

УДК 621.793.7

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ОСНОВІ МОДИФІКУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИМ МАТЕРІАЛОМ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ

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

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

Abstract

To restore machine parts used quite a large range of materials in the form of wire, powders, flexible cords, etc. However, it is not always possible to provide the required resource for the restoration of parts working in abrasive and corrosive environments. One of the modern directions of increasing the wear resistance and other properties of reducing coatings is the use of composite materials. This paper presents the results of research on the development of a composite modifying material to control the properties of reducing coatings based on commercially available powder material PG-10N-01. It is shown that the developed composite material obtained using the SHS process from a powder mixture of Ti+C+SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Al+PT-NA-01 provides a higher (1.65 times) abrasive resistance of the deposited alloy coating PG-10N-01 when modifying its composite material in the amount of 20%.

Keywords: composite material, tribological properties, wear resistance

Вступ

Основними причинами відмов машин є знос (до 60 % відмов) і механічні пошкодження деталей (близько 20 %). Велика частина (до 70 %) зношених деталей – це деталі з перетином циліндричної форми (вали, осі), що працюють в умовах сполучення. До 80 % зношених деталей вибраковується при зносі до 0,6 мм, причому більшість з них – при зносі до 0,3 мм [1, 2].

Експлуатаційні властивості деталей – зносостійкість, корозійна стійкість, стійкість до втоми та ін. – залежать від якості поверхневого шару. Поверхневий шар характеризується макро- і мікрогеометричними параметрами і фізико-механічними властивостями. До геометричних параметрів відносять шорсткість, хвилястість, відхилення від заданої геометричної форми. Набір фізико-хімічних параметрів включає структуру, фазовий склад, хімічний склад, механічні властивості, деформацію (наклеп), залишкові напруги.

Найбільш поширеними способами відновлення зношених деталей машин є газотермічні методи напилення і електродугове наплавлення [3, 4]. Для відновлення деталей машин промисловістю випускається досить велика номенклатура матеріалів у вигляді дроту, порошків, гнучких шнурів і т. д. Однак не завжди вдається забезпечити необхідний ресурс при відновленні деталей, що працюють в абразивному і корозійному середовищах. Тому залишається актуальним створення нових більш стійких матеріалів. Одним з

напрямок є розробка модифікуючих композиційних матеріалів для керування властивостями відновлювальних покриттів на основі матеріалів, які випускаються серійно.

Аналіз попередніх досліджень

В монографії [5] на основі аналізу впливу ряду факторів: навантаження, частоти обертання, ступеня забруднення мастильного середовища, конструктивних особливостей вузлів, сполучень на інтенсивність зношування та динаміку накопичення втомних пошкоджень, а також з урахуванням накопиченого досвіду підвищення працездатності деталей та вузлів на Харківському тракторному заводі була визначена номенклатура деталей шасі колісних тракторів типу Т-150К які вимагають підвищення довговічності. Номенклатура містить 36 деталей. Переважаючі види пошкоджень: знос – 33 деталі, питтинг зубів – 2 деталі, спікання втулки з валом – 1 деталь. Якщо проаналізувати вибрані можливі шляхи підвищення довговічності, то на частку зміцнюючих технологій припадає 9 деталей (плазмове напилення – 3 дет., хіміко-термічне зміцнення – 3 дет., лазерне зміцнення – 3 дет.), що становить понад 27%, а серед них плазмове напилення і лазерне зміцнення займають обсяг 67%.

Ресурс більшості машин залежить від відносно невеликої кількості деталей. Це дозволяє планувати обсяги їх відновлення, розробляти, випускати і впроваджувати спеціальне обладнання, створювати і розвивати спеціалізовані виробництва, нарощувати обсяги і розширювати номенклатуру відновлення зношених деталей.

Агрегати і вузли автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин являють собою сукупність безлічі деталей типу вал, втулка, важіль, корпус, шестерня, що піддаються в процесі експлуатації дії різного роду навантажень і середовищ, що призводять до незворотних процесів, зносу їх робочих поверхонь.

При обробці статистичних даних по відмовам деталей автомобілів встановлено наступний їх розподіл: знос – 53,4%; руйнування (тріщини, полонка, обрив частини деталі) – 18,9%; деформація (розтягування, скручування, вигин) – 10,4%, інші види дефектів – 17,3%.

Необхідно відмітити, що абразивне зношування превалює над усіма іншими: близько 40% деталей мають чисто абразивне зношування і 50% – абразивне зношування в комбінації з іншими видами зношування й руйнувань поверхневого шару [6-8].

Постановка проблеми

В даний час одержав розвиток новий напрям – застосування для підвищення довговічності відновлених деталей машин наплавлених покриттів, модифікованих композиційними матеріалами, з метою підвищення їх зносостійкості.

Мета та завдання

Метою даної роботи є розробка пропозицій щодо підвищення довговічності деталей машин під час їх відновного ремонту шляхом наплавлення покриттів, модифікованих композиційним матеріалом.

Результати вирішення основних завдань

Одним з найбільш ефективних шляхів створення таких композиційних матеріалів є застосування технології високотемпературного синтезу (СВС). Найбільш популярними є склади композиційних матеріалів на основі титану. Це пов'язано з високим екзотермічним ефектом реакції утворення карбіду титану з елементів, що забезпечує широкий вибір матеріалу зв'язки (1).

В якості вихідних матеріалів для отримання композиційного матеріалу використовували порошки титану марки ВТ1-0, вуглецю марки ПМ-15 і оксиди алюмінію і кремнію з метою синтезування карбіду і дибориду титану. Необхідно відзначити, що в якості оксидів використовувалася глина мелена вогнетривка по ТУ У 08.1-35007607-005:2012, що містить 55% SiO_2 , 31,5% Al_2O_3 . Крім того, для збільшення теплового ефекту в процесі синтезу карбіду і диборида титану в механічну суміш вводиться термореагуючий порошок алюмініда нікелю ПТ-НА-01, алюмінієва пудра (порошок) ПАП-1 ГОСТ 5494-95 і оксид заліза Fe_2O_3 .

Обрані компоненти змішувалися, і отримана порошкова суміш піддавалася механічній активації. Вибір цього способу впливу на матеріали обумовлений необхідністю створення композитів, в мікрооб'ємах яких повинна відбуватися реакція СВС. Для отримання механоактивованих порошкових сумішей застосовувався метод механічної активації в кульових млинах. Час процесу механоактивації становив 15 хвилин (рис. 1, а). На рис. 1, а видно, що в результаті механоактиваційної обробки відбулася коагуляція частинок компонентів порошкової суміші, що полегшує протікання СВС-процесу. СВС-процес отримання композиційного матеріалу здійснювали на циліндричних зразках в умовах фронтального підпалювання реагуючого складу, яке здійснювалося електричною дугою.

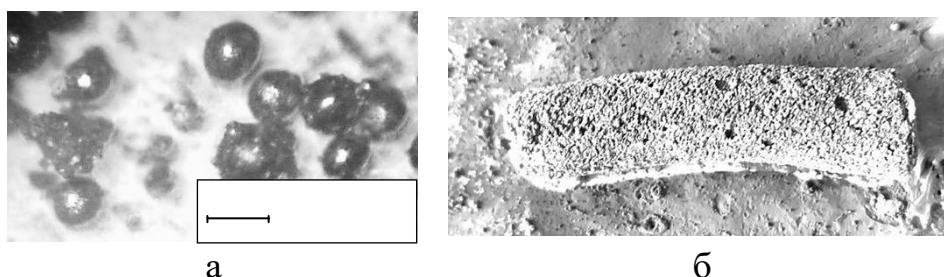


Рисунок 1 – Композиційний матеріал з компонентів $\text{Ti}+\text{C}+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}+\text{ПТ-НА-01}$ після: а – механоактивації; б – СВС-процесу

Після отримання композиційного матеріалу у вигляді спека (рис. 1, б), морфологія якого свідчить про його складний склад, провели його дроблення, додали матричний матеріал ПГ-10Н-01 у кількості 80% і здійснили вібраційну обробку в циліндричному контейнері об'ємом $0,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$, діаметр куль – 4,5 мм, амплітуда коливань 2 мм, частота 4000 хв^{-1} , час обробки – 2 хв.

Зносостійкість наплавлених покриттів оцінювали за результатами випробувань на тертя о закріплені абразивні частинки згідно ГОСТ 17367-71.

Сплав ПГ-10Н-01 приймався в якості контрольного матеріалу, його зносостійкість була прийнята за одиницю. Другий пропонуванний матеріал – синтезований із застосуванням СВС-процесу з компонентів $Ti + C + SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Al + ПТ-НА-01$, додавався в сплав ПГ-10Н-01 в кількості 20% і після змішування піддавався вібраційній обробці на вищевказаному режимі. Отримані результати представлені на рис. 2.

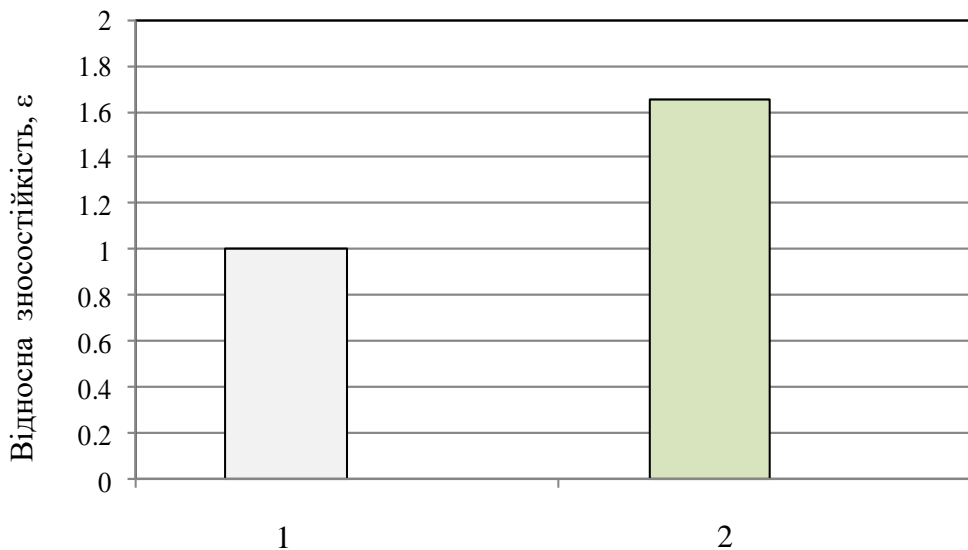


Рисунок 2 - Відносна зносостійкість наплавлених покриттів в умовах впливу закріплених частинок абразиву: 1 – сплав ПГ-10Н-01; 2 – покриття {20% КМ + 80% ПГ-10Н-01}

З аналізу рис. 2 видно, що зносостійкість наплавленого покриття з композиційного матеріалу {20% КМ + 80% ПГ-10Н-01} в 1,65 разів перевищує зносостійкість покриття з самофлюсуючого сплаву ПГ-10Н-01.

Висновки

1. Розроблено композиційний матеріал, одержуваний із застосуванням СВС-процесу з порошкової суміші компонентів $Ti+C+SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+Al+ПТ-НА-01$, який забезпечує більш високу (1,65 разів) абразивну стійкість наплавленого покриття сплавом ПГ-10Н-01 при модифікуванні його композиційним матеріалом в кількості 20%.

2. Застосування розробленого композиційного матеріалу для модифікування наплавляемого покриття на основі сплаву ПГ-10Н-01 електродуговим способом забезпечить підвищення довговічності деталей машин, що працюють в абразивному середовищі.

Література

1. Гаркунов, Д. Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин). М. : МСХА. 2002. 632 с.
2. Иванов, В. П. Технология и оборудование восстановления деталей машин. М.: Техноперспектива. 2007. 458 с.
3. Kolasa, A., Sarnowski, T., Cegielski, P. Regeneration of worn out machine parts surfaces by automatic welding. Przegląd spawalnictwa. 2015. Vol. 87, no. 1. P. 50–57.

4. Voynash, S.A., Gaydukova, P.A., Markov, A.N., Rational Route Choosing Methodology for Machine Parts Restoration and Repair. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 206. P. 1747–1752.

5. Кухтов В. Г. Долговечность деталей шасси колёсных тракторов. Харьков: ХНАДУ. 2004. 292 с.

6. Лузан С.О. Комплексна оцінка номенклатури деталей, які визначають ресурс мобільної техніки та її безпеку. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків: 2014. Вип. 148. С. 478-485.

7. Аулін, В.В., Лисенко, С.В., Кузик, О.В., Гриньків, А.В., Голуб, Д.В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення. Монографія. Кропивницький: видавець Лисенко В.Ф.. 2016. 304с.

8. 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.

9. Аулін, В.В., Гриньків, А.В. Методика вибору діагностичних параметрів технічного стану транспортних засобів на основі теорії сенситивів. Науковий журнал "Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів". №5. Харків: ХНТУСГ. 2016. С. 109-116