, IV та V ступенів – не менше 1 год.

На розвиток пожеж впливає також ступінь руйнування будинків, споруд і технологічних ліній ударною хвилею. Окремі і суцільні пожежі можливі на підприємствах, які одержали в основному слабкі й середні руйнування. Так, у будинках I, II і III ступенів вогнестійкості виникнення і розвиток пожежі спостерігається при одержанні руйнувань від надлишкового тиску у фронті ударної хвилі порядку 30...50 кПа, в у будинках IV і V ступенів – при руйнуваннях від тиску в 20 кПа.

Поширення пожеж і перетворення їх у суцільні істотно залежить від густоти забудови території об'єкта. Вогонь швидко поширюється на ділянках, на яких переважно розташовані будинки I та II ступенів вогнестійкості з

густотою забудови 30%, або будинки III ступеня вогнестійкості з густотою 20%, або будинки IV і V ступенів вогнестійкості при густоті забудови 10%. При збільшенні густоти забудови будинками III, IV і V ступенів ще на 10 % створюються сприятливі умови для виникнення вогняного шторму.

Оцінюючи можливість виникнення пожеж, вивчають усі будинки, споруди, виробничі установки на території об'єкта (цеху) і визначають місця можливого загоряння, а також наслідки, що виникають від пожежі з урахуванням характеру виробництва. За вогнестійкістю окремих будинків і споруди та характером технологічного процесу робиться висновок про пожежостійкість кожного цеху і об'єкта в цілому та на його основі виробляються заходи щодо підвищення пожежної безпеки.

Висновки щодо оцінки стійкості об'єкта господарювання роблять на підставі визначення комплексного впливу ударної хвилі, світлового випромінювання і вторинних факторів ураження, а також радіоактивного зараження на його території. Для цього оцінюють ступінь ушкодження кожного елемента при заданих надлишкових тисках у фронті ударної хвилі з урахуванням впливу світлового випромінювання і вторинних факторів. Виявляють найбільш слабкі місця і по них оцінюють рівень стійкості елементів об'єкта для надлишкових тисків, при яких: виробництво не зупиняється;

потрібна зупинка виробництва для виконання поточного ремонту (випадок одержання об'єктом слабких руйнувань);

потрібна зупинка виробництва для виконання капітального ремонту (випадок одержання об'єктом середніх руйнувань).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В першому розділі наведена технічна характеристика та умови роботи двигунів.

В другому розділі розглянуто особливості процесу електрохімічного-механічного припрацювання та лінійного зносу циліндро-поршневої групи.

В третьому розділі проведено модернізацію стенда для обкатки дизельного двигуна. Наведено методику проведення стендових випробувань.

В четвертому розділі досліджено процес тертя поверхні поршневих кілець.

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. 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).

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

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.