

# РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 620.162:620.178:631.363

*М. І. Денисенко, канд. техн. наук, доц.,  
А. С. Опальчук, д-р техн. наук, проф.*

## ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ТЕРТЯ КОВЗАННЯ В ПОТОЦІ ЗЕРНОСУМІШЕЙ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Розглянуто закономірності й особливості утворення структури поверхонь тертя композиційних матеріалів під час тертя ковзання в потоці зерноsumішей.*

**Сутність проблеми.** Конструювання вузлів тертя передбачає необхідність створення матеріалів, здатних працювати в широкому діапазоні температур, миттєвих навантажень та швидкостей ковзання. Робочі органи різноманітних машин і обладнання тваринницьких ферм – це деталі тертя, які за своєю кількістю в декілька разів переважають пари тертя. Втрати маси металу в результаті їх зносу технологічними матеріалами великі та досягають від 10 до 50 % їх маси, а інколи і більше. Тоді як втрати маси металу при зношуванні спряжених деталей тертя в умовах мащення коливаються в проміжку 0,1-1,0% [1].

Спостерігається більш як 30 % функціональних відмов машин тваринницьких комплексів (в т. ч. кормоприготувальних) спрацювання їх основних робочих органів. Основні причини виникнення відмов робочих органів кормоприготувальних машин - порушення правил експлуатації, низька якість ремонту відновлювальних робіт, зношування та корозійне руйнування деталей машин.

За даними виробничих випробувань в господарствах України найбільш навантаженими та швидкозношуваними деталями кормоприготувальних машин є їх основні робочі органи – молотки. Зношування робочих граней молотків відбувається в потоці зерноsumішей, у складі яких наявні абразивні частинки ґрунтового пилу (1 – 4 %).

Характер зношування серійних молотків кормоподрібнювачів зображено на рис. 1.

За твердженнями вітчизняних учених молотки кормоподрібнювачів схильні до втомного пошкодження.

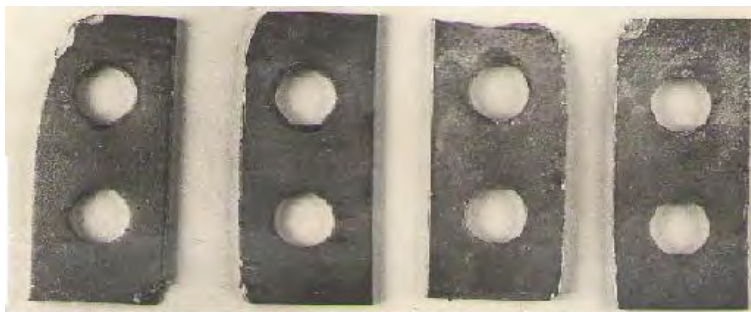


Рис. 1. Характерні типи експлуатаційних пошкоджень молотка кормоподрібнювача після подрібнення 50–60 тонн зерносумішей

На поверхні тертя деталей спостерігаються втомні виразки, що виникають внаслідок дії циклічних навантажень.

Унаслідок зношування молотків кормоподрібнювачів починається підвищена вібрація агрегату, знижується якість помелу вихідного продукту та трапляються випадки забивання дробарки.

Низька зносостійкість серійних молотків і значні витрати на їх технічне обслуговування суттєво знижують техніко-економічні показники експлуатації кормоприготувальних машин.

Мета цієї праці – підвищення довговічності та зносостійкості молотків кормоподрібнювачів через виготовлення їх з металокерамічних порошкових матеріалів.

**Матеріали та методи досліджень.** При виконанні даної праці були вивчені пропозиції щодо зміцнення робочих органів машин і був вибраний перспективний напрям Інституту проблем матеріалознавства АН України з виготовлення молотків кормоподрібнювачів методами порошкової металургії.

Конструкційні деталі машин – найпоширеніший вид продукції порошкової металургії.

Основною особливістю металокерамічних порошкових деталей є їх висока щільність і міцність, що наближаються до щільності і міцності деталей з прокату і литва.

Міцнісні характеристики металокерамічних композиційних матеріалів підвищуються при легуванні залісної основи сплаву. Однією з найпоширеніших легувальних добавок є хром. Було виготовлено порошкові суміші КХЖ-50, КХЖ-85, КХНФ-15 та молотки кормоподрібнювачів із них. Попередні випробування показали, що

виготовлення молотків кормоподрібноувачів із шаровою робочою частиною забезпечують ефект самозаточування за рахунок регульовальної різниці за зносостійкістю робочих граней та серцевини.

Виготовлена експериментальна партія молотків кормоподрібноувачів, робочі грані яких армовані матеріалом КХЖ-30. Твердість покриття HRA 65÷83.

Експериментальні молотки виготовлялися методом гарячого штампування поруватих заготовок, що дає дозволяє підвищити коефіцієнт використання матеріалів з 55 до 98 % і відповідно значно скоротити трудовитрати при механічній обробці виробів.

Зовнішній шар молотків складається з порошків сплаву КХЖ (карбід хрому - 40 % та порошок заліза - 60 %), внутрішній несучий шар складається з порошків заліза - 98 % та графіту - 2 %.

Необхідною умовою технологічного процесу виготовлення є встановлення температурної межі, що забезпечує формування структури твердого сплаву – 1433 °К (1150 °С).

Для оцінювання робочих характеристик матеріалів виготовлялися призматичні зразки розміром 10×10×55 мм, які випробувалися на абразивне та контактне зношування.

Випробування на абразивне зношування здійснювали при терті зразків по алмазній пасті АСМ-12 з розмірами зерен від 14 до 20 мкм, що наносилася на скляний круг зі швидкістю 0,55 м/с і тиском 500 КПа.

Випробувалися зразки з робочими шарами із сплавів КХЖ, складнолегованого високохромистого чавуну і сталі ШХ-15.

Лінійний знос цих матеріалів у МК (мікронах) на кілометр шляху тертя складу відповідно для тришарового матеріалу – 475, складнолегованого чавуну – 590 і в сталі ШХ-15 – 655.

Випробування на контактний знос здійснювалися на машині тертя М-22П при терті зразків по контртілу із загартованої борова-ної сталі 45 за швидкості 1 м/с. Випробувались зразки з біметалево-го матеріалу із зовнішніми шарами у сплавів КХЖ і твердого сплаву на основі карбїду хрому з нікелевою зв'язкою типу КХНФ.

Структуру і фазовий склад композиційних матеріалів досліджу-вали методами металографічного, локального рентгеноспектраль-ного, мікродюрOMETричного і рентгенофазового аналізів. Мікрорент-геноспектральний аналіз здійснювали на автоматичному мікроана-лізаторі «Суперпроб-733» фірми «Джеол» (Японія).

Виготовлення експериментальних партій молотків здійсню-

вали на ВАТ «Новоград-Волинський завод сільгоспмашин».

Дослідження зміцнених молотків проводилися в умовах експлуатації на подрібненні зернових сумішей дробарками ДБ-5, ДКМ-5 у господарствах України та Республіки Білорусь.

Порівняльний аналіз величини зношування здійснювали з серійними молотками зі сталі 65Г.

**Результати досліджень.** Концентрація хрому, заліза та вуглецю в фазових складових сплавів визначили аналізом по точках. Кількісний аналіз здійснювали на сплаві карбід хрому – 70 % заліза. Структура сплаву, що містить 70 % заліза, двофазна (рис. 2). Вона складається із складного залізохромового карбіду та включень металевої фази [2].

Сплави на основі карбіду хрому з нікелевою (КХН) і нікель фосфорною (КХНФ) зв'язками відрізняються комплексом цінних властивостей, що дає можливість ефективно використовувати їх для виготовлення деталей, які працюють в умовах тертя, абразивного зношування, агресивних хімічних середовищ і високих температур [2].

Сплави КХНФ-15 на основі карбіду хрому з нікелевою зв'язкою, що легована фосфором, можуть використовуватися на заміну сплавів КХН-15 при температурах не вище 700 °С [3].

Мікроструктура сплаву КХНФ-15 являє собою композицію, що складається із зерен складного карбіду хрому та включень цементувального зв'язки на основі ніхрому, легованого фосфором (рис. 3).

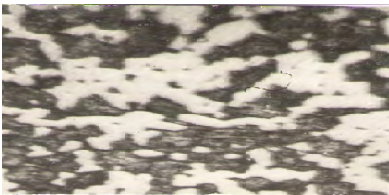


Рис. 2. Мікроструктура сплаву карбід хрому-залізо,  $\times 340$



Рис. 3. Мікроструктура сплаву КХНФ-15,  $\times 340$

Випробування металокерамічних композиційних молотків у виробничих умовах показали, що зовнішні зносостійкі шари мають гарне зчеплення з внутрішнім несучим шаром та не викришуються.

Масове співвідношення порошку заліза та карбіду хрому забезпечує міцний зв'язок між фазами та сприяє утриманню карбіду

хрому в процесі роботи молотків по всій поверхні.

Легування нікелевої зв'язки фосфором сплавів на основі карбїду хрому сприяє зниженню температури їх спікання, що забезпечує формування дрібнозернистої структури та підвищення механїчних характеристик сплаву при кімнатній температурі [2 – 4].

На основі результатів вимірювання побудована залежність вагового зношування молотків від наробітку дробарки (рис. 4).

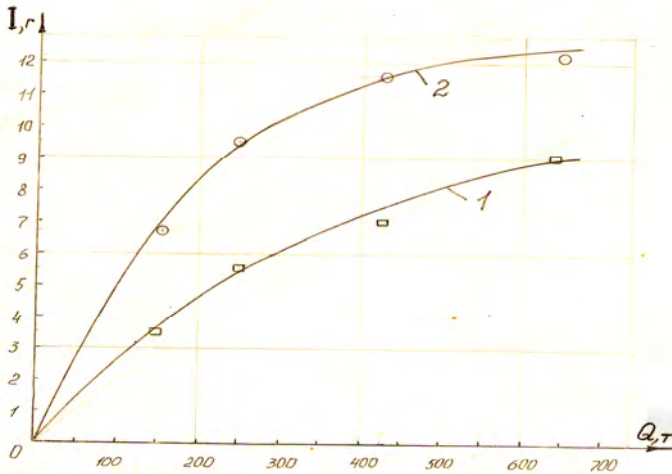


Рис. 4. Залежність вагового зносу молотків від наробітку дробарки: 1 – молотки з металокерамічних порошкових матеріалів; 2 – молотки серійні зі сталі 65Г

Тривалі експлуатаційні випробування показали, що зносостійкість в металокерамічних порошкових молотків у 2–3 рази вище, ніж серійних молотків із сталі 65Г. Загальний наробіток на машину становить 772 т. Контрольне вимірювання вагового зносу здійснювали в чотири етапи після наробітку 150 т, 250 т, 642 т і 772 т.

Сколювання робочих граней експериментальних молотків не виявлено.

**Висновки.** Вперше в Україні розроблено ударні робочі органи кормоприготувальних машин із композиційних матеріалів, що адаптовані до роботи в умовах втомно-абразивного середовища.

Застосування композиційних матеріалів для молотків кормоприготувальних машин забезпечує високу міцність зчеплення покриття з основою і відмінні експлуатаційні характеристики при по-

дрібненні зерна. Економічна ефективність використання металокерамічних порошкових деталей значно зростає за рахунок збільшення терміну їх служби порівняно із терміном служби деталей з серійних матеріалів.

### Список літератури

1. *Ермолов Л.С.* Повышение надежности сельскохозяйственной техники / Основы теории и практики / Л.С. Ермолов. – М.: Колос, 1979.
2. *Клименко В.Н.* Спекание, структурообразование и свойства порошковых материалов системы карбидхрома-железо / В.Н. Клименко, В.А.Маслюк, Ю.В.Самброс // Порошковая металлургия. –К., 1986. –№ 8. –С. 39–44.
3. *Клименко В.Н.* Исследование никелевой связки карбидохромовых сплавов фосфором: В кн.: Спеченные конструкционные материалы/ В.Н. Клименко, В.А. Маслюк/ – К., 1974. –С. 230–234.
4. *Влияние температуры на прочность и твердость порошковых карбидохромовых сплавов/ [В.Н.Власюк, В.Н.Клименко, В.А.Маслюк, И.Д.Радомысльский] // Порошковая металлургия. – К., 1980. –№ 6.–С.68–70.*

Стаття надійшла до редакції 25.02.09.