

УДК 621. 793

Діана Глушкова¹, д.т.н., проф.; Володимир Большаков², д.т.н., проф.; Людмила Бодрова³, к.т.н., проф.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

³Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ГАЗОТЕРМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ

Анотація. Робота спрямована на вирішення проблеми підвищення довговічності поршневих кілець за допомогою сучасних методів поверхневої обробки. Досліджено вплив цих методів на зносостійкість і структурні зміни вкладишів підшипників. Особлива увага приділена розробці та аналізу нанесеного покриття методом дводротової металізації сталь-молібденовим покриттям, що має високу корозійну стійкість.

Ключові слова: поршень, сталь, довговічність, структура

Diana Hlushkova, Ph.D., Prof.; Volodymyr Bolshakov, Ph.D., Prof.; Liudmyla Bodrova, Ph.D., Prof.

WEAR RESISTANCE OF DETAILS WITH GAS THERMAL SPRAYING

Annotation. The study investigates the enhancement of piston ring durability using modern processing methods. Special attention is given to the analysis of steel-molybdenum coating, which exhibits high corrosion resistance.

Keywords: piston, steel, durability, structure

Розвиток сучасної сільськогосподарської техніки потребує покращення характеристик матеріалів, зниження витрати металу та підвищення ефективності й якості деталей. Особливу увагу привертає питання зносостійкості, зокрема поршневих кілець. Дослідження в цій галузі, як в Україні, так і за кордоном, а також позитивні результати їх використання, дозволяють широко впроваджувати прогресивні методи. Одним з актуальних завдань у машинобудуванні є підвищення зносостійкості поршневих кілець з високоміцного чавуну. Існуючі покриття для цих кілець часто не відповідають потребам. Тому розробка ефективних покриттів для поршневих кілець є важливим завданням.

Поломка поршневих кілець стає поширеною проблемою у більшості типів двигунів. Електролітичне хромування, широко використовуване в машинобудуванні, у багатьох випадках не відповідає вимогам, що ставляться до цих кілець. Пористий шар хрому, товщиною 40-50 мкм, витрачається за декілька сотень годин, після чого робоче навантаження призводить до спрацювання твердої основи. Електролітичний хром також не ефективний у високотемпературних умовах і може піддаватися вологій корозії.

Один з прогресивних методів зміцнення деталей циліндро-поршневої групи - це газоплазмове напилення. Умови роботи поршневих кілець вимагають індивідуального підходу до вибору покриттів. Хоча основні принципи отримання покриттів розроблені, ефективність кожного методу завжди залежить від зміни властивостей і структури матеріалів під час напилення. Для багатьох сплавів структура та властивості покриттів не завжди можуть бути передбачені. Тому потрібні широкі експериментальні дослідження структури і властивостей після напилення.

Були обрані ряд порошкових матеріалів для зміцнення поршневих кілець, які мають властивості, необхідні для умов роботи цих деталей та відповідають вимогам до

напилюваних матеріалів. Покриття зі сплавів, які самофлюсуються, зокрема ПНХСР, рекомендуються для стійкості до абразивного та ерозійного зношування в умовах корозії. Тому порошкові матеріали, такі як ПН73Х16СЗР3, ПН70Х17СХР4, які в чистому вигляді чи в комбінації з карбідами хрому, були взяті за основу для підвищення опору абразивному зношуванню поршневих кілець, виготовлених із сірого чавуну.

Структура часток шару свідчить про їх формування розплавленими частками, проте частки, які залишилися нерозплавленими, мають більші розміри і часто згруповані (рис. 1). Ці експериментальні дані свідчать про те, що низька щільність хромо-нікелевих покриттів пояснюється фізико-механічними властивостями самого сплаву у рідкому та твердому станах.

Зв'язок неоплавленого покриття із чавуном є незадовільним. На межі покриття та підкладки можна спостерігати чергування ділянок гарного та поганого контакту, а у деяких місцях зв'язок взагалі відсутній. Однак оплавлене покриття відзначається значним підвищенням щільності та відмінним зв'язком з підкладкою. Розрахунки показують пористість оплавленого покриття приблизно 1,3%.

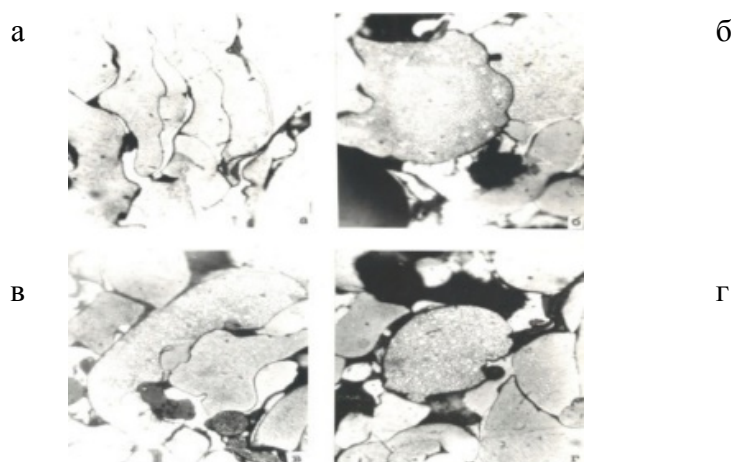


Рис. 1 – Структурні елементи неоплавленого покриття ПГСР4: а, в – деформовані частки; б, г – недеформовані частки.

Література не надає конкретних даних щодо структури досліджуваних сплавів системи Ni-Cr-Si-B з вуглецем і залізом. Відзначається лише, що їх висока твердість і зносостійкість пояснюються присутністю карбідів, боридів, карбоборидів у структурі. Зазвичай, хром, нікель і залізо повинні утворювати між собою тверді розчини. Кремній розчиняється в нікелі до 5% та в хромі до 1%, утворюючи ряд силіцидів хрому при більшому вмісті.

Вуглець, ймовірно, взаємодіє з хромом і бором, оскільки нікель і кремній не утворюють карбідів. З хромом вуглець може утворювати карбіди у складі евтектик та перитетик.

Хоча характер перетворень у багатокомпонентній системі залежить від багатьох параметрів, основною структурою розглянутих сплавів повинен бути багатокомпонентний твердий розчин на основі нікелю. У роботі досліджено структуру та властивості такого сплаву в шарі і їх зміни під час деяких технологічних операцій.

Випробування на зносостійкість проводилися з метою підвищення тривалості служби поршневих кілець, які працюють в умовах високих ударних навантажень і абразивного зношування. Для порівняння використовувалася загартована ТВЧ сталь 38ХС. Експериментальні дані показали, що покриття сплавами Ni-C-Si-B значно підвищують зносостійкість виробів, зменшуючи при цьому зношування самої деталі. Додавання карбідів Cr₃O₂ більш ніж у три рази підвищує зносостійкість покриття порівняно зі сталлю 38ХС. Загартування покриттів з добавками карбідів хрому трохи знижує зносостійкість, але все-таки залишає її на високому рівні. Це свідчить про можливість термічної обробки виробу разом з покриттям, якщо потрібно.