

УДК 631.3.004.8:339.13

**ПОКРАЩЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ ШЛЯХОМ
МОДИФІКУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИМ МАТЕРІАЛОМ**

**Сідашенко О.І. к.т.н., проф.,
Лузан А.С.**

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

Abstract

The results of studies of the tribological characteristics of the deposited coatings based on PG-10N-01 alloy modified with a composite material containing titanium carbide and diboride are presented. The results indicate an increase in wear resistance of the modified weld coating compared with PG-10N-01 alloy.

Keywords: modification, composite material, tribological properties, wear resistance

Вступ

Парк автотранспортних засобів в Україні по технічному рівню, моральному і фізичному зносу вимагає відновлення, терміни амортизації майже у 50 % машин значно перевищені (більше 10 років). Ресурс двигуна після ремонту за технічних умов повинен бути не нижчим 80 % ресурсу нового двигуна, проте насправді складає тільки 30-50 %. Середнє напрацювання на відмову трактора Т-150К в 2 рази, а термін служби в 2-3 рази менше, ніж у зарубіжних аналогів. У даній ситуації виникає гостра необхідність в підвищенні довговічності деталей при ремонті транспортних засобів.

Аналіз попередніх досліджень

Практика експлуатації машин і устаткування підтверджує, що найбільш поширеною причиною їх виходу з ладу, в 80 випадках з 100, є не поломка, а знос і пошкодження робочих поверхонь [1-6]. Агрегати й вузли автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин являють собою сукупність безлічі деталей типу: вал, втулка, важіль, корпус, шестірня, що зазнають у процесі експлуатації впливу різного роду навантаження і середовища, які приводять до необоротних процесів зношування їх робочих поверхонь.

При обробці статистичних даних по відмовах деталей автомобілів встановлено наступний їхній розподіл: зношування – 53,4%; руйнування (тріщини, поломка, обривши частини деталі) – 18,9%; деформація (розтягання, скручування, вигин) – 10,4%, інші види дефектів – 17,3%. Аналізуючи дефекти деталей, що виникають при експлуатації, слід мати на увазі, що кожна окрема деталь піддається різному навантаженню, виду деформацій і умовам змащення.

При узагальненні видів зношування деталей, які виникають в експлуатації машин, виготовлених на різних заводах, установлюються характерні дефекти,

властиві машинам різного призначення. У деталях машин, які вишли з ладу, спостерігається абразивне зношування, втомне руйнування поверхневого шару, контактне схоплювання, зминання й корозія. У числі дефектів зустрічаються тріщини, сколювання й викришування зубів, поломка зубів, скручування шліців і валів.

Абразивне зношування превалює над усіма іншими: близько 40% деталей мають чисто абразивне зношування й 50% – абразивне зношування в комбінації з іншими видами зношування й руйнувань поверхневого шару [7].

Постановка проблеми

В даний час одержав розвиток новий напрям – застосування для відновлення деталей наплавлених покриттів, модифікованих композиційними матеріалами, з метою підвищення їх зносостійкості. Проте, поряд з широкими дослідженнями процесів тертя і зношування матеріалів з гомогенною і мікрогетерогенною структурою [8], зношування композиційних матеріалів (КМ), що містять карбід титана і інші зносостійкі матеріали досліджені недостатньо.

Мета та завдання

Метою даної роботи є дослідження трибологічних характеристик наплавлених покриттів, модифікованих композиційним матеріалом, який містить карбід титану і диборид бору.

Результати вирішення основних завдань

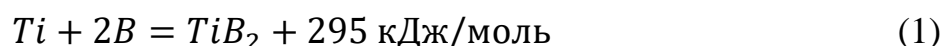
Ця обставина привела до створення нових композиційних матеріалів з високою абразивною зносостійкістю методом високотемпературного синтезу (СВС). При цьому в процесі підготовки шихти для проведення СВС-синтезу проводиться механоактивація компонентів суміші.

Виконання операції механоактивації реакційної суміші в атриторі дозволяє зробити взаємоподрібнення вихідних порошків і сформувати композиційні частки з рівномірним розподілом вихідних реагентів за обсягом, а також знижує тепловтрати при синтезі, підвищує активність системи і гомогенність продукту горіння. Найбільш популярними є композиції на основі карбиду титану. Це пов'язано з високим екзотермічним ефектом реакції створення карбиду титану з елементів (179 кДж / моль), що забезпечує широкий вибір матеріалу зв'язки [9].

Завдяки теплу, що виділяється температура твердих і розплавлених продуктів реакції досягає 2500-3500 К, тому реакція не залежить від зовнішніх джерел нагріву і може поширюватися як хвиля горіння, що сама виробляє енергію для свого поширення. Незважаючи на високу температуру, перехід будь-якого з компонентів суміші в газову фазу незначний, і їм можна знехтувати. Бор є одним з найбільш ефективних і економічних мікролегуючих елементів сталі. У більшості випадків мінімальна концентрація бору в металі для отримання позитивного результату становить близько однієї тисячної

масової частки відсотка. Унікальність бору полягає в тому, що при такому малому вмісті в сталі, він здатний мати на її властивості вплив, еквівалентний дії значно більшої кількості таких легуючих елементів, як Cr, Mo, Ni та ін. Використання бору для легування сталі привабливо також з точки зору безпеки його застосування і екологічної нешкідливості. Однак, існують певні труднощі з борним мікролегуванням сталі, які до теперішнього часу залишаються невирішеними. Традиційним матеріалом, використовуваним для борного легування сталі, є ферробор. Багаторічна практика застосування ферробору показала, що здійснити мікролегування сталі бором з його допомогою досить складно. Пов'язано це, в першу чергу, з високою реакційною здатністю бору в сталевому розплаві і його високою хімічною спорідненістю по відношенню до кисню і азоту. Крім того, в більшості випадків потрібно забезпечити в металі вкрай малу концентрацію розчиненого бору.

Тому, при отриманні композиційного матеріалу будемо синтезувати диборид титану:



В якості вихідних матеріалів для отримання порошкових наплавочних сумішей використовували порошки титану марки ВТ1-0, бору В, вуглецю марки ПМ-15 з метою синтезування карбіду і дибориду титану. Крім того, для збільшення теплового ефекту в процесі синтезу карбіду і дибориду титану в механічну суміш, вводиться термореагуючий порошок алюмініду нікелю ПТ-НА-01, алюмінієвий порошок ПАП-1 ГОСТ 5494-95 і оксид заліза Fe₂O₃. Фракційний склад всіх вихідних порошкових компонентів знаходився в межах (63...100) мкм.

Обрані компоненти змішувалися, і отримана порошкова суміш піддавалася механічній активації. Вибір даного способу впливу на матеріали обумовлений необхідністю створення композитів, в мікрооб'ємах яких повинна відбуватися реакція СВС. Функцію матричного матеріалу виконував самофлюсуючий наплавочний порошок марки ПГ-10Н-01 ТУ 322-19-004-96.

На рис. 1 представлені результати зносних випробувань наплавлених покриттів ПГ-10Н-01 і ПГ-10Н-01, модифікованих композиційним матеріалом, отриманим із застосуванням СВС-процесу з наступних компонентів (Ti+B+C+Fe₂O₃+Al), на машині тертя типу МІ за схемою диск-колодка в середовищі індустриального мастила з питомим навантаженням 8 МПа.

З аналізу рис. 1 видно, що навіть мале додавання КМ значно підвищує зносостійкість покриття в порівнянні з матричним сплавом ПГ-10Н-01. Характер кривої свідчить про те, що зі збільшенням вмісту в матеріалі що наплавляється КМ інтенсивність зношування зменшується і при досягненні вмісту 20% КМ її величина в 2,35 разів менше, ніж у матричного сплаву ПГ-10Н-01. Експериментально встановлено, що перевищення вмісту в композиційному матеріалі синтезованого модифікуючого композиційного

матеріалу більше 20% погіршує його наплавочно-технологічні властивості.

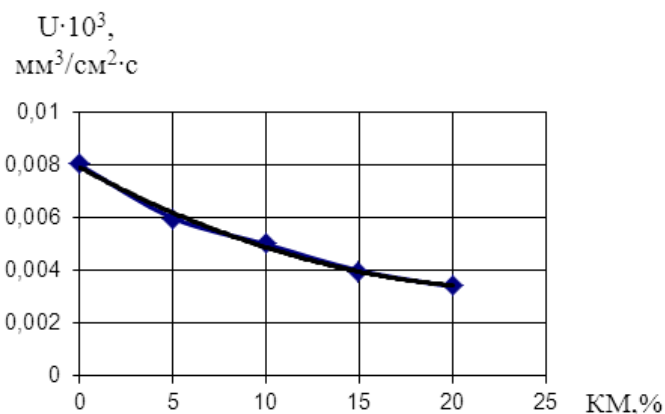


Рисунок 1 – Залежність інтенсивності зношування наплавленого покриття на основі сплаву ПГ-10Н-01 в парі зі сталлю 45 НРС 50 від змісту композиційного матеріалу

На рис. 2 показані залежності коефіцієнтів тертя $k_{\text{тр}}$ у наплавлених покриттях на основі сплаву ПГ-10Н-01 від питомого навантаження в процесі тертя. Результати випробувань показали, що коефіцієнти тертя у наплавлених покриттях на основі сплаву ПГ-10Н-01, що містять KM, незначно вище, ніж у матричного матеріалу ПГ-10Н-01. Необхідно відзначити, що зі збільшенням вмісту KM в наплавляемому матеріалі, коефіцієнт тертя незначно зростає. Це можна пояснити тим, що тверді частинки карбіду і дибориду титану в умовах тертя вириваються з поверхні покриття і потрапляють в зону тертя, утворюючи канавки в більш м'якому матричному матеріалі, що і призводить до підвищення коефіцієнтів тертя. При збільшенні питомої тиску до 8 МПа за рахунок приробітки і наявності продуктів зносу в зоні тертя зразків коефіцієнт тертя знижується, що пояснюється заповненням продуктами зносу канавок, що утворилися в матричному матеріалі.

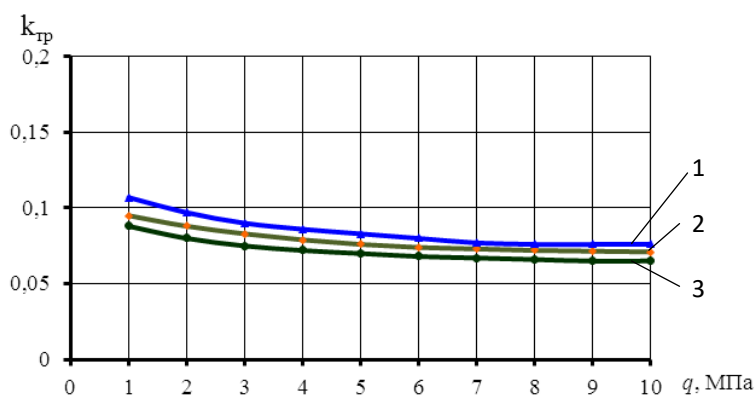


Рисунок 2 Залежності коефіцієнтів тертя $k_{\text{тр}}$ у наплавлених покриттях на основі сплаву ПГ-10Н-01 від питомого навантаження в процесі тертя:

1 – 80% ПГ-10Н-01 + 20% KM; 2 – 90% ПГ-10Н-01 + 10% KM; 3 – ПГ-10Н-01

Мікроструктура наплавлених покриттів являє собою матричний матеріал

– сплав ПГ-10Н-01, в якому рівномірно розподілені тверді включення, ймовірно, ґрунтуючись на результатах виконаних досліджень, це частинки карбіду (TiC) і диборида титану (TiB₂), карбіду заліза (Fe₃C) [9].

Висновки

Розроблено зносостійкий композиційний матеріал для модифікування наплавлених покриттів на основі самофлюсуючого сплаву ПГ-10Н-01 ТУ У 322-19-004-96, що підвищує триботехнічні властивості наплавленого покриття на основі сплаву ПГ-10Н-01, так зносостійкість відновлювального покриття збільшується до 2,35 разів.

Література

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): [учебник] / Гаркунов Д. Н. – М. : МСХА, 2002. – 632 с.
2. Лебедев С. Повышение безотказности тракторов в реальных условиях эксплуатации / С. Лебедев // Техніка і технології АПК. – К., 2011. – № 3. – С. 14-17.
3. Вибрация и надежность транспортных машин. / [Мигаль В.Д., Мищенко В.М., Волков В.П. и др.]; под ред. В.Д.Мигалья. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2007. – 383 с.
4. Ксенович И.П. Обеспечение надежности сложных технических систем на стадии проектирования / И.П. Ксенович // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009. – № 1. – С. 36-42.
5. Кугель Р. В. Основные задачи проблемы надежности машин / Р. В. Кугель // Вестник машиностроения. – 1981. – № 11. – С. 49-55.
6. Асоян А. Р. Анализ физико-механических свойств металла коленчатых валов, восстановленных нанесением наплавочных металлопокрытий / А. Р. Асоян и др. // Автотранспортное предприятие. – 2012. – №4. – С. 45-48.
7. Лузан С.О. Комплексна оцінка номенклатури деталей, які визначають ресурс мобільної техніки та її безпеку / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2014. – Вип. 148. – С. 478-485.
8. Сорокин Г.М. Трибология сталей и сплавов / Г.М. Сорокин – М.: ОАО"Недра", 2000. – 317с.
9. Лузан С.А. Получение и исследование восстановительных покрытий на деталях машин с использованием механокомпозитов, содержащих TiC и TiB₂ / С.А. Лузан, А.И. Сидашенко, А.С. Лузан // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 47, ч. II. – Кропивницький: 2017. – С. 159-166.
10. Hrynkiv A. Operational evaluation of motor oils of trucks by their thermal oxidative stability. Технологический аудит и резервы производства. - Харків : Технологічний центр. 2019. - № 3 (1). - С. 25-30.