

УДК 621.791.92

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КОМПОЗИЦІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ

Василенко І.Ф., канд. техн. наук, доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Abstract

Analysis of the wear parts of vehicles indicates the need to improve the wear resistance of some parts.

The article presents the method and results of experimental studies of the performance of composite coatings of different composition, obtained contact welding flux cored wire.

The studies obtained composite coatings with high wear resistance. Automotive parts reinforced by such coatings, have the high performance under abrasive wear.

Keywords: wear parts, composite coatings, contact welding, cored wire

Вступ

Численними дослідженнями [5, 6] показано, що основною причиною втрати працездатності деталей автомобілів є зношування. Відкази через спрацювання у сучасних машинах можуть досягати 80...90% від загальної кількості відказів. Отже, проблема підвищення довговічності деталей транспортних засобів є актуальною.

Аналіз попередніх досліджень

Аналіз відновлюваних деталей за їхніми категоріями та формами поверхні показує, що деталі "тіла обертання" складають близько 57%, а деталі "просторових форм" – 38% від загального обсягу відновлюваних деталей. Детальніше: циліндричні поверхні – близько 52%; конічні та сферичні – близько 3%; плоскі, профільні та фасонні поверхні – близько 1% кожних; спрацювання шліців – близько 3%; пазів, канавок – близько 5%; різьби – близько 10%; зубців шестерень – близько 2%; тріщини та злами спостерігаються у 9% деталей, а порушення геометрії та форми – у 13% [2].

Враховуючи широке розповсюдження у техніці спряжень і деталей з циліндричними спряженими поверхнями, має сенс дати аналіз спрацювань таких деталей автомобілів.

Численні мікрометражні дані по різних деталях, описані у літературі [5, 9], вказують, що абсолютні значення спрацювання незначні як по лінійних розмірах, так і по втраті ваги.

Деталі спряжень "вал-підшипник кочення" мають спрацювання, середня величина яких не перевищує 0,1 мм [9]. Деталі рухомих спряжень "вал-підшипник ковзання" мають середнє значення спрацювання, що не перевищує 0,15 мм. Середнє значення спрацювання деталей рухомих спряжень групи "циліндричні стержні та осі" не перевищує 0,13 мм.

Довжина валів, що використовуються в автомобільному транспорті складає від 100 до 4000 мм, проте більше 90% цих деталей мають довжину не більше 1000 мм. Діаметри валів коливаються в межах від 12 до 210 мм, але у 98% валів діаметр не перевищує 60 мм. Маса валів складає від 0,2 до 50 кг (середнє значення близько 3 кг) [8].

У валів найчастіше дефекти виникають на посадочних поверхнях під підшипники та нарізних поверхнях. Поверхні під підшипники відновлюють при зносі більше 0,017...0,060 мм; поверхні нерухомих спряжень за рахунок додаткових деталей (місця під маточини зі шпонковими пазами тощо) – при спрацюванні більше 0,04...0,13 мм; під ущільнення – більше 0,15...0,20 мм. Шпонкові пази відновлюють при спрацюванні по ширині більше 0,065...0,095 мм, шліцьові поверхні – при спрацюванні більше 0,2...0,5 мм [8, 9].

Зі всієї сукупності відновлюваних поверхонь валів 46% зношуються до 0,3 мм; 27% – від 0,3 до 0,6 мм; 19% – від 0,6 до 1,2 мм і 8% – більше 1,2 мм [8]. Переважними видами зносу циліндричних поверхонь є абразивний та фретинг-корозія.

Для відновлення циліндричних поверхонь застосовують переважно різні способи наплавлення, газополуменеве та плазмове напилення чи наплавлення, залізнення чи хромування у ванні або натирання, контактне наварювання [1, 10]. Проте більшість з них мають істотні недоліки.

Постановка проблеми

Відомо [3,4,7], що найбільш зносостійкими в умовах абразивного зношування є матеріали, що складаються з пластичної матриці та твердого тугоплавкого наповнювача, твердість якого має бути вищою за твердість абразивних зерен.

Найповніше зберегти корисні властивості матеріалів покрить, що частково втрачаються при розплавленні присадного матеріалу, дозволяє контактне наварювання, яке забезпечує нанесення покрить в твердій фазі.

Контактне наварювання – один з різновидів зварювання металів тиском. Процес контактного наварювання здійснюється пластичним деформуванням присадного матеріалу, нагрітого спільно з матеріалом деталі у зоні деформації імпульсами електричного струму. Найбільш технологічними матеріалами для контактного наварювання композиційних покрить є заздалегідь сформовані матеріали, зокрема порошкові дроти.

Мета та завдання

При формуванні композиційних покрить контактним наварюванням необхідно вирішити проблеми вибору складу порошкових дротів на основі дослідження властивостей отриманих покрить.

Для виготовлення зносостійкого композиційного покриття у якості керамічного наповнювача, використовують технічну кераміку переважно карбіди та оксиди, а також нітриди та бориди [3, 7]. У якості наповнювачів композиційних матеріалів, що наносяться контактним наварюванням, доцільно використовувати карбіди металів. Це пояснюється тим, що крім високої

твердості та зносостійкості, ці матеріали мають значно вищу електропровідність у порівнянні, наприклад, з оксидами чи нітридами. Достатня електропровідність є однією з основних вимог, що висувуються до матеріалів, які наносять пропусканням електричного струму. Найдешевшим з карбідів є карбід хрому.

У даній роботі проведено дослідження властивостей композиційних покриттів, зміцнених карбідом хрому та карбідом вольфраму, який має добру розчинність у залізі. Порівняння властивостей зазначених покриттів показало, що покриття, що містять карбід хрому, не поступаються покриттям з карбідом вольфраму. Тому з економічних міркувань в якості наповнювача доцільно використовувати карбід хрому.

Основним матеріалом матриці було залізо – недорогий матеріал з високими зварювальними властивостями.

При вивченні умов формування якісного покриття розглядалась гіпотеза: процес контактного наварювання протікатиме стабільніше, розподіл наповнювача у отриманих покриттях буде рівномірнішим, якщо у осерді наварюваних порошкових дротів використовувати композиційні порошки – кераміку, плаковану електропровідним матеріалом.

Отже в статті досліджуються покриття, нанесені контактним наварюванням порошкового дроту, оболонка якого виготовлена зі сталі 08; а осердя містило в одному з варіантів карбід хрому та залізо, в іншому – карбід хрому, плакований нікелем, та залізо.

Основним критерієм при виборі співвідношення компонентів осердя порошкового дроту була зносостійкість валів, на які наварювалось композиційне покриття.

Результати вирішення основних завдань

Дослідження зносостійкості проводилось на машині тертя моделі СМЦ-2 за схемою “ролик-частковий вкладиш”. Ролики було виготовлено зі сталі 45 з нанесенням композиційного покриття та подальшим шліфуванням. Для порівняння використовувались також ролики з загартованої сталі 45 ГОСТ 1050-88 твердістю HRC 40...45. Зовнішній діаметр роликів складав $48,5 \cdot 10^{-3}$ м, ширина – 0,012 м. Як контртіло використовували колодки зі сталі 30 ГОСТ 1050-88 та чавуну СЧ 18 ГОСТ 1412-85 (внутрішній діаметр $48,5 \cdot 10^{-3}$ м, ширина – 0,01 м).

Дослідження зносостійкості проводили з швидкістю обертання ролика 5 с^{-1} . Швидкість ковзання при цьому складала близько 0,761 м/с при навантаженні 3,5 МПа в умовах сухого тертя, а також при мащенні солідолом УС-2 ГОСТ4368-80 з додаванням кварцового піску (концентрація 0,05 кг/л).

Величину спрацювання зразків визначали ваговим методом з використанням аналітичних терезів ВЛА200М з точністю до 10^{-7} кг. Перед зважуванням зразки промивались у бензині та етиловому спирті. Температура поблизу зони тертя визначалась за допомогою термопар “ХК” та

потенціометра ПСМГ-0,1, момент сили тертя фіксували за допомогою реєструючого пристрою.

У залежності від вмісту твердої фази змінюється зносостійкість композиційного покриття. Максимальна її величина спостерігається за умови достатньої кількості частинок наповнювача для сприйняття навантаження; водночас, вміст металевої матриці ще настільки великий, що надійно утримує частинки твердої фази від викришування. Зі зменшенням об'єму матеріалу зв'язки частинок наповнювача у покритті стає так багато, що вони починають дотикатись, зменшуючи до мінімуму вплив пластичного матеріалу матриці на міцність композиційного покриття. Дані щодо зносостійкості композиційних покриттів наведені на рис. 1.

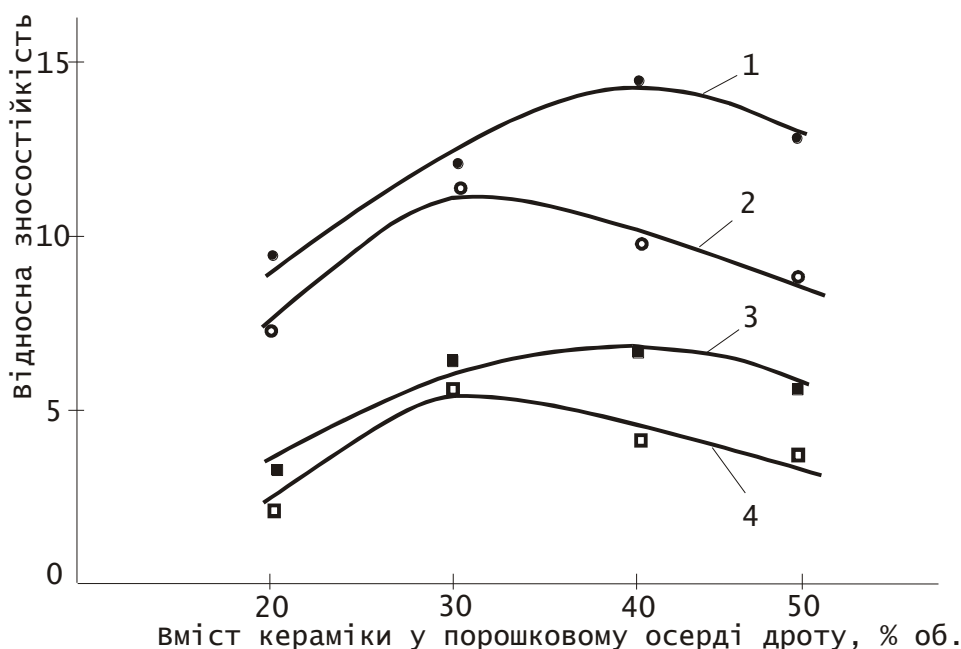


Рисунок 1 Залежність зносостійкості композиційних покриттів від вмісту наповнювача:

1 – покриття складу $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2]$, контртіло – чавун СЧ-18 ; **2** – покриття складу $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2]$, контртіло – чавун СЧ-18; **3** – покриття складу $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2]$, контртіло – сталь 30; **4** – покриття складу $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2]$, контртіло – сталь 30.

З графіку видно, що відносна зносостійкість композиційних покриттів, наповнювач яких плакований нікелем, є вищою. Це можна пояснити позитивним впливом плакуючого нікелю на стійкість наповнювача проти викришування, що, в свою чергу, сприяє підвищенню зносостійкості покриттів. Найбільшу зносостійкість мають покриття з концентрацією карбідів у 30...40% об. осердя дроту.

Результати досліджень свідчать про зростання зносостійкості не лише роликів з композиційним покриттям, але й спряжень в цілому у порівнянні з аналогічними спряженнями при використанні роликів зі сталі 45. Так, зносостійкість спряження $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2] - \text{СЧ } 18$ підвищилась у 2,4 разу; спряження $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2] - \text{СЧ}18$ – у 3,1 разу; спряження $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2] - \text{сталь}$

30 – у 4,3 разу, спряження $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2]$ – сталь 30 – у 5,1 разу. Зазначимо, що для одержання наведених даних використовували зразки з об'ємним вмістом наповнювача для покриттів $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2]$ – 30% від загальної кількості порошку у осерді дроту, для композиційних покриттів складу $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2]$ – відповідно 40%.

Окрім цього випробування на зносостійкість показали, що при використанні композиційного покриття стабілізація моменту тертя та температури у зоні тертя наступають раніше, тобто зменшується період припрацювання спряження рис. 2 та 3.

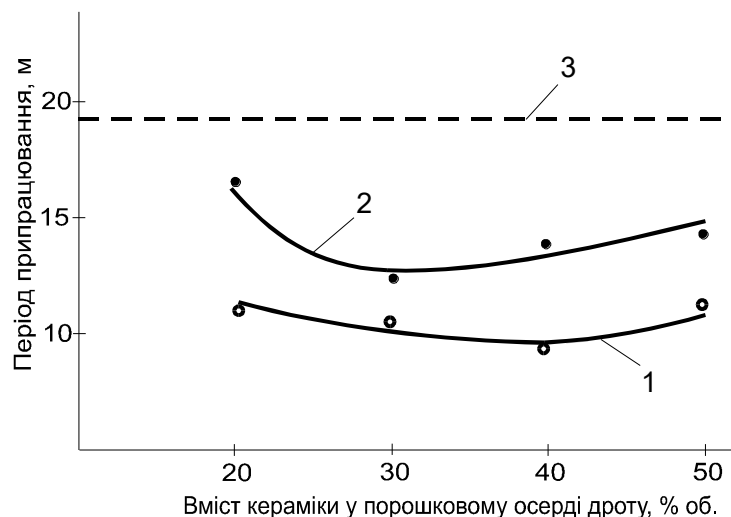


Рисунок 2 Залежність періоду припрацювання від складу покриття при використанні у якості контртіла чавуну:

1 – період припрацювання КП складу $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2]$; 2 – період припрацювання КП складу $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2]$; 3 – період припрацювання ролика зі сталі 45 контртіло – чавун СЧ-18 ГОСТ 1412-85.

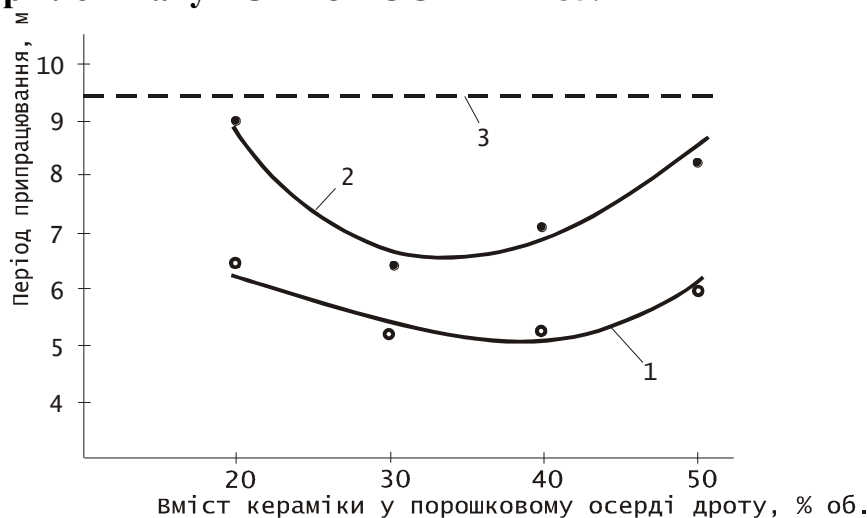


Рисунок 3 Періоди припрацювання при використанні у якості контртіла залізграфіту ЖГр.1:

1 – період припрацювання КП складу $[\text{Fe} - \text{Ni}_n - \text{Cr}_3\text{C}_2]$; 2 – період припрацювання КП складу $[\text{Fe} - \text{Cr}_3\text{C}_2]$; 3 – період припрацювання ролика зі сталі 45.

Для зразків з нанесеними композиційними покриттями складу $[Fe - Cr_3C_2]$ період припрацювання зменшується приблизно у 1,5 рази, а при використанні у якості наповнювача плакованої кераміки (КП складу $[Fe - Ni_n - Cr_3C_2]$) – майже у два рази.

Висновок

Таким чином, випробування на зносостійкість показали, що величина відносної зносостійкості композиційних покриттів залежить від вмісту керамічної фази у осерді наварюваного порошкового дроту. Використання композиційного порошку (карбіду хрому, плакованого нікелем) підвищує зносостійкість у порівнянні з покриттями складу $[Fe - Cr_3C_2]$. Оптимальною є концентрація карбідів 30% об'ємних осердя дроту для композиційних покриттів з неплакованим наповнювачем і 40% – для покриттів з наповнювачем, плакованим нікелем. Використання композиційних покриттів вказаного складу також значно зменшує період припрацювання спряжень.

Література

1. Амелин Д. В., Рыморов Е. В. Новые способы восстановления и упрочнения деталей машин электроконтактной наваркой.- М.: Агропромиздат, 1987.- 150 с.
2. Ачкасов К. А. Перспективные направления при восстановлении изношенных деталей машин // Науч. тр. Московск. инст. инж. с.-х. – 1978.– Т. XV, вып. 15.– С. 77–79.
3. Белоусов В. Я. Долговечность деталей машин с композиционными материалами.– Львов: Вища школа, 1984.– 180 с.
4. Бондаренко В. А. Триботехнические композиты с высокомолекулярными наполнителями.– К.: Наукова думка, 1987.– 232 с.
5. Василенко І.Ф. Результати спостережень за спрацюванням деталей посівних машин у господарствах Кіровоградського району// Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету “Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація”.– Кіровоград: КДТУ.– 2003.– Вип. 13.– С. 352-358.
6. Власенко Н. В., Черновол М. И., Чабанный В. Я., Мороз В. Е. Восстановление изношенных деталей тонкослойными покрытиями.- К.: Вища школа, 1988.- 63 с.
7. Добровольский А. Г., Кошеленко П. И. Абразивная износостойкость материалов.– К.: Техника, 1989.– 128 с.
8. Молодик М. В., Лангерт Б. А., Бредун А. К. Відновлення деталей машин.– К.: Урожай, 1989.– 256 с.
9. Молодык Н. В., Зенкин А. С. Восстановление деталей машин.- М.: Машиностроение, 1989.- 480 с.
10. Ремонт машин/ О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін.; За ред. О. І. Сідашенка, А. Я. Поліського.- К.: Урожай, 1994.- 400 с.