

УДК 621.891

М. І. ДЕНИСЕНКО¹, В. Ф. ЛАБУНЕЦЬ², В. В. ЗАГРЕБЕЛЬНИЙ²¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна²Національний авіаційний університет, Україна

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ СТАЛІ 65Г В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

Досліджено зносостійкість сталі 65Г в умовах абразивного зношування у середовищах SiO₂ зернистістю 250 і 500 мкм і V₄C. Встановлено, що максимальна зносостійкість сталі спостерігається при випробуванні в кварцевому піску зернистістю 250 мкм.

Ключові слова: абразив, зносостійкість, сталь, знос.

Загальна постановка проблеми та її зв'язок з науково-практичними завданнями. Підбір зносостійких матеріалів є ефективним, а в окремих випадках і єдиним засобом забезпечення потрібного ресурсу деталей машин, які працюють в умовах абразивного зношування, яке є найбільш поширеним та інтенсивним, а часто і катастрофічним видом зношування. Це процес механічного руйнування поверхні деталі у результаті різальної або драпальної дії на неї твердих частинок. Питанням абразивного зношування присвячена велика кількість робіт як вітчизняних, так і закордонних вчених. Суттєвий внесок у вивчення явищ, що протікають при абразивному зношуванні внесли М.М. Хрущов, І.В. Крагельський, Б.І. Костецький, Г.М. Сорокін, М.М. Тененбаум, Л.І. Погодаєв, В.І. Дворук, М.М. Бриков, І.Р. Клейс, Ф.П. Боуден, Г.Уетц, Кулу та ін.

Дослідники відмічають різноманітність чинників, що визначають той або інший вид зношування і механізм його розвитку. В основі механізму абразивного зношування лежить взаємодія абразивної частинки з матеріалом, який розвивається в двох етапах: 1) занурення абразивної частинки в матеріал; 2) поступове переміщення її уздовж поверхні. Процеси абразивного зношування та його видів представляють собою сукупність механічних, фізичних і фізико-хімічних явищ. При цьому формуються поверхневі шари, що обумовлюють механізм руйнування при абразивному зношуванні. Аналіз механізму зношування свідчить про те, що однозначної відповіді про роль зовнішніх і структурних чинників не існує.

Тому дослідження впливу абразиву різної природи і твердості на зносостійкість сталі 65Г є актуальним.

Огляд публікацій та аналіз невирішених проблем. На сьогодні в дослідженнях опору зношуванню матеріалів все більше розповсюдження отримує енергетична оцінка зв'язку зносостійкості з фізико-механічними властивостями матеріалу. Виявлені зв'язки абразивної зносостійкості з термодинамічними властивостями, енергоємністю, ударною в'язкістю, роботою руйнування для ряду металевих і полімерних матеріалів. Це свідчить про існування зв'язку між опором руйнуванню матеріалів (енергії руйнування) і їх зносостійкістю, так як зношування представляє собою не що інше як один з видів руйнування.

Аналіз механізму абразивного зношування матеріалів з позиції енергетичної теорії міцності показав, що процеси руйнування і зношування багатофакторні, комплексні і супроводжуються у своєму розвитку маловивченою зміною структури [1]. При цьому до числа факторів, які визначають процес руйнування металів, відносяться: а) локалізація пластичної деформації у поверхневих шарах;

б) структурно-енергетична зміна поверхні, що обумовлено впливом поверхневої енергії, енергії теплових флуктацій і внутрішньої енергії, що звільняється з матеріалу тертя.

Зауважимо, що зношування – складний процес поверхневого руйнування [2]. Що стосується абразивного зношування, та на його величину має суттєвий вплив ряд факторів, основним з яких є твердість. Незважаючи на те, що твердість є важливою характеристикою опору матеріалу абразивному зношуванню [3-8], вона не визначає його повністю, про що свідчать дослідження [9,10]. В процесі дослідження абразивного зношування при терті в незакріпленому абразиві встановлено [9], що зносостійкість зразків зі сталі 45, значно відрізняються по твердості і знаходяться в різних структурних станах, може бути однаковою. Тому, як відмічається в роботі [10], дуже важливим являється виявлення інших факторів (механічних властивостей, характеристик тонкої структури), які впливають на абразивний знос.

Результати досліджень [11] показали, що опір матеріалів абразивному зношуванню залежить від їх фізико-механічних властивостей і перш за все від питомої об'ємної енергії руйнування. При дослідженні зносостійкості сталі 45 в умовах абразивного зношування [12] встановлено, що визначальну роль у формуванні її триботехнічних властивостей грають релаксаційні процеси.

На процеси абразивного зношування може впливати природа абразивних частинок, їх величина і форма, агресивність середовища, фізико-механічні властивості зношуваних поверхонь, ударна взаємодія, нагрівання та інші фактори. Загальним для абразивного зношування є механічний характер руйнування поверхні.

Мета роботи. Визначити вплив абразиву різної твердості на зносостійкість сталі 65Г в умовах нежорстко закріпленого абразиву.

Матеріали і методи дослідження. Експерименти проводили на машині тертя, яка використовується для порівняльної оцінки зносостійкості матеріалів і покриттів при терті в умовах нежорстко закріплених абразивних частинок.

Сутність методу полягає у наступному. Зразок, що досліджується розміром 30×30 мм і товщиною 4 мм, притискався гумовим роликком з діаметром 50 мм. Коли ролик крутиться, то в зону контакту подаються тверді абразивні частини із бункера. Зусилля притискання регулювалось за допомогою важеля і навантаження 44,1 Н. В якості абразиву використовували кварцевий пісок (SiO₂) зернистістю 250 та 500 мкм та карбід бору В₄С. Знос замірювали ваговим методом на електронних вагах з точністю до 0,0001 г. Перед випробуванням зразки промивали у спирті, висушували і зважували.

Дослідження структури поверхневих шарів зразків до і після тертя проводили на растровому електронному мікроскопі РЕМ-106И.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати досліджень, що подані на рис. 1 свідчать про те, що максимальна зносостійкість сталі 65Г спостерігається на зразках, які були випробувані в умовах абразивної зношуваності в абразиві кварцового піску зернистістю 250 мкм. Робоча поверхня має незначну шорсткість, глибокі подряпини відсутні. У деяких місцях спостерігається залишки оксидної плівки, яка ще не зносила (рис. 2).

При випробуванні в середовищі кварцового піску зернистістю 500 мкм знос збільшується (рис. 1, крива 2). Шорсткість також збільшується. На робочій поверхні виникають тріщини (рис. 2, б). В процесі руйнування розміри тріщин, їх форма і механізм розвитку. До основних етапів цього процесу можна віднести

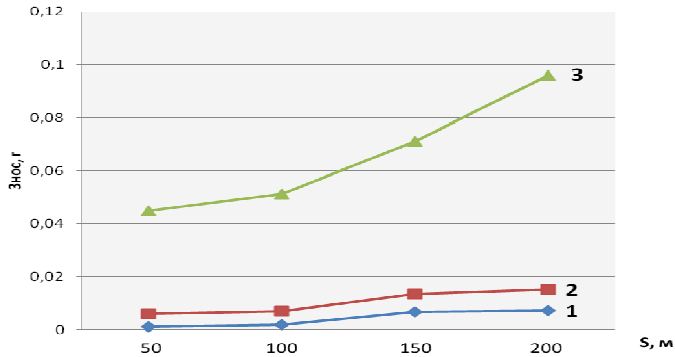
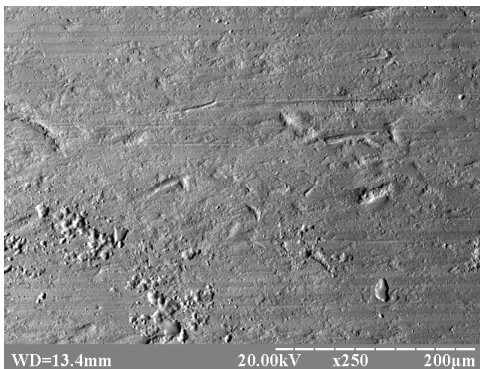
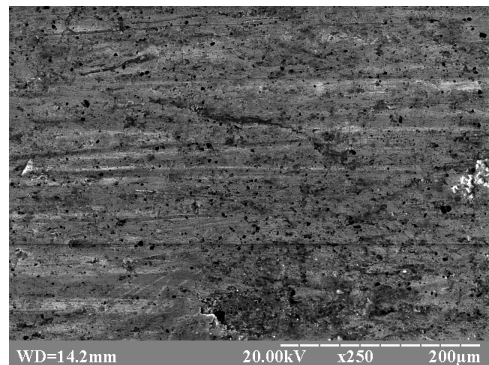


Рис. 1. Залежність зносу сталі 65Г від шляху тертя в середовищах: 1 – SiO₂ (250 мкм); 2 – SiO₂ (500 мкм); 3 – B₄C



a



б

Рис. 2. Топографія робочої поверхні сталі 65Г після випробування у кварцевому піску зернистістю 250 мкм (*a*) і 500 мкм (*б*)

пластичну деформацію, зародження і ріст мікротріщин, розгалуження мікротріщин, появу і ріст макротріщин.

В середовищі карбіду бору інтенсивність зношування сталі 65Г значно зростає (рис. 1, крива 3). На робочій поверхні спостерігається занурення твердих частинок карбідів у металеву поверхню.

Висновки. Максимальна зносостійкість Ст65Г спостерігається при терті в середовищі кварцевого піску (SiO₂) зернистістю 250 мкм, а мінімальна при терті в середовищі карбіду бору B₄C.

Таким чином, в умовах абразивного зношування зносостійкість дослідженого матеріалу визначається природою і твердістю абразиву.

Список літератури

1. Меделяев И.А. Физическая природа разрушения материалов при абразивном изнашивании / И.А. Меделяев, А.Ю. Албагагиев, Г.М. Сорокин // Трение и износ. – 2004. – Том 25. – №2. – С. 148-154.
2. Костецкий Б.И. Трение смазка и износ в машинах / Б.И. Костецкий.–К.: Техника, 1970. – 396с.
3. Крегельський И.В. Трение и износ / И.В. Крегельський – М.: Машгиз, 1968. – 480 с.
4. Хрущов М.М. Абразивное изнашивание / М.М. Хрущов, М.А. Бабичев. – М.: Наука. – 1970. – 251 с.
5. Тененбаум М.М. Сопrotивление абразивному изнашиванию / М.М. Тененбаум. – М.: Машиностроение. – 1976. – 271 с.

6. Кашеев В.Н. Абразивное разрушение твердых тел / В.Н. Кашеев. – М.: Наука. – 1970. – 247 с.
7. Ямпольский Г.Я. Исследования абразивного износа элементов пар трения качения / Г.Я. Ямпольский, И.В. Крагельский. – М.: Наука. – 1973. – 63 с.
8. Виноградов В.Н. Абразивное изнашивание / В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, М.Г. Колокольников. – М.: Машиностроение. – 1976. – 224 с.
9. Бурдин В.В. Влияние структурного состояния стали 45 на износостойкость при ППД / В.В. Бурдин, А.В. Гурьев, Г.В. Маловечко, А.Ф. Семенников // Прогрессивные технологические методы повышения надежности и долговечности деталей машин и инструментов: Сб. тр. Куйбышев. авиац. ин-та. – Куйбышев. – 1977. – С. 38-43.
10. Южаков И.В. Абразивная износостойкость некоторых сталей в зависимости от их механических свойств и характеристик тонкой структуры / И.В. Южаков, Г.Я. Ямпольский, Л.Д. Воловик. – Проблемы трения и изнашивания. – 1978. – Вып. 13. – С.20-22;
11. Лаврентьев А.И. О связи износостойкости материалов с их физико-механическими свойствами / А.И. Лаврентьев // Проблемы трения и изнашивания. – 1978. – Вып. 13. – С. 23-24.
12. Дворук В.И. Исследование абразивного изнашивания стали 45 / В.И. Дворук // Проблемы трения и изнашивания. – 1992. – Вып. 41. – С. 8-12.

Стаття надійшла до редакції 17.03.2015

M. I. DENYSENKO, V. F. LABUNETS, V. V. ZAHREBELNYI

WEARPROOFNESS OF 65Г STEEL IN ABRASIVE WEAR CONDITIONS

The wearproofness of steel of 65Г is investigational in the conditions of abrasive wear in the environments of SiO₂ by a grittiness 250 and 500 microns and B₄C. By testing steel wear resistance in boron carbide is 5-10 times less than in quartz sand medium. It is set that the maximal wearproofness of steel is observed at a test in quartz sand by the grittiness of 250 μm.

Keywords: abrasive, wearproofness, steel, wear.

Денисенко Микола Іванович – канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041, тел.: +38 044 527 82 42, E-mail: rectorat@nubip.edu.ua.

Лабунець Василь Федорович – канд. техн. наук, професор кафедри машинознавства Аерокосмічного інституту, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 74 19, E-mail: lab12@ukr.net.

Загребельний Володимир Вікторович – аспірант кафедри машинознавства Аерокосмічного інституту, Національний авіаційний університет, пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, тел.: +38 044 406 74 19, E-mail: lab12@ukr.net.