

УДК 621.891

ВПЛИВ МЕТОДУ ЗМІЦНЕННЯ НА ПРОЦЕСИ ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ

Градиський Ю.О. к.т.н., доц., Карпусенко О.В. аспірант
*(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені
Петра Василенка)*

*Проведений всебічний аналіз методів обробки і зміцнення поверхонь
тріботехнічних вузлів, що працюють в умовах тертя і зносу. Описані способи*

зміцнення які містять в собі інноваційні елементи. Зроблений висновок про переваги розглянутих способів перед традиційним зміцненням загартуванням.

Досвід експлуатації машин і механізмів показує, що строк їх служби часто обмежується пошкодженнями деталей, що виникають в результаті тертя і зношування. Для захисту робочих поверхонь деталей від зношування необхідно застосовувати покриття, що сполучають в собі високу зносостійкість, низьку силу тертя, високу втомну і адгезійну міцність. Проаналізуємо вплив методу зміцнення на триботехнічні характеристики покриттів працюючих в умовах тертя і зношування.

Метод хіміко-термічної обробки дозволяє одержувати на поверхні деталі шар практично будь-якого складу, і, отже, може забезпечувати комплекс необхідних фізичних, хімічних, механічних та інших властивостей [1].

В промисловості, для поліпшення зносостійких характеристик деталей машин і інструмента, найбільше часто застосовуються такі методи ХТО як цементация, нітроцементация, азотування, силіцювання, борування, хромування, сульфогіанування, фосфатування й ін. Опір тертю і зношуванню деталей, зміцнених методами ХТО зростає в 1,5...12 разів залежно від методу обробки матеріалу виробу, що зміцнюється, і умов його роботи.

Останнім часом знайшла широке застосування дифузійна металізація, що дозволяє вводити легуючі елементи в поверхневий шар, і за рахунок утворення карбідів збільшувати зносостійкість покриттів. Оптимальна по зносостійкості товщина покриття для хромотитанування 17...20 мкм, хромування 20...25 мкм, ванадування 20 мкм, титанування 15 мкм [2]. Серед методів дифузійної металізації добре зарекомендувало себе хромування. Хромований шар, що утворився, має достатню пластичність і деформується без утворення тріщин.

Зносостійкість борованих шарів підвищується в 8 разів, в порівнянні з загартованою і низьковідпущеною сталлю 45 [3].

На збільшення зносостійкості покриттів особливо позитивно впливає комплексне дифузійне насичення карбідоутворюючими елементами. Так зносостійкість шарів з карбідів V і Nb в 10 разів вище, ніж шару з одного карбіду хрому. Додатки V і Mn до хром-утримуючого середовища підвищують зносостійкість в 5...6 разів. В умовах великих тисків і абразивного зношування, зносостійкість з багатокомпонентними покриттями в 3...5 разів вище, ніж в загартованої сталі ШХ - 15 [4].

ХТО широко застосовується для зміцнення деталей авіаційної і ракетної техніки, автомобілів і тракторів, верстатів, нафтовидобувного і нафтопереробного устаткування, деталей металургійного виробництва, устаткування харчової промисловості й ін.

Застосування покриттів, отриманих високотемпературним розпиленням, є найбільш перспективним в плані підвищення зносостійкості і довговічності деталей машин і механізмів.

Ефективним способом надання виробам заданих експлуатаційних властивостей є нанесення плазмовим методом покриттів, що складаються з

декількох компонентів. В якості матеріалу, що наноситься застосовують оксиди хрому, алюмінію, титана і їх сполучення. Дослідження показують [5], що зносостійкість таких покриттів в 3...7 вище, ніж зносостійкість сталі 45.

Плазмове напилювання рекомендується для створення зносостійких покриттів з різних матеріалів: металів, оксидів, карбідів, композиційних порошків, механічних сумішей, а також електродів.

Плазмові покриття з вольфраму, молібдену, оксидів, деяких тугоплавких з'єднань, інтерметалідів, дозволили вирішити ряд найважливіших технічних завдань: підвищити стійкість металургійного устаткування, ракетних сопел, інструмента [6].

Детонаційне напилювання дозволяє одержувати покриття різноманітні по хімічному і фазовому складу, структурному стану, пористості й ін. Покриття одержують з напиляємих матеріалів (порошків металів, їх сплавів, оксидів, тугоплавких з'єднань, різних композицій), які не повинні розкладатися і загорятися в продуктах детонацій і повинні мати достатню різницю між температурами плавлення і кипіння (не менш 200°C).

Найбільше застосування при детонаційно-газовому способі напилювання знайшли покриття на основі карбіду вольфраму. Покриття з ВК-15 в 26 і 30 разів перевершують по зносостійкості, відповідно загартовану і борировану сталь ХВГ [7].

В даний час одним з шляхів ефективного підвищення працездатності деталей і вузлів тертя є застосування зносостійких покриттів, що наносяться методом іонного осадження з плазми дугового розряду в парах матеріалу ерозії катода. Дослідження показують, що зносостійкість покриттів, отриманих іонно-плазмовим напилюванням в 15 разів вище ніж цементация і в 30 разів вище, ніж азотування [8].

Лазерна обробка підвищує зносостійкість, корозійну стійкість, втомну міцність і границю витривалості деталей машин. Підвищення зносостійкості спостерігається в конструкційних сталей, твердих сплавів, застосовуваних для виготовлення інструмента й інших матеріалів [9]. Збільшення зносостійкості пояснюється, як ростом об'єму карбідної фази і зміною його складу, так і утворенням субмікроскопічних неоднорідностей карбідної фази [10].

Лазерне легування забезпечує високі експлуатаційні характеристики деталей шляхом створення компактних шарів, отриманих за рахунок комбінації легуючих елементів, їх процентного вмісту, складу основного металу, потужності променя лазера і тривалості його впливу.

Глибина легування може досягати 1 мм залежно від режиму обробки. Мікротвердість шару буде залежати від виду легуючого елемента, його концентрації і властивостей основного матеріалу [11].

Композиційні електролітичні покриття (КЕП) знаходять все більше застосування як зносостійкі покриття для тертьових деталей і вузлів сучасної техніки. Одним з найважливіших факторів, що впливають на триботехнічні характеристики КЕП є кількість дисперсних часток. В композиційних матеріалах, близьких по своїй структурі і властивостям до КЕП, ефективно зміцнення матриці

спостерігається при вмісті часток більше 20% по об'єму. [12]. При збільшенні вмісту включень більше 30% по об'єму спричиняє підвищення пористості покриття. Для підвищення антифрикційних властивостей КЕП в них вводять дисперсні частки твердого мащення, а для підвищення зносостійкості - хром [13].

Вакуумне осадження знайшло своє застосування в багатьох галузях народного господарства, в першу чергу там де потрібне комплексне підвищення властивостей поверхонь. Навіть невелика кількість іонів в поверхневому шарі, при взаємодії з киснем, може на тривалий час значно змінити зносостійкість, в наслідок утворення дисперсних виділень на основі оксидів. Таке підвищення можна пояснити складною дією полів напруг, що стискають, створюваних на поверхні деталі, впровадженими іонами [14].

Зносостійкість сталі ШХ-15 після іонної імплантації збільшується в 1,7...2,1 рази [15]. Це обумовлено тим, що при поверхневому легуванні відбувається перекручування кристалічних ґрат, створення радіаційних дефектів, а також утворенням дисперсних аморфних структур.

Стримуючим фактором застосування іонної імплантації є суперечливість відомостей про властивості одержуваних покриттів. Є відомості про підвищення твердості зміцненого шару іонним азотуванням в порівнянні з іншими способами азотування [16]. В той же час порівняння всіх видів азотування не виявило переваг іонного по твердості [17] і не виявлено істотного підвищення зносостійкості низьковуглецевої сталі [18].

Метод електроіскрового легування (ЕІЛ) для нанесення покриттів досить перспективний, хоча і не одержав великого поширення. Покриття, отримані ЕІЛ мають високу стійкість в умовах тертя ковзання і кочення в широкому інтервалі температур, мають достатню міцність зчеплення з матеріалом основи, можуть застосовуватися для розмірного відновлення деталей при ремонті. Крім того, метод має високу економічність і дозволяє широко варіювати експлуатаційними характеристиками нанесених покриттів [19].

Досить ефективним є застосування ЕІЛ для підвищення стійкості різців з вуглецевих і швидкорізальних сталей. Стійкість різального інструменту може бути підвищена цим методом в 3...15 разів залежно від типу застосовуваного електродного матеріалу і умов роботи інструмента [20].

На зносостійкість деталей немаловажний вплив указує стан поверхневих шарів металу. Електро механічна обробка (ЕМО) є одним з видів поверхневого зміцнення, при якому якість і характеристики поверхневих шарів значно поліпшуються. Так обкатування роликом підвищує зносостійкість в порівнянні з шліфуванням на 13% [21], що можна пояснити поліпшенням мікрогеометрії після обкатування.

Випробування на зносостійкість поверхонь, зміцнених ЕМО показали [22], що зношування чавуну СЧ-25 зменшується після обробки в 1,7...2,5 рази, а зношування сполучених деталей, виготовлених з чавуну СЧ-15ЦАМ 10-5 і пластмаси, що самотвердіє, зменшується в 1,3...3 рази.

До числа прогресивних і методів що з'явилися недавно, створення покриттів з необхідними фізико-механічними властивостями відноситься електромагнітне

наплавлення (ЕМН). Численні випробування зміцненого шару на зносостійкість показали перевага даного методу в порівнянні з іншими. Порівняльні випробування зразків зміцнених ЕМН феробором марки ФБ-1 і простим борируванням показали, що зносостійкість після ЕМН підвищується в 1,8 рази [21]. Зносостійкість покриттів, отриманих ЕМН з феропорошків швидкорізальних сталей в 2,4...2,8 рази вище зносостійкості сталі 45, загартованої при нагріванні ТВЧ до твердості 50...52 HRC, а з феропорошків С-300 - в 2,1 рази, ферованадію - в 1,3 рази [23].

Розглянувши зносостійкість різних методів зміцнення, можна зробити висновок, що всі вони мають переваги над традиційним зміцненням робочих поверхонь деталей машин загартуванням. Однак, не всі методи знайшли широке застосування в промисловості по різних причинах. Застосування одних стримується дорожнечою, інших відсутністю необхідної інформації про їх властивості. Тому, для вибору потрібного методу зміцнення, необхідно всебічно зважити всі плюси і мінуси, проаналізувати наявні дані, досвід застосування. Всі розглянуті методи можуть успішно застосовуватися в тій або іншій області народного господарства, для зміцнення третювих сполучень.

Список літератури

1. Поверхностная прочность материалов при трении / Б.И. Костецкий, И.Г. Носовский, А.К. Караулов, Л.И. Бершадский. - К.: Техника, 1978. – 296 с.
2. Эпик А.П., Шавловский Е.Н., Миронов Е.А. и др. Исследование свойств диффузионных карбидных и боридных покрытий на конструкционных сталях // ФХММ. - 1979. - Т.14, №5. – С. 67 - 70.
3. Мишин В.Н., Шадричев Е.В. Исследование износостойкости борированной стали // Докл. 25 юбил. науч. - технич. конф. Сев. - Зап. заочн. политех. ин - та - Ленинград, 1981. - С. 40 - 44.
4. Riele M. Уменьшающие износ поверхностные слои из интерметаллических фаз // Technik. - 1977. - 32, №12. - Р. 682 - 687.
5. Назаренко П.В., Ненастьяна А.Е. Исследование износостойкости керамических покрытий, работающих в гидроабразивной среде // Новое в технологии ремонта воздушных судов на заводах гражданской авиации. - Киев: КИИГА, 1992. - С. 39-43.
6. Mash D.R., Weare D.L., Walkaz Z. – Journ. of Met. - 1963. - vol. 7, №13. – Р. 473.
7. Зверев А.И., Астахов Е.А., Шаривкер С.Ю. Детонационное напыление покрытий. - Л.: Судостроение, 1979. – 231 с.
8. Исхаков С.С., Ходоков Т.А., Лаптева В.Г. и др. Новый метод упрочнения трущихся деталей // Тракторы и сельхозмашины. - 1978. - №6. – С. 37-39.
9. Коваленко В.С, Куницкий Ю.А., Головкин Л.Ф., Давидов В.С. Аморфизация поверхностей материалов при энергетическом воздействии. - К.: Киевский политех. ин - т, 1983. - 108 с.
10. Брагинская А.Е. Манин В.Н., Македонский А.В. и др. Изменение износостойкости инструментальных сталей при электронном облучении // ФиХОМ. - 1983. - №1. – С. 8 - 12.

11. Коваленко В.С. Технология и оборудование электрофизических и электрохимических методов обработки материалов.- К.: Вища школа, 1983. - 17 с.
12. Гуслиенко Ю.А., Лабунец В.Ф., Евтушенко О.В. Применение высокочастотного нагрева для термической обработки комбинированных электролитических покрытий // Защитные покрытия на металлах. – 1981. - Вып 15. - С. 28 - 31.
13. Федорченко И.М., Гуслиенко Ю.А., Лучка М.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов с электрохимическими покрытиями: обзор // Защитные покрытия на металлах. - 1981. - Вып. 51. – С. 24-28.
14. Hartlag N.E.W. Трибология металлических поверхностей, легированных ионным облучением // Tribol. Int. - 1975. - 8, №2. - P. 65 - 72.
15. Назаренко П.В., Попович М.Н., Пилявский В.С, Лабунец В.Ф. Влияние ионной бомбардировки He⁺ на формирование ультрадисперсной структуры материала при трении качения // Докл. АН УССР, Сер. А. - 1986. - № 2. - С. 68 – 70.
16. Сивцев А.Т., Шкурко Н.В., Аханчьев В.П. Ионное азотирование автомобильных деталей // МиТОМ. - 1979. - №8. - С. 54 - 56.
17. Bergel K., Leidel V. Сравнительное исследование инструментальных сталей азотированных различными способами и сравнение эксплуатационной стойкости штампов горячего прессования // Harter. - Techn. Mitt. - 1980. – 35, №1 - P. 11 - 16.
18. Kizk I.A., Egerton G.W., Sartwell B.D. Износ и трение стали имплантированной ионами азота // Trans. ASME: J. Lubric, Technol. - 1983. - 105, №2. - P. 239 - 344.
19. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Под ред. Ю.Н. Петрова. - Кишинев: ШТИИИЦА, 1985.- 196 с.
20. Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Бовкун Г.А., Сычев В.С. Электроискровое легирование металлических поверхностей. - К.: Наукова думка, 1976. – 219 с.
21. Ящерицин П.И., Забавский М.Т., Кожуро Л.М. Алмазно- абразивная обработка и упрочнение изделий в магнитном поле. - Минск: Наука и техника, 1988. – 271 с.
22. Орлов Ю.Г., Гальго В.И., Кожуро Л.М. и др. Износостойкость электромагнитных покрытий // Защитные покрытия на металлах. - 1994. - Вып. 28. - С. 59-61.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА УПРОЧНЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА

Градыский Ю.А., Карпусенко А.В.

Проведен всесторонний анализ методов обработки и упрочнения поверхностей триботехнических узлов работающих в условиях трения и износа.

Описаны способы упрочнения содержащие в себе инновационные элементы. Сделан вывод о преимуществах рассмотренных способов перед традиционным упрочнением закаливанием.

Abstract

INFLUENCE OF METHODS OF HARDENING ON THE FRICTION AND WEAR PROCESSES

Gradysky Y.A., Karpusenko A.V.

A comprehensive analysis of methods of treatment and surface hardening tribological nodes working in conditions of friction and wear. The methods of hardening contain a innovative elements. It is concluded that the benefits of the discussed methods over traditional hardening hardening.

Рецензент: д.т.н., професор Войтов В.А.