

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Тимофєєв Сергій Сергійович

УДК 621.43.002

**УДОСКОНАЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ
ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ**

Спеціальність 05.02.08 –технологія машинобудування

Автореферат
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків 2006

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі матеріалів і технології виготовлення виробів транспортного призначення в Українській державній академії залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв'язку України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Перепелиця Борис Олексійович,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
професор кафедри «Інтегровані технології
машинобудування» ім.М.Ф.Семка.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Арпентьев Борис Михайлович,
Українська інженерно -
педагогічна академія (м. Харків),
професор кафедри «Технологія та управління
якістю в машинобудуванні»;

кандидат технічних наук, доцент
Коноплянченко Євген Владиславович,
Сумський національний аграрний університет,
доцент кафедри «Технічний сервіс».

Провідна установа: Київський національний технічний університет
України «Київський політехнічний інститут»
Міністерства освіти і науки України,
кафедра «Технологія машинобудування», м. Київ.

Захист відбудеться 26 червня 2006 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.12 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків, вул. Фрунзе, 21).

Автореферат розісланий 25 травня 2006 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Пермяков О.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Останнім часом значно підвищилися вимоги до технічного рівня і якості машин. Одна з головних вимог – це забезпечення працездатності і довговічності деталей і вузлів в умовах інтенсивної експлуатації. Статистичний аналіз свідчить про те, що найбільша кількість машин виходить з ладу у зв'язку із зносом поверхонь тертя відповідальних важконавантажених деталей. Наприклад, в тепловозних, автомобільних і судових дизелях це пари тертя циліндро-поршневої групи, зокрема пари «гільза циліндра – поршневе кільце». Вони працюють під дією високого тиску газів, сил інерції і температури, що сприяє інтенсивному зношуванню. Працездатність пари тертя багато в чому залежить від якості робочих поверхонь, сформованих в процесі виготовлення деталей. Особливе значення має технологія фінішних операцій, оскільки це завершальна стадія виготовлення. Для деталей циліндро-поршневої групи дизелів кінцевою технологічною операцією є технологія поверхневого зміцнення, яка забезпечує необхідну якість робочих поверхонь, а саме твердість, потрібну шорсткість і експлуатаційні властивості (зносоустійкість, припрацювання, задиростійкість).

Ефективним засобом покращення якості та експлуатаційних властивостей поверхонь деталей циліндро-поршневої групи є використання легованих чавунів з наступним зміцненням їх різними технологічними методами. У вітчизняному машинобудуванні гільзи циліндрів і поршневі кільця виготовляються з сірого модифікованого чавуну. Для поверхневого зміцнення використовують хромування, азотування, лазерну і детонаційну обробку, а для покращення припрацювання – фосфатування та сульфидування. Але існуючі технології недостатньо і не завжди забезпечують стабільну роботу пар тертя гільза циліндра-поршневе кільце від виготовлення дизеля до його капітального ремонту. Існуючі технології поверхневого зміцнення характеризуються тривалим циклом багатьох послідовних технологічних операцій, що збільшує витрати і термін виготовлення деталей. Не завжди забезпечується екологічна чистота технологічного процесу.

Тому удосконалення фінішної технології виготовлення деталей циліндро-поршневої групи для забезпечення високої якості їх робочих поверхонь і підвищення експлуатаційних властивостей є актуальною науковою задачею, яка має важливе практичне значення. Дану дисертаційну роботу спрямовано на рішення цієї актуальної задачі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота була виконана на кафедрі «Матеріали та технологія виготовлення виробів транспортного призначення» Української державної академії залізничного транспорту по пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки „Новітні технології та ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі” в рамках держбюджетних тем МОН України: 0101U003234 “Дослідження формування покриттів на керамічних матеріалах на основі оксиду хрому і вплив їх на фізико-механічні властивості матеріалів” (2000 – 2003 роки), де здобувач був виконавцем окремих розділів.

Мета і задачі дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає в підвищенні якості поверхонь і працездатності деталей машин шляхом удосконалення фінішних технологічних процесів їх виготовлення.

Для досягнення цієї мети було поставлено та вирішено наступні задачі:

- визначити основні закономірності зносу пари гільза циліндра-поршневе кільце;

- конкретизувати математичну модель зношування вказаних сполучень деталей;
- розробити новий технологічний процес поверхневого зміцнення, який ґрунтується на алюмохромофосфатуванні;
- визначити оптимальні параметри і режими нового технологічного процесу поверхневого зміцнення;
- встановити залежності між параметрами нового технологічного процесу і якістю робочих поверхонь оброблюваних деталей;
- провести комплекс лабораторних експериментів і виробничих випробовувань якості робочих поверхонь і поверхневого шару деталей, сформованих при використанні нового технологічного процесу та їх впливу на експлуатаційні властивості деталей;
- впровадити результати досліджень у виробництво.

Об'єкт дослідження - технологічні процеси фінішної обробки при виготовленні деталей двигунів.

Предмет дослідження - встановлення залежностей між параметрами технологічного процесу поверхневого зміцнення, якістю робочих поверхонь і працездатністю деталей.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є системний підхід до вивчення фінішної обробки технологічного процесу деталей, закономірностей формування покриття і його характеристик з урахуванням впливу технологічних параметрів.

Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях технології машинобудування, теорії зношення деталей, математичного моделювання, технологічного забезпечення якості зміцнених виробів.

Експериментальні дослідження містять розробку методів і устаткування для проведення триботехнічних випробувань із різними видами покриттів, а також випробування у виробничих умовах на діючих машинах.

Для дослідження впливу покриттів на стан робочих поверхонь деталей використовувалися оптична та електронна мікроскопія і рентгеноструктурний аналіз.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Науково обґрунтовано доцільність створення нового екологічно чистого технологічного процесу поверхневого зміцнення на основі насичуючого середовища - водного розчину алюмохромофосфатів. Установлено якісні і кількісні параметри нової технології і склад багат шарових покриттів.
2. Вперше досліджено природу і специфіку нового технологічного процесу поверхневого зміцнення. Визначено, що в одному технологічному циклі інтегровано дві дії – хімічна і термічна, а саме, насичування і нагрів поверхневого шару. Доведено доцільність застосування для насичування алюмохромофосфатів, які мають для цього необхідні властивості та переваги.
3. На прикладі пари “гільза циліндра-поршневе кільце” теоретично та експериментально доведено, що висока якість і властивості нового покриття забезпечують підвищення працездатності деталей з відповідним покращенням експлуатаційних характеристик машин.
4. За допомогою регресивного аналізу виконано дослідження і розрахунки оптимальних технологічних параметрів нового процесу поверхневого

зміцнення. Отримано залежності зносостійкості, твердості, шорсткості, припрацювання, задиростійкості поверхневого шару від температури, часу витримки і концентрації насичуючого середовища. Тим самим визначено взаємозв'язки між технологією зміцнення і працездатністю деталей.

5. Виявлена нова закономірність зменшення шорсткості поверхонь деталей внаслідок заповнення западин при формуванні поверхневого шару матеріалом на стадії його аморфності.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Запропоновано і розроблено новий технологічний процес поверхневого зміцнення важконавантажених деталей з сірого модифікованого чавуну, що працюють в умовах інтенсивного тертя (патент України № 117203 А на винахід “Спосіб поверхневого зміцнення”). Доведено високу ефективність нової технології для підвищення якості поверхневого шару.
2. Визначено оптимальні технологічні параметри нового технологічного процесу. Встановлено, що для забезпечення заданої працездатності деталей (від виготовлення до капітального ремонту) температура насичування повинна бути 50^{+2} °С, температура термічної обробки 600^{+20} °С, концентрація насичуючого середовища 10%.
3. Нова технологія поверхневого зміцнення є екологічно чистою і може здійснюватися на серійному обладнанні після його модернізації для забезпечення подачі насичувального середовища.
4. За рахунок переваг нового процесу вдосконалено технологію виготовлення деталей циліндро-поршневої групи дизелів, що забезпечило скорочення кількості технологічних операцій в 2,5 рази.
5. Рекомендації щодо нової технології поверхневого зміцнення і модернізованого устаткування забезпечили можливість в два рази збільшити працездатність вказаних деталей і поліпшити їх експлуатаційні властивості (зносостійкість, припрацювання, задиростійкість). Результати дисертації впроваджено на ЗАО «АТП-16301» м. Харкова з економічним ефектом понад 30 тис. грн. Матеріали дисертації використовуються в учбовому процесі студентів механічних спеціальностей УКрДАЗТу та ХНАДУ при вивченні курсу “Технологія конструкційних матеріалів”.

Особистий внесок здобувача. Основні результати теоретичних і експериментальних досліджень, які виносяться на захист, отримано здобувачем самостійно. А саме: огляд і аналіз літератури і визначення задач роботи, обґрунтування необхідності розробки нової технології поверхневого зміцнення, визначення оптимальних технологічних параметрів з урахуванням експлуатаційних властивостей, конкретизація математичної моделі впливу поверхневого зміцнення пар тертя на їх працездатність, розробка рекомендацій і впровадження результатів дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертації доповідалися і обговорювалися на науково-технічних конференціях і семінарах: “Прогресивні технології в машинобудуванні” (м. Одеса, 2000 р.), “Сучасні матеріали, технології, устаткування і інструмент в машинобудуванні” (м. Київ, 2000 р.), “Сучасні проблеми підготовки виробництва, обробки і складання в машинобудуванні і приладобудуванні” (м. Свалява, 2003 р.), “Інженерія поверхні і

реновація виробів” (м. Феодосія, 2001 р., м. Ялта, 2003 р., м. Київ, 2004 р.), “Сучасні проблеми підготовки виробництва, заготівельного виробництва обробки і складання в машинобудуванні і приладобудуванні (м. Свалява, 2005 р.), «Високі технології (тенденції розвитку)» (м. Алушта, 2005 р.), а також на конференціях Української державної академії залізничного транспорту (м. Харків, 2002 – 2005 роки). У повному обсязі дисертаційна робота докладалася й обговорювалася на засіданні кафедри “Матеріали та технологія виготовлення виробів транспортного призначення” УкрДАЗТ (м. Харків), а також на розширеному науковому семінарі кафедри „Технологія машинобудування і металорізальні верстати” НТУ “ХПІ” (м. Харків)

Публікації. Основні результати дисертації викладено у 6 статтях, опублікованих у фахових наукових виданнях, затверджених ВАК України, а також у 8 тезах доповідей на конференціях і семінарах. Всього 14 публікацій.

Структура та осяг роботи. Дисертаційна робота містить вступ, 5 розділів основної частини, загальні висновки, список використаної літератури і додатки. Повний обсяг дисертації складає 149 сторінок, з них 44 ілюстрації по тексту, 21 таблиця по тексту, 2 додатки на 7 сторінках, 182 використаних літературних джерел на 16 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ. Обґрунтовано актуальність теми, визначено об’єкт та предмет дослідження, сформульовано мету, задачі, новизну та практичне значення отриманих результатів та наведені основні наукові результати, що виносяться на захист.

Перший розділ. Дана дисертація ґрунтується на працях відомих вчених Арзамасова Б.Н., Арпентьєва Б.М., Внукова Ю.Н., Верещаки А.С., Грабченко А.І., Гладкова О.Є., Добротворського С.С., Клименко С.А., Карпуся В.Е., Лахтина Ю.М., Мовшовича О.Я., Овчарової В.П., Петросяна П.П., Прокошкина Д.А., Солнцева Л.А., Тимофієва Ю.В., Тимофєєвої Л.А. та інших щодо підвищення працездатності деталей технологічними методами, в тому числі завдяки розробці та застосуванню поверхневого зміцнення. Проведено огляд літератури і аналіз умов роботи відповідальних деталей машин на прикладі пар тертя «гільза циліндра – поршневе кільце» та встановлено вимоги, які пред’являються до них.

У цей час у вітчизняній і закордонній практиці відома велика кількість методів поверхневого зміцнення й способів їхньої реалізації.

Статистичний аналіз показує, що більшість із пар тертя виходить з ладу у зв’язку із їх зносом. На відновлення і ремонт деталей витрачаються щорічно величезні державні і приватні кошти. Серед них домінуючу роль займають деталі циліндро-поршневої групи дизельних двигунів. Підвищення їх працездатності є дуже важливою задачею. Відмови в роботі двигуна, що пов’язані із зносом його деталей, потребують значних витрат на заміну запасних частин, а також збільшують витрати на обслуговування та експлуатацію.

Проведено аналіз існуючої технології виготовлення деталей циліндро-поршневої групи транспортних дизелів і встановлено, що вона складається з наступних технологічних операцій: литво; механічна обробка; нанесення зміцнюючого шару.

В даний час гільза циліндра виготовляється литвом з подальшою механічною обробкою, а для зміцнення застосовується хромування з подальшим фосфатуванням. Загальна кількість технологічних операцій дорівнює десяти.

Технологія виготовлення поршневих кілець містить біля тридцяти технологічних операцій, які включають литво, механічну обробку, нанесення зміцнюючого шару.

Нанесення зміцнюючого шару містить гальванічну обробку (нанесення твердого хрому і пористого хрому), що складає двадцять технологічних операцій. Виходячи з аналізу статистичних даних по експлуатації деталей циліндро-поршневої групи, можна стверджувати, що в технологічному циклі виготовлення деталей слабкою ланкою є технологія поверхневого зміцнення.

Підвищення експлуатаційних властивостей деталей, працюючих в умовах тертя і зношування, забезпечується підбором пар тертя з мінімальним значенням коефіцієнта тертя; збільшенням твердості однієї або двох спряжених деталей; створенням на поверхні якісних шарів підбором відповідного мастила.

Одним з найефективніших методів підвищення працездатності пар тертя є створення на поверхні деталей шарів із покращеними структурою і властивостями.

Аналіз існуючих технологій підвищення експлуатаційних властивостей деталей показав, що до теперішнього часу не розроблено технологічний процес поверхневої обробки, за допомогою якого можливо одержувати на робочій поверхні гільз і поршневих кілець шар, що підвищує одночасно зносостійкість і антифрикційні властивості чавуну. Це забезпечувало б безвідмовну роботу деталей циліндро-поршневої групи двигунів внутрішнього згоряння протягом заданого терміну експлуатації.

Аналіз науково-технічної літератури дозволив сформулювати і обґрунтувати мету і задачі дослідження, вирішення яких зробить можливим удосконалити технологію виготовлення відповідальних деталей машин. Пропонується досягнути цього шляхом розробки та впровадження нової технології поверхневої обробки робочої поверхні деталей, що дасть можливість скоротити весь технологічний цикл виготовлення деталей.

В другому розділі обґрунтовано та розроблено нову технологію поверхневої обробки робочих поверхонь деталей.

Суть нової технології полягає в тому, що в якості насичуючого середовища застосовується перегрітий пар водяного розчину фосфорнокислих солей алюмінію і хрому - алюмохромофосфатів. Характерною особливістю є те, що розбавлення їх водою не викликає втрату зв'язуючої стійкості, крім того викликає підвищення їх рідкотекучості, що сприяє заповненню нерівностей і мікротріщин, які є на поверхні деталей (рис.1).

При твердінні утворюються аморфні продукти. Після дегідратації відбувається деяке впорядкування структури продуктів, проте інтенсивна кристалізація починається при 300- 1100⁰С. Як показали результати рентгеноструктурного аналізу, покриття, отримані при різних температурах, мають різний фазовий склад. При 400⁰ С покриття складається в основному з оксидів Fe і алюмофосфатів, при температурі 500-700⁰С з оксидів заліза, ортофосфатів алюмінію (берлінит) і кристалів ортофосфатів хрому.

Рис. 1. Схема поверхні з покриттям.

Сформований поверхневий шар забезпечує зниження жорсткості, підвищення зносостійкості, задиристійкості та припрацьованості спряжених пар тертя.

Дослідження проводилися на чавуні, що безпосередньо використовується для виготовлення деталей циліндро-поршневої групи поршневих кілець і гільз циліндрів.

У цей час для виготовлення гільз і поршневих кілець використовується сірий легований чавун, що містить певну кількість нікелю, хрому, міді, молібдену й інших елементів, що сприяють збільшенню кількості й здрібнюванню перліту в структурі та підвищенню ефективності термічної обробки чавуну.

Зразки для дослідження вирізали із тріфевидних проб і з виливків гільз циліндрів. Як показали випробування, чавун має досить високі механічні властивості.

Для зіставлення ефективності розробленого методу обробки чавунних поверхонь з іншими видами хіміко-термічної обробки, розроблено відповідну методику випробувань і визначено критерії її оцінки. Вона включає характеристику, що представляють найбільший інтерес при експлуатації: зносостійкість й антифрикційні властивості.

В дисертації розроблено методику експериментального і теоретичного визначення триботехнічних властивостей пари тертя гільза циліндра-поршневе кільце.

Найбільш повну оцінку цих властивостей поверхневого шару стосовно до конкретних умов роботи пари тертя (гільза циліндра - поршневе кільце) дають експлуатаційні випробування. Для одержання характеристик експлуатаційних випробувань і оцінки впливу поверхневого шару на тертя було використано машини тертя.

Для досягнення задовільної повторюваності одержуваних даних і збереження протягом експерименту постійних значень основних факторів (тиску, швидкості й температури) були виготовлені зразки необхідної форми, зокрема циліндричний ролик, вкладишу у формі сегменту, увігнута поверхня якого має той же радіус, що й радіус ролика. Тертя відбувалося по площі, де питомий тиск залишається постійним. Випробування проводилося з капілярним змащенням поверхні тертя з регульованою частотою.

Виходячи із пред'явлених вимог, для випробування були обрані контртіла, виготовлені з виливків гільзи, і зразки з матеріалу поршневих кілець. Таким чином, контртіло й зразки по хімічному складу, механічним властивостям і структурі відповідали матеріалу, з якого виготовляють гільзи циліндрів і поршневі кільця автомобіля КАМАЗ.

Для створення жорстких умов роботи пари тертя задавалися такі режими, які випробувань визначалися на основі умов роботи циліндро-поршневої групи двигуна КАМАЗ. Так були призначені навантаження, швидкість ковзання й подача масла. Для визначення зносостійкості була прийнята швидкість ковзання 2м/с при навантаженні від 40 до 2500 Н протягом 24 години. Несучу здатність і коефіцієнт тертя визначали при швидкості 1-3 м/с і навантаженнях від 400 до 2500 Н. При проведенні випробувань масло подавалося в кількості 2-3 краплі у хвилину, щоб забезпечити граничне тертя.

На машинах тертя важко зафіксувати момент появи задира по стану поверхні тертя. Тому за характеристику протизадирих властивостей алюмохромофосфатних плівок було прийняте навантаження, при якому з'являються задири й відбувається

різке зростання моменту тертя. Критерієм зносостійкості служила втрата ваги випробуваних зразків. Після кожного випробування визначали вагове зношування контртіла й зразків зважуванням на аналітичних вагах з точністю до мг.

Коефіцієнт тертя підраховували по формулі, і фіксували навантаження, при якому відбувається зміна моменту тертя.

Відтворюваність експериментів перевірялася за критерієм Кохнера:

$$G = \frac{S_{u \max}^2}{\frac{m}{z_p} S_u^2} \leq G(0.05; fn; fu), \quad (1)$$

де $S_{u \max}^2$ - найбільша з дисперсій у матриці;

S_u^2 - дисперсія, що характеризує розсіювання результатів дослідів на рівні факторів u ;

P - 1,2,... m - кількість паралельних дослідів;

$$S_u^2 = \frac{\frac{m}{z_{p=1}} (Y_{up} - Y_u)^2}{m-1}, \quad (2)$$

де $G(0.05;fn;fu)$ - табличне значення критерію Кохнера при 5% рівні значимості:

m - кількість ступенів волі

n - кількість незалежних оцінок дисперсії.

При аналізі результатів експерименту нерівність (1) виконувалася, що свідчило про відтворюваність процесу. При цьому дисперсія відтворюваності (помилка дослідів) визначалася по формулі

$$S_y^2 = \frac{\sum_{n=1}^n S_u^2}{n}. \quad (3)$$

При визначенні експериментальних значень зношування й коефіцієнта тертя серія дослідів повторювалася двічі, тобто виконувалася по двох визначеннях J_n . Тому значення оцінок дисперсії розраховували по формулі

$$S_n^2 = \frac{\Delta^2}{2}, \quad (4)$$

де Δ - різниця між паралельними дослідями.

У третьому розділі були визначені раціональні технологічні параметри виготовлення деталей циліндро-поршневої групи з поверхневим зміцненням. Для виявлення оптимальних параметрів технологічного процесу зміцнення були проведені дослідження впливу часу витримки, температури витримки, концентрації насичуючого середовища на знос, шорсткість, товщину покриття і твердість та одержані графічні залежності якості поверхонь деталей від параметрів технологічного процесу (таблиці 1, 2, 3).

Таблиця 1.

Вплив часу витримки на знос, шорсткість, товщину шару, твердість

№/№	Час витримки, τ (хвил)	Знос, I (мг)	Шорсткість, Ra (мкм)	Товщина шару, H (мкм)	Твердість, HRC
1	0	2,0	1,0	20	40

2	20	1,1	0,8	40	50
3	40	0,79	0,6	60	63
4	60	0,8	0,65	55	58
5	80	0,9	0,8	40	50
6	100	1,1	0,9	40	45
7	120	1,5	1,0	40	40

Таблиця 2.

Вплив температури на знос, шорсткість, товщину шару, твердість

№/№	Температура витримки, $t^{\circ}\text{C}$	Знос, I (мг)	Шорсткість, Ra (мкм)	Товщина шару, H (мкм)	Твердість, HRC
1	300	1,0	1,0	20	40
2	400	0,98	0,82	30	44
3	500	0,9	0,8	40	50
4	600	0,85	0,6	60	63
5	700	0,9	0,65	50	55
6	800	1,0	0,7	40	50
7	900	1,1	0,8	30	48

Таблиця 3.

Вплив концентрації алюмохромофосфатів на знос, шорсткість, товщину шару, твердість

№/№	Концентрація насичуючого середовища, %	Знос, I (мг)	Шорсткість, Ra (мкм)	Товщина шару, H (мкм)	Твердість, HRC
1	0	1,3	1,0	20	30
2	2	0,98	0,9	30	40
3	4	0,9	0,8	40	50
4	6	0,8	0,6	55	63
5	8	0,85	0,65	60	60
6	10	0,9	0,7	50	55
7	12	1,2	0,8	40	50

По розробленому в дисертації алгоритму за допомогою програми MathCAD були визначені оптимальні параметри технологічного процесу в залежності від експлуатаційних властивостей деталей та змодельовані залежності кожного з властивостей покриття від параметрів технологічного процесу поверхневого зміцнення (приклади наведено на рис. 2 і 3).

Рис. 2. Залежність зносу J , (мг) від часу витримки τ , (хвил) та концентрації розчину c , (%).Рис. 3. Залежність зносу J , (мг) від часу витримки τ , (хвил) та температури t , ($^{\circ}\text{C}$).

В четвертому розділі експериментально перевірено достовірність запропонованих теоретичних підходів стосовно розробки та впровадження нової технології поверхневого зміцнення, та вплив цієї технології на експлуатаційні властивості пари тертя „гільза циліндра - поршневе кільце”.

Для підтвердження ефективності запропонованої технології поверхневого зміцнення зразки з сірого модифікованого чавуну обробляли в парогазовому середовищі з подальшим охолодженням до кімнатної температури на повітрі. Обробку проводили перегрітою парою водного розчину 5-8% алюмохромофосфатної солі при температурі $600 \pm 20^\circ\text{C}$ протягом 40 хвилин, а охолодження проводилося до температури 200°C разом з контейнером, а потім на повітрі [АС №45841С2].

В результаті такої обробки на поверхні чавуну утворюється шар простих і складних оксидів, легованих хімічними елементами, які входять до складу як основи матеріалу, так і насичуючого середовища. Поверхневий шар складається з оксидів алюмінію, хрому і шпінелей на основі оксиду заліза. Ці фази в поверхневому шарі значно підвищують експлуатаційні властивості.

Для доказу переваг розробленої технології поверхневої обробки перед іншими проведено додаткові випробування після різних видів обробки. Перевірялися припрацювання, задиростійкість, зносостійкість, визначалися значення коефіцієнта тертя. Проведені дослідження показали, що задир необробленого чавуну починається при навантаженні 800-1000 Н, після базової обробки (хромування гальванічне) – 1800 Н. В той же час деталі з модифікованою поверхнею (алюмохромофосфатуванням) працюють без появи задири при навантаженні 2400-2500 Н.

Ефект підвищення задиростійкості, що досягається при алюмохромофосфатуванні, супроводиться зниженням сил тертя, про що свідчить зниження коефіцієнта тертя.

Проведені експериментальні дослідження властивостей покриттів, одержаних по новій технології, в порівнянні з існуючими до теперішнього часу (гальванічна обробка) наведено в табл. 4.

Таблиця 4.

Порівняльна характеристика пар тертя

	Триботехнічні характеристики				Механічні характеристики		Технологічність зміцнення	
	лінійний знос, мкм/км	задиристійкість, Н	припрацювання, год	коефіцієнт тертя	шорсткість, R_a мкм	твердість, HRC	кількість технологічних операцій	час на проведення операцій, год
гальванічне покриття	0,36	1000-800	9	0,02-0,03	0,3-0,32	46-50	2	1,5
нове покриття	0,12-0,16	2000-2250	5,7	0,01-0,009	0,16-0,3	58-60	1	0,5

Для доказу переваг розробленої технології поверхневого зміцнення в порівнянні з другими способами були проведені експериментальні дослідження

різних видів обробки. Перевірялися припрацювання, задиростійкість, зносостійкість, значення коефіцієнту тертя (рис. 4,5,6).

Для необроблених чавунних зразків при терті із мастильним матеріалом і навантаженні 400 Н коефіцієнт тертя має значення 0,16, при збільшенні навантаження до 800 Н, коли з'являються задири, значення коефіцієнта тертя також збільшується і досягає 0,23.

Рис. 4. Вплив нової технології поверхневої обробки на опір задирам.

1 – необроблені зразки; 2 – хромовані зразки; 3 – алюмохромофосфатовані зразки

Рис. 5. Вплив нової технології поверхневої обробки на значення коефіцієнту тертя.

1 – необроблені зразки; 2 – хромовані; 3 – алюмохромофосфатовані

Після хромування мають місце високі значення коефіцієнта тертя (до 0,45). Але при збільшенні навантаження не спостерігається різке збільшення цього коефіцієнту і при 1800 Н його значення складає 0,40-0,45.

Для алюмохромофосфатованих зразків при навантаженні від 400 до 2500Н коефіцієнт тертя практично не змінюється і має значення 0,07-0,1.

Таким чином, алюмохромофосфатування дає можливість майже в 3-3,5 рази зменшити значення коефіцієнта тертя порівняно з традиційною (базовою) технологією.

Як показали дослідження, залежність інтенсивності зносу від питомого тиску зберігає лінійний характер як для алюмохромофосфатованих, так і для необроблених поверхонь.

У необроблених зразків інтенсивність зносу набагато вища, ніж у хромованих і алюмохромофосфатованих. При навантаженні 800 Н вона досягає 0,98 мг. Для хромованих зразків спостерігається більш повільне збільшення зносу при великих навантаженнях, при навантаженні 1800 Н знос складає 0,75 мг. Для алюмохромофосфатованих поверхонь характерним є мінімальний знос при всіх випробуваних навантаженнях від 400 до 2400 Н. Знос знаходиться на рівні 0,3-0,34 мг (рис.6).

Застосування нової технології поверхневої обробки дає можливість зменшити хвилястість поверхні і зменшити макро- і мікронерівності за рахунок заповнення їх сформованим покриттям.

Рис. 6. Вплив нової технології поверхневого зміцнення на знос пари тертя:

1 – необроблені зразки; 2 – хромовані; 3 – алюмохромофосфатовані

Таким чином, проведені комплексні дослідження експлуатаційних властивостей поверхневого шару виявили переваги алюмохромофосфатованого шару в порівнянні з існуючими методами обробки пари тертя „гільза-поршневе кільце”. Забезпечується підвищення зносостійкості гільз і поршневих кілець в 1,9 рази; зниження значення коефіцієнту тертя в 3-3,5 рази; підвищення задиростійкості в 1,6-1,8 рази.

Для вивчення впливу технології поверхневої обробки на експлуатаційні властивості транспортних засобів (на прикладі автомобіля КАМАЗ) було уточнено і конкретизовано математичну модель залишкового ресурсу двигуна автомобіля з

урахуванням впливу нової технології поверхневого зміцнення. Проведений в дисертаційній роботі аналіз літератури по вивченню інтенсивності зношування основних пар тертя двигуна від зовнішніх умов дозволив встановити, що залежно від навантажено-швидкісного режиму, фізико-хімічної дії середовища і інших чинників при зношуванні сполучень двигуна можуть виникати різні поєднання механічних, фізичних і хімічних процесів.

При цьому, як правило, має місце перевага одного з них, супутні явища мало впливають на інтенсивність зношування пар тертя двигуна.

З теоретичних досліджень, виконаних А.В.Бажиновим, встановлено, що інтенсивність зношування пар тертя двигуна може бути представлена у вигляді

$$I_{ДВС} = a_1 \left\{ P_e (1 + 0.012 \cdot P_e) + \left[\frac{0.66n}{(1 - 10^{-4} n)} \right]^2 \cdot 10^{-3} \right\}. \quad (5)$$

Коефіцієнт a_1 автор моделі називає коефіцієнтом корегування інтенсивності зношування пар тертя, що враховує індивідуальні особливості двигуна при визначенні залишкового ресурсу пар тертя. Цей коефіцієнт визначається по емпіричному рівнянню:

$$a_1 = \frac{c^3 \sqrt{V_h}}{L_{кр}^n}, \quad (6)$$

де V_h – об'єм двигуна в літрах; $L_{кр}^n$ - нормативне значення пробігу силового агрегату до капітального ремонту, км; c – коефіцієнт, що характеризує індивідуальні якості двигуна.

Із збільшенням значення нормативного пробігу силового агрегату до капітального ремонту спостерігається зниження вказаного коефіцієнту, що характеризує індивідуальні якості двигуна. Значення коефіцієнту c визначають за даними інтенсивності зміни діагностичного параметра в області напрацювання, а потім, підставляючи отримане значення коефіцієнта корегування в рівняння інтенсивності зношування пар тертя, знаходять залишковий ресурс сполучення з урахуванням навантажувально-швидкісного режиму, передбачуваного на майбутній період часу.

В роботі А.В.Бажинова коефіцієнт c характеризує індивідуальні якості двигуна (якість складання, виготовлення, змазування і т.п. пар тертя двигуна). В нашому випадку коефіцієнт c служить показником технології виготовлення і зборки деталей циліндро-поршневої групи дизелів. Якщо технологію зборки не змінювати, то удосконалити технологію виготовлення деталей можна за рахунок використання нового способу поверхневого зміцнення. Для цього в лабораторних умовах автором даної дисертаційної роботи були проведені випробування зразків, оброблених по запропонованому методу на машині тертя, і порівняно їх із зразками, обробленими за існуючими технологіями. На основі експериментальних даних одержано графік залежності зносу від часу випробування (рис. 7).

З рисунку можна бачити, що для зразків, оброблених за новою технологією, за один і той же час випробування знос майже в 2,5 рази менше, ніж у зразків, оброблених за існуючою технологією. На підставі отриманих в даній дисертаційній роботі результатів зроблено висновок, що при обробці деталей за новою технологією поверхневого зміцнення коефіцієнт C , що враховує технологію виготовлення, знижується в 2,2 рази і має значення $C = 6,7 \cdot 10^{-3}$, а при обробці існуючими методами $C = 12,8 \cdot 10^{-3}$. В дисертації доведено, що це забезпечує підвищення моторесурсу двигуна.

Рис. 7. Залежність зносу від часу випробування.

1 -деталі, оброблені по існуючій технології, 2 -деталі, оброблені по новій технології.

Навантажувально-швидкісний режим характеризується залежно від зовнішніх умов такими чинниками, як повна вага автомобіля G_a , коефіцієнт сумарного дорожнього опору ψ , радіус кочення колеса r_k , робочий об'єм циліндрів двигуна V_h , передаточне число головної передачі i_0 , середньозважене передаточне число коробки передач i_{kcp} , ККД трансмісії η_{mp} , обтічність автомобіля κP .

Для визначення навантажувально-швидкісного режиму прийняті наступні формули:

$$P_e = 12,5 \frac{r_k}{V_h i_0 i_{kcp} \eta_{mp}} (G_a \psi + 0.077 \kappa F V_a^2), \quad (7)$$

$$n = i_0 i_{kcp} V_a / 0.377 r_k. \quad (8)$$

Для розрахунку загального дорожнього опору залежно від швидкості руху автомобіля можна використовувати формулу

$$\Psi = 0,011 V_{max} \kappa \Gamma / V_a, \quad (9)$$

де V_{max} – максимальна швидкість руху даного автомобіля, км/год; коефіцієнт $\kappa \Gamma$ – вага автомобіля, що враховує середньовзвішенне передаточне число i_{cp} . Це число також може бути визначено з урахуванням швидкості руху автомобіля по формулі

$$i_{kcp} = \delta V_{max} / V_a. \quad (10)$$

Формула справедлива при $V_a < \delta V_{max}$, а при $V_a \geq \delta V_{max}$ слід приймати $i_{kcp}=1$.

Використавши рівняння інтенсивності зношування пар тертя силових агрегатів, значення навантажувально-швидкісного режиму P_e , n , а також ψ і i_{kcp} , отримаємо для циліндро-поршневої групи

$$I_{цпг} = \frac{c_{цпг} \sqrt[3]{V_h}}{L_{кр}} \left\{ (A G_a + B V_a^3) \left[1 + 0.012 (A G_a + B V_a^3) \right] + \left[\frac{0.66 q}{(1 - 10^{-4} q)} \right]^2 10^{-3} \right\}, \quad (11)$$

при $V_a < \delta V_{max}$;

$$I_{цпг} = \frac{c_{цпг} \sqrt[3]{V_h}}{L_{кр}} \left\{ \left(\frac{A' G_a}{V_a} + B' V_a^2 \right) \left[1 + 0.012 \left(\frac{A G_a}{V_a} + B' V_a^2 \right) \right] + \left[\frac{0.66 q' V_a}{(1 - 10^{-4} q V_a)} \right]^2 10^{-3} \right\}, \quad (12)$$

при $V_a \geq \delta V_{max}$.

Для аналізу розрахункового ресурсу двигуна з урахуванням навантажено-швидкісного режиму використовували формулу

$$L_{agr} = K_{цпг} \cdot \delta_{max}, \quad (13)$$

де L_{agr} – пробіг автомобіля, км; $K_{цпг}$ – коефіцієнт, що враховує умови роботи всіх вузлів деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ); δ_{max} – допустимий знос деталей вузлів ЦПГ.

Так, при швидкості руху автомобіля $V_a < \delta V_{max}$ значення коефіцієнта $K_{цпг}$ можна визначити з рівняння для циліндро-поршневої групи двигуна. У результаті формула для знаходження коефіцієнта, що враховує умови роботи деталей циліндро-поршневої групи, буде мати вигляд

$$K_{цпг} = \frac{P_{цпг} \cdot V_a}{60 \cdot \frac{C \cdot \sqrt[3]{V_h}}{L_{цпг}^{кр}} \left\{ (AG_a + BV_a^2) \cdot [1 + 0.012 \cdot (AG_a + BV_a^2)] + \left[\frac{0.66q}{(1 - 10^{-4} \cdot q)} \right]^2 \cdot 10^{-3} \right\}}, \quad (14)$$

де $P_{цпг}$, A , B , q – постійні коефіцієнти для даного автомобіля; V_a - швидкість руху автомобіля; V_h – об'єм циліндрів двигуна; $L_{кр}^{кр}$ – нормативне значення пробігу силового агрегату до капітального ремонту, км.

Рис. 8. Вплив нової технології поверхневої обробки деталей ЦПГ на пробіг автомобіля:

- 1 – пробіг автомобіля, коли деталі виготовлено по новій технології;
- 2 - пробіг автомобіля, коли деталі виготовлено по існуючій технології.

В даній дисертації по формулі (14) проведено розрахунок коефіцієнта $K_{цпг}$ для циліндро-поршневої групи з урахуванням виготовлення цих деталей, а також з урахуванням здобутих в даній дисертації конкретних значень коефіцієнта C , який характеризує вплив нової технології поверхневого зміцнення.

На підставі експериментальних даних, здобутих автором і представлених на рис. 2 даних було побудовано графік залежності впливу поверхневої обробки деталей ЦПГ на пробіг автомобіля (рис.8).

П'ятий розділ присвячено виробничим випробуванням та практичному використанню результатів досліджень. Представлено результати математичної обробки даних вимірів гільз циліндрів дизелів, які пройшли обкатування при серійному способі виготовлення, а також виготовлених за новою технологією. З наведених даних видно, що зноси гільз циліндрів дизелів, що пройшли обкатування за двома способами, підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Максимальні значення зносу гільз циліндрів спостерігаються в перпендикулярних площинах вимірів. Для дизелів, що пройшли обкатування по серійному способу й новому, максимальні зноси перебувають у межах 0,095 мм. У паралельній площині вимірів - 0,08 мм.

Результати математичної обробки даних вимірів дозволяють зробити висновок, що зноси гільз циліндрів дизелів, що пройшли обкатування по серійному способі тривалістю 26 годин, адекватні зносу при проведенні обкатувальних випробувань протягом 8-10 годин із застосуванням нової технології виготовлення.

Скорочення часу обкатувальних випробувань тепловозних дизелів, з обліком наведених критеріальних залежностей, що визначають якість приробляння дзеркала гільзи циліндрів, дозволило значно знизити величину витрати палива. Наведені критеріальні залежності якості припрацювання гільз циліндрів мають чіткий взаємозв'язок з параметром стабілізації витрати палива на кожному обкатному режимі. Відповідно до проведених досліджень інтегральна величина витрати палива

при обкатуванні протягом 26 годин становить 3,6 тонни дизельного палива, а для нової технології при тривалості обкатування 8-10 годин становить 0,9-1,1 тонни.

На підставі теоретичних досліджень та даних, отриманих за результатами експерименту, розроблено технологічну схему та модернізоване обладнання для поверхневої обробки і проведено розрахунок економічної ефективності використання даної технології.

Економічний ефект від застосування нової технології складає 520 грн.(з розрахунку на 1 транспортний засіб). Економічний ефект було досягнуто за рахунок підвищення пробігу агрегату між капітальними ремонтами. Розрахунок економічного ефекту не враховує значне скорочення робочих місць, обладнання, оснащення, зниження енергоємності та матеріалоємності.

При урахуванні перерахованих вище показників і екологічної чистоти технології запропонованого методу поверхневого зміцнення деталей сумарний економічний ефект буде значно вищий.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі вивчених умов роботи і причин виходу із ладу деталей дизелів, а також аналізу існуючих технологій нанесення зносостійких покриттів встановлено, що вони не вичерпали своїх можливостей щодо підвищення працездатності деталей та екологічної чистоти технологічного процесу. Для одержання якісних покриттів можливо використання екологічного чистого метода окислення.

2. В дисертації запропоновано і досліджено новий технологічний процес поверхневого зміцнення. Для забезпечення високих антифрикційних властивостей покриття цей процес рекомендовано проводити в одному технологічному циклі: попереднє активування поверхні і нанесення покриття в насичуючому середовищі перегрітого пару водяного розчину алюмохромофосфатних солей.

3. Виконано комплекс експериментальних досліджень поверхневого шару зразків деталей та встановлено взаємозв'язок між технологічними параметрами, властивостями покриття та працездатністю деталей і моторесурсом транспортних засобів.

4. Установлено, що склад покриття змінюється в залежності від параметрів технологічного процесу. Оптимальні параметри: температура 600 ± 20 °С, час витримки 40 хвилин, концентрація алюмохромофосфатних солей 5-6%. Новий технологічний процес може здійснюватися при використанні серійного модернізованого обладнання.

5. Технологічний процес виготовлення та відновлення деталей із застосуванням нових покриттів зменшує тривалість припрацювання майже вдвічі, збільшує зносостійкість пар тертя. Підвищення працездатності деталей забезпечує збільшення моторесурсу дизелів майже в два рази. Це дає підстави рекомендувати новий технологічний процес поверхневого зміцнення для широкого впровадження у виробництво тепловозних, автомобільних і судових дизелів.

6. Техніко-економічний аналіз нового технологічного процесу і устаткування свідчить про їх ефективність. Визначено перспективні області їх використання. Розроблено типовий технологічний процес нанесення покриття.

Економічний ефект від впровадження нової екологічно чистої технології забезпечується за рахунок підвищення експлуатаційних властивостей, зниження

собівартості деталей, економії матеріалів та скорочення кількості технологічних операцій фінішної обробки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бойчук В.Б., Тимофеев С.С. Влияние физико-химических процессов в зоне контактов на триботехнические характеристики пар трения // Тезисы ежегодной международной научно-технической конференции . – Одесса, 2000. – С.244-245.

Здобувачем запропоновано рекомендації щодо розробки технологічних процесів одержання поверхневих шарів з заданими триботехнічними властивостями.

2. Бажинов А.В. Тимофеев С.С. , Повышение износостойкости деталей поршневых колец автотракторных двигателей // Тезисы международной научно-технической конференции. – Феодосия, 2001. – С.20-21.

Здобувачем проведені порівняльні дослідження існуючих і нового технологічних процесів підвищення зносостійкості поршневих кілець.

3. Тимофеева Л.А., Коровин В.В., Тимофеев С.С. Повышение долговечности деталей шатунно-кривошипного механизма тепловозных двигателей // Тезисы международной научно-технической конференции. – Феодосия, 2001. – С.128-129.

Здобувачем розроблена нова технологія поверхневого зміцнення.

4. Тимофеева Л.А., Проскурина Л.В., Тимофеев С.С. Повышение эксплуатационных характеристик деталей масляного насоса двигателя СМД 60 // Збірник наукових праць НТУ «ХПИ». - 2001. - №1. – С.263-265.

Здобувачем розроблені теоретичні принципи формування покриттів, що забезпечують підвищення зносостійкості пар тертя двигунів.

5. Остапчук В.Н., Проскурина Л.В., Тимофеев С.С. Управление условиями антифрикционности и фрикционности узлов трения // Тяжелое машиностроение. – 2002. - №3. – С.27-28.

Здобувачем встановлено взаємозв'язок між технологією виготовлення деталей та їх експлуатаційними властивостями.

6. Тимофеев С.С. Повышение износостойкости деталей ЦПГ двигателей внутреннего сгорания // Тезисы международной научно-технического семинара. – Свалява, 2003. – С.157-159.

7. Тимофеев С.С. Повышение ресурса деталей цилиндро-поршневой группы автомобилей // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. - 2004. - №61. – С.94-100.

8. Ивашутин В.М., Тимофеев С.С., Повышение эксплуатационных свойств чугунных деталей транспортных средств // Новини науки Придніпров'я . – 2004. - №3. – С.54-60.

Здобувачем розроблено технологічний процес, який забезпечує формування багат шарового покриття.

9. Тимофеев С.С. Повышение работоспособности транспортных средств // Тезисы международной научно – технической конференции. – Киев, 2004. – С.201-203.

10. Тимофеев С.С. Усовершенствование технологи изготовления деталей цилиндро-поршневой группы транспортных дизелей // Тезисы международной научно-технической конференции. – Свалява, 2005. – С.163-164.

11. Тимофеев С.С. Повышение эксплуатационных свойств деталей транспортных средств // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – 2005. - №33. – С.62-64.
12. Перепелица Б.А., Тимофеев С.С. Совершенствование технологии изготовления деталей цилиндро-поршневой группы транспортных дизелей // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. - 2005. - №69. – С.94-99.
Здобувачем одержані закономірності впливу технології виготовлення деталей циліндро-поршневої групи на їх зносостійкість.
13. Тимофеев С.С. Повышение эксплуатационных свойств деталей транспортных средств // Тезисы международной научно-технической конференции. – Киев, 2005. – С.221-222.
14. Тимофеев С.С. Повышение износостойкости чугуновых деталей // Тезисы международной научно-технической конференции. – Киев, 2006. – С.165-167.
15. Тимофеев С.С. Патент Украины №45841 А на изобретение «Способ химико-термической обработки деталей из металлов и сплавов»

Анотація

Тимофеев Сергій Сергійович «Удосконалювання технології фінішної обробки деталей двигунів з метою підвищення працездатності». – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 - технологія машинобудування - Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2006.

В роботі вивчено умови роботи й причини виходу з ладу деталей циліндро-поршневої групи дизелів, а також виконано аналіз існуючих технологій нанесення зносостійких покриттів. Встановлено, що гальванічний спосіб разом з фосфатуванням не завжди забезпечує задану працездатність деталей. Конкретизована математична модель залежності експлуатаційних властивостей пари тертя гільза циліндр-поршневе кільце від технології їхнього виготовлення.

Запропоновано й розроблено новий технологічний процес поверхневого зміцнення пари тертя гільза циліндр-поршневе кільце. Для забезпечення високих антифрикційних властивостей покриття цей процес рекомендовано здійснювати в одному технологічному циклі: попереднє активування поверхні та нанесення покриття в насичуючому середовищі перегрітої пари водяного розчину алюмохромофосфатних солей.

Встановлено, що состав покриття змінюється залежно від параметрів технологічного процесу. Рациональні параметри: температура $600^{\pm 20^{\circ}\text{C}}$, час витримки 40 хвилин, концентрація алюмохромофосфатних солей 5-6%. Новий технологічний процес може здійснюватися при використанні модернізованого серійного устаткування.

У дисертації виконано комплекс експериментальних досліджень поверхневого шару зразків деталей і встановлено взаємозв'язок між властивостями покриття і їхньою працездатністю.

Розроблено практичні рекомендації щодо створення та впровадження нової технології поверхневої обробки, що дозволила вдосконалити технологію виготовлення деталей циліндро-поршневої групи дизелів і скоротити кількість технологічних операцій у три рази.

Розроблено типовий технологічний процес, що забезпечує задану якість робочих поверхонь деталей.

Економічний ефект від впровадження нової технології становить 30 тис.грн.

Ключові слова: технологічний процес, фінішна обробка, поверхнєве зміцнення, працездатність, якість, робоча поверхня, шорсткість, моторесурс.

Анотація

Тимофеев Сергей Сергеевич «Совершенствование технологии финишной обработки деталей двигателей с целью повышения работоспособности».– Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения – Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, Харьков, 2006.

В работе изучены условия работы и причины выхода из строя деталей цилиндра-поршневой группы дизелей, а также выполнен анализ существующих технологий нанесения износостойких покрытий. Установлено, что гальванический способ вместе с фосфатированием не всегда обеспечивает заданную работоспособность деталей. Конкретизована математическая модель зависимости эксплуатационных свойств пары трения гильза цилиндра-поршневое кольцо от технологии их изготовления.

Предложен и разработан новый технологический процесс поверхностного упрочнения пары трения гильза цилиндра - поршневое кольцо. Для обеспечения высоких антифрикционных свойств покрытия этот процесс рекомендовано проводить в одном технологическом цикле: предварительное активирование поверхности и нанесения покрытия в насыщающей среде перегретого пара водного раствора алюмохромофосфатных солей.

Установлено, что состав покрытия изменяется в зависимости от параметров технологического процесса. Рациональные параметры: температура $600^{\pm 20} \text{C}$, время выдержки 40 минут, концентрация алюмохромофосфатных солей 5-6%. Новый технологический процесс может осуществляться при использовании модернизированного серийного оборудования.

В диссертации выполнен комплекс экспериментальных исследований поверхностного слоя образцов деталей и установлена взаимосвязь между свойствами покрытия и их работоспособностью.

Разработаны практические рекомендации по созданию и внедрению новой технологии поверхностной обработки, которая позволила усовершенствовать технологию изготовления деталей цилиндра-поршневой группы дизелей и сократить количество технологических операций в три раза.

Разработан типовой технологический процесс, обеспечивающий заданное качество рабочих поверхностей деталей.

Экономический эффект от внедрения новой технологии составляет 30 тыс.грн.

Ключевые слова: технологический процесс, финишная обработка, поверхностное упрочнение, работоспособность, качество, рабочая поверхность, шероховатость, моторесурс.

Summary

Timofeev Sergey «Improvement of finish treatments technology of engines details with the purpose of increase of capacity». – Manuscript.

Thesis on competition of scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 05.02.08 – technology of mechanical engineering. National technical university “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkov, 2006.

The terms of work and cause of breakage the details of cylinder and piston group of diesels are considered in work, and also the analysis of existent technologies of causing of wearproof coverages is executed. It is set, that a galvanic method together with phosphate covering not provides the set capacity of details. The mathematical model of dependence of operating properties of pair of friction cylinders shell - pistons ring from technology of their making is concreted.

It is offered and developed a new technological process of the superficial consolidating of pair of friction shell of cylinder - piston ring. For providing of high antifriction properties of coverage it is recommended to conduct this process in one technological loop: preliminary activating of surface and causing of coverage in the satiating environment of the overheated steam of water solution of aluminum-chrome-phosphate salts.

It is set, that composition of coverage changes depending on the parameters of technological process. Rational parameters: temperature of $600\pm 20^{\circ}\text{C}$, time of keeping 40 minutes, concentration of the aluminum-chrome-phosphate salts 5-6%. A new technological process can be carried out at the use of the modernized serial equipment.

In thesis the complex of experimental researches of superficial layer of models of details is executed and relation between properties of coverage and their capacity is found.

Practical recommendations on creation and introduction of a new technology of superficial treatment which allowed to perfect technology of making of details of cylinder-piston group of diesels and to reduce the quantity of technological operations in three times are developed.

A standard technological process providing the necessary quality of working surfaces of details is developed.

An economic effect from introduction of a new technology is about 30 000 grn.

Keywords: technological process, finish treatment, superficial consolidating, capacity, quality, working surface, roughness, motoresource.