

УДК 669.35: 665: 620.1

АБРАЗИВНА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЛИТИХ МЕТАЛОКОМПОЗИТІВ

О. А. Кузьменко, М. І. Прилуцький, А. С. Затуловський

Національний технічний університет України
„Київський політехнічний Інститут”

Для деталей, що зношуються в абразивній масі, характерною є залежність зносу від величини нормальної сили стиснення, часу (чи шляху тертя), швидкості переміщення виробу відносно абразивного середовища. Не менш важливою є природа абразиву, визначаються властивості матеріалу абразивних неметалічних часток: міцність, твердість, зернистість, форма. Впливовим фактором є також структура досліджуваного матеріалу, його фазовий склад і властивості поєднуючи фаз. Порівняння отриманих даних втрати ваги ЛКМ з моносплавами показало, що композити мають знос в піску на 70-80 % нижче, ніж бронза.

Для деталей, изнашивающихся в абразивной массе, характерной является зависимость износа от величины нормальной прижимающей силы, времени (или пути трения), скорости перемещения изделия относительно абразивной среды. Не меньшее значение имеет природа абразива, определяются свойства материала абразивных неметаллических частиц: прочность, твердость, зернистость, форма. Влияние оказывает также структура изнашиваемого материала, его фазовый состав и свойства слагающих фаз. Сравнение полученных данных потерь веса ЛКМ с моносплавами показало, что композиты имеют износ в песке на 70-80% ниже, чем бронза.

For details which wear out in abrasive mass, dependence of tearing down on the size of normal force of compression, time (whether way of friction), speed of moving of good in relation to an abrasive environment is characteristic. Nature of abrasive is no less important, properties of material of abrasive non-metal particles are determined: durability, hardness, graininess, form. There is an influential factor also the structure of the explored material, connecting his phase composition and properties phases. Comparison of findings of loss of the LKM weight showed with monoalloys, that composites had tearing down in sand on 70-80 % below, than bronze.

Вступ

В Фізико-технологічному інституті металів і сплавів НАНУ розроблені і введені в промисловість нові зносостійкі матеріали і раціональні технологічні

процеси виробництва литих композиційних виробів з ЛКМ на основі мідних сплавів, армованих високо модульними сталевими гранулами (ЛКМ системи мідь-сталь). Теоретично і експериментально обґрунтовані склади, будова ЛКМ, раціональні режими і параметри основних етапів технології, в т.ч. твердорідкофазного суміщення інгредієнтів фінішної обробки і рециклінга відпрацьованих деталей.

Як показали дослідження і проведення промислових випробувань, для виготовлення деталей з високими антифрикційними властивостями досить перспективними є литі композиційні матеріали (ЛКМ), порошкові металокомпозити, псевдосплави системи мідь-сталь та залізобуглецеві сплави, що містять включення міді. Композиційні матеріали (КМ) рекомендуються як ефективні замітники бронз, латуней, залізграфітової кераміки, що працюють в парі зі сталлю. Промислові випробування показали, що використання ЛКМ мідь-сталь в високо навантажених вузлах тертя дозволяє підвищити довговічність трібоспряжень в 1,5-5 раз, зменшити простої устаткування, запобігти аварійній ситуації через передчасну відмову трібодеталей, зекономити дорогі і дефіцитні кольорові сплави.

Постановка задачі дослідження

Мета даної роботи – визначення критеріального зв'язку складу макронеодомної структури металокомпозиту з характером і інтенсивністю зносу при сухому терті ковзання в залежності від характеру дисперсних абразивів і величини шляху тертя. Абразивний знос – це руйнування деталі в результаті її взаємодії з твердими частками при наявності відносної швидкості.

Методика проведення експериментів

Методика проведення дослідів оснований на визначенні зносу досліджуваного зразку при терті його відкритої поверхні об частки сипучого абразиву, під дією навантажувального диску, котрий знаходиться на поверхні абразиву і залежить від встановленої кількості обертів на валу (рис. 2). Відмінність ЛКМ №604 і ЛКМ №900 полягає в тому, що матричний сплав в ЛКМ №900 більш твердий ніж в №604.

З заготовок бронзи і ЛКМ виготовляли циліндричні зразки з діаметром 20 мм, а висотою 13 мм. Поверхню зразків, призначену для абразивного зносу, шліфували на шліфувальній шкурці до зникнення слідів механічної обробки, виникаючих при виробленні зразків (глибокі риски, нерівності, тощо). Готовність зразку до проведення дослідів оцінювали візуально.

Досліди проводили при 800, 1400 і 2500 обертів на валу за хвилину протягом 1,2,4 і 6 годин. Повна висота абразивної маси складає 70 мм, а

закріплювали його на висоті 38 мм від дна ємності. Перед проведенням дослідів абразивну масу ретельно перемішували, а після закінчення дослідів зразок ретельно промивали і сушили.

Для деталей, що зношуються в абразивній масі, характерною є залежність зносу від величини нормальної сили стиснення, часу (чи шляху тертя), швидкості переміщення виробу відносно абразивного середовища. Не менш важливою є природа абразиву, визначаються властивості матеріалу абразивних неметалічних часток: міцність, твердість, зернистість, форма. Впливовим фактором є також структура досліджуваного матеріалу, його фазовий склад і властивості фаз, що входять до складу матеріалу. Не виключена дія окислювальних процесів, що має місце в період тертя поверхні зразку об сипучу абразивну масу.

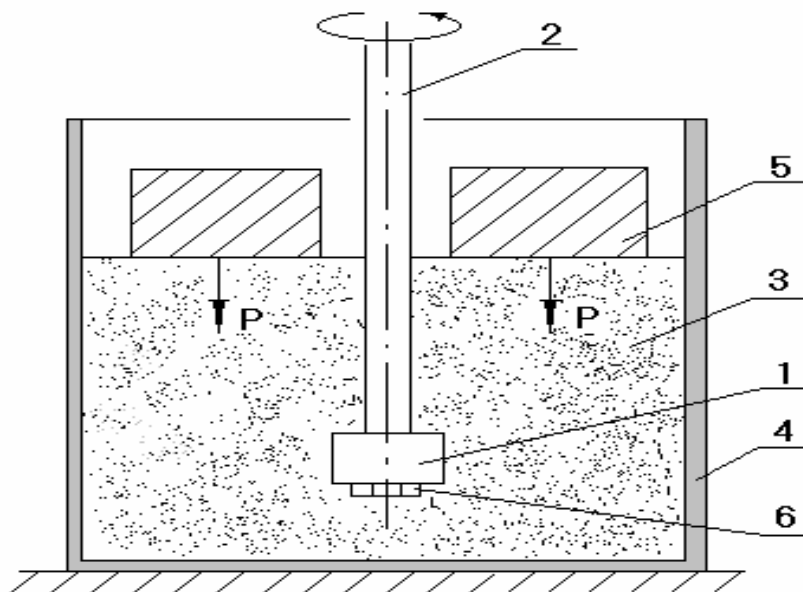


Рис. 2. Установка для дослідження абразивної зносостійкості ЛКМ і моносплавів, де: 1 – досліджуваний циліндричний зразок з отвором (моносплав або композит); 2 – вал; 3 – сипучий абразив; 4 – зовнішня поверхня установки («гільза»); 5 – навантажувальний диск з отвором; 6 – гвинт, що тримає досліджуваний зразок.

Для ЛКМ велике значення має структура матеріалу, так як вона не є однорідною. Тверді армуючі складові, якими були сталеві гранули, займають 50-70 % об'єму ЛКМ. Розташовуються вони в матричному сплаві, в порівнянні зі сталевими частками, що мають меншу твердість. При цьому, в різних ЛКМ гранули і матриця можуть мати різну твердість. Гранули ідентичного складу ЛКМ мають різну структуру і твердість. Матричний сплав також відрізняється складом і твердістю. Випробування показали, що композиційний матеріал з більш твердими гранулами і

матрицею характеризується меншим зносом. Для матеріалів, що складаються з фаз з різко відмінною твердістю, до яких треба віднести ЛКМ мідь + сталь, приходять до порівняння так званої еквівалентної твердості, що визначається по принципу адитивності. Еквівалентна твердість дорівнює сумі множників об'ємів кожної фракції на її твердість.

Результати досліджень

Порівняння одержаних даних засвідчує те, що значення коефіцієнта еквівалентної твердості $K_{T \text{ екв}}$ для композитів №604, 900 відповідають і підтверджують висновок про абразивну стійкість матеріалів. Але можливим є варіант, коли мікротвердість матриці $H_{\mu \text{ матр}}$ буде настільки велика, що матеріал виявиться занадто зносостійким для даного абразиву, тобто $K_{T \text{ екв}} \geq 0,5-0,6$. Цей висновок вказує на можливість прогнозування абразивної стійкості ЛКМ на основі порівнянь еквівалентної твердості $H_{\mu \text{ екв}}$ і мікротвердості абразиву $H_{\mu \text{ абр}}$, регулюючи співвідношення армуючої фази і матриці в ЛКМ.

При дії абразивних часток піску втрата маси у ЛКМ №604 на 40-50% нижчий, ніж у ЛКМ №900, у всьому діапазоні випробуваних швидкостей і часу досліду. На рис. 1 в якості прикладу відображені порівняльні дані зносу цих композитів, отриманих при досліді в ідентичних умовах дії абразивної пісочної маси, що корелюється з величиною $K_{\tau \text{ екв}}$ для цих матеріалів. Звідси можна зробити висновок про те, що абразивна стійкість композитів в значній мірі залежить від їх складу, структури і властивостей фаз, що в подальшому проявилось при досліді в умовах дії закріплених абразивів і прошарки абразивних часток.

Порівняння отриманих даних втрати маси ЛКМ з моносплавами показало, що композити мають знос в піску на 70-80 % нижче, ніж бронза чи латунь.

Встановлено, що величина абразивного зносу залежить від зміни режимів тертя ковзання. Проведено дослідження, в яких визначали залежність зносу від шляху тертя при постійному навантаженні і взаємозв'язок втрат маси з величиною навантаження при одному і тому ж шляху тертя. В цих досліді в якості абразивів використовували пісок і карбід кремнію. Досліджували зразки ЛКМ, які відрізнялися складом матричного сплаву, об'єктом порівняння служила бронза.

На рис.1 представлені криві, які характеризують знос в залежності від шляху тертя для двох складів ЛКМ і бронзи. При збільшенні часу дії прошарку піску на поверхню досліджуваних матеріалів і відповідно збільшення шляху тертя абразивних часток, при постійному навантаженні, знос зростає в бронзі інтенсивніше, ніж в ЛКМ: в 1,4-2,0 рази при шляху тертя 200 м і в 2,2-2,8 рази при шляху тертя 600 м.

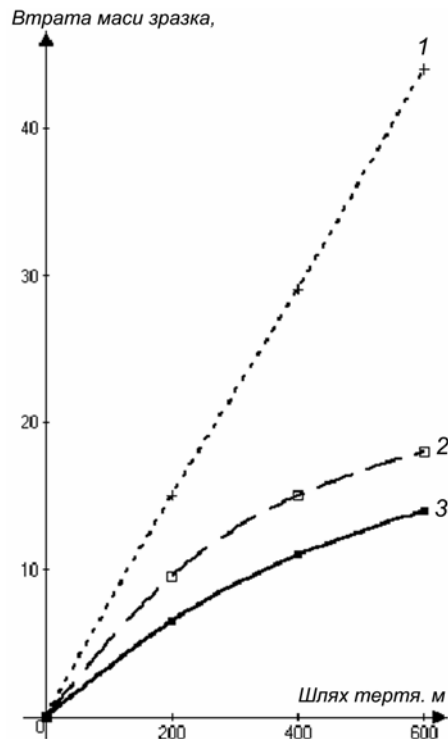


Рис. 1. Порівняльні показники зносу моносплаву бронзи і ЛКМ при зміні шляху тертя в умовах дії прошарку піску і постійного навантаження 4,5 кг: 1 – бронза; 2, 3 – ЛКМ (склади №604 і №900) відповідно

Аналіз отриманих кривих показує, що має місце відмінність в характері зносу бронзового моносплаву і ЛКМ. Так для бронзи характерне рівномірне зростання зносу при збільшенні шляху тертя, а графік має лінійний характер.

Це свідчить про постійність швидкості зносу бронзового сплаву, що не змінюється в часі. Інший вид мають графіки залежності втрати маси ЛКМ від шляху тертя. На цих кривих можна виділити 2 інтервали. Перший на протязі 100-200 м, коли знос відбувається з відносно високою швидкістю, в порівнянні з рештою шляху. Його можна розглядати як період приробки. Потім має місце стаціонарний період з поступово знижуваною швидкістю зносу.

Вивчення впливу величини навантаження на знос показало зниження абразивостійкості матеріалів при зростанні тиску, що прикладається. У бронзи в більшій мірі, ніж у ЛКМ. З композитів у ЛКМ №604 втрата маси більша, ніж у № 900. Наприклад, в умовах прошарку піску, при збільшенні навантаження в 2 рази, знос бронзи підвищується в 3, 4 рази, а ЛКМ – в 1,5-1,7 рази. Коли навантаження збільшується в 3 рази, знос відповідно підвищується в 6 і 2,5-2,6 рази.

Висновки

Встановлено критеріальний зв'язок складу макрогетерогенної структури метало композиту з характером і інтенсивністю зносу при сухому терті ковзання в залежності від характеру дисперсних абразивів і величини шляху тертя.

Показано, що величина зносу випробуваних ЛКМ різна. Як було встановлено методом мікрорентгеноспектрального аналізу, гранули в цих композитах мають близький склад і структуру. Склад матричного сплаву відрізняється, що забезпечує йому різну твердість і відповідно характер зносу композитів. В ЛКМ № 720 матриця менш тверда, ніж матричний сплав ЛКМ № 900. Величина зносу цього композитного матеріалу в ідентичних умовах випробування зразків вище на 20-30 %. Це дозволяє зробити висновок, що при близьких значеннях твердості армуючих елементів в ЛКМ твердість матричного сплаву має вирішальне значення при встановленні абразивної стійкості композитів.

Література

1. Сравнительные исследования трибосвойств поршневых сплавов и экономно армированных литых композитов с алюминиевыми матрицами / А.С. Затуловский, А.В. Коссинская, А.Д. Костенко и др. // Процессы литья. – 2004 - №4. – С. 19-23.
2. Литой композит с повышенным сопротивлением абразивному изнашиванию / С.С.Затуловский, А.В.Косинская, В. Акбарнеджад и др. // Процессы литья. – 2005 - №4. – С. 98-102.