

**КОМПОЗИЦІЙНІ ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ І  
ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ  
ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

Денисенко М.І.<sup>1</sup>, к.т.н.,  
Іващенко С.В.<sup>1</sup>, інж.,  
Лісовський Л.В.<sup>1</sup>, інж.,  
Смиківський С.М.<sup>1</sup>, інж.,  
Дев'ятко О.С.<sup>2</sup>, к.т.н.

<sup>1</sup>*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

**Постановка проблеми.** Одним із методів порошкової металургії є отримання практично без поруватих матеріалів способом гарячого штампування заготовок деталей машин. Цей метод дозволяє підвищити коефіцієнт використання матеріалу з 50...55% до 95...98% і відповідно, значно скоротити витрати при механічній обробці.

Характеристики міцності металокерамічних конструкційних матеріалів підвищуються при легуванні залізної основи твердого сплаву. Методи вдосконалення конструкційних матеріалів розробляються за рахунок цілеспрямованого формування в них нано розмірної структури [1,2,4].

Одним із шляхів зменшення витрат на експлуатацію та заміну зношених деталей є виготовлення їх з матеріалів з високою зносо- та корозійною стійкістю. До них належать порошкові матеріали з нерівноваженою структурою, без вольфрамові тверді сплави та карбідосталі. Під композиційними матеріалами треба розуміти поєднання двох або більше хімічно різнорідних матеріалів з чіткою границею розділу між ними. Такий комбінований матеріал повинен мати властивості, котрі не має ні один з компонентів окремо. Композиційні порошкові матеріали поділяють на три основні групи:

1. Волокнисті матеріали, тобто матеріали, що складаються з волокон одного компонента, розподілених у іншому компоненті (матриці).

2. Дисперсні матеріали, які складаються з частинок одного або більше компонентів, розподілених у матриці її, і утворюють механічну суміш.

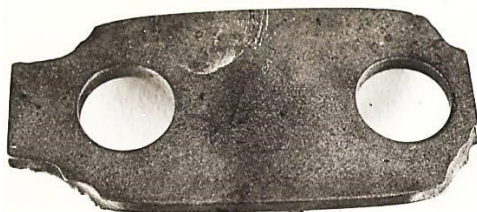
3. Шарові матеріали, що складаються з двох або більше шарів різних компонентів.

За видом матриці, волокнисті композиційні матеріали поділяють на металеві, полімерні і керамічні; за видом волокон – на матеріали, армовані дротом, скляними, борними, вуглецевими, керамічними та іншими волокнами. Армування металів високоміцними волокнами дозволяє отримати матеріали з надзвичайно високою міцністю та жорсткістю. Відомо, що в основі конструювання зносостійких порошкових матеріалів, які працюють в умовах абразивного зношування, постає принцип гетерогенності структури. Більш перспективними є шарові матеріали, що виготовляються методами порошкової металургії. В цьому випадку не має чіткої межі розділу між робочим шаром та основою деталі [1,3,5].

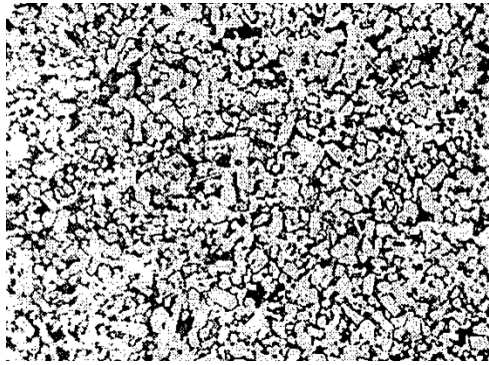
В агропромисловому комплексі технологічні заходи по різанню ґрунту, переробці продуктів рослинництва та видалення гноївки з тваринницьких приміщень є найбільш розповсюдженими технологічними операціями. При взаємодії з ґрунтом і продуктами рослинництва робочі органи ґрунтообробних, садильних і кормозбиральних машин, обладнання для приготування кормів зазнають інтенсивного абразивного зношування і корозійного руйнування. В той же час, від технічного стану леза робочого органу залежать, в першу чергу, такі показники роботи, як середня глибина культивації, ступінь підрізання бур'янів, перевитрати паливно-мастильних матеріалів, зростання тягового опору агрегатів, якість подрібнення кормів.

**Метою роботи** є підвищення довговічності і зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин шляхом виготовлення їх з композиційних порошкових матеріалів.

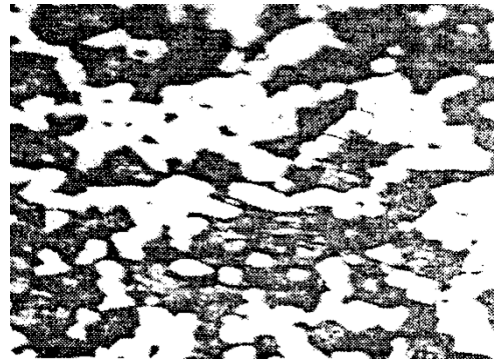
**Основні матеріали досліджень.** Відомо, що оптимальна конструкція молотка кормодробарки повинна забезпечувати в процесі зношування – стабільність технологічного процесу подрібнення кормів та періодичне відновлення профілю робочих граней, що безпосередньо контактують з продуктами рослинництва. На рис.1 зображено конструкцію молотка фірми «Вальтер» Німеччина, що переконливо показує його більш високий технічний ресурс.



**Рис. 1. Молоток кормодробарки фірми «Вальтер»**



**Рис. 2. Мікроструктура сплаву КХЖ-70, х 400**



**Рис. 3. Мікроструктура сплаву КХНФ-15, х 400**

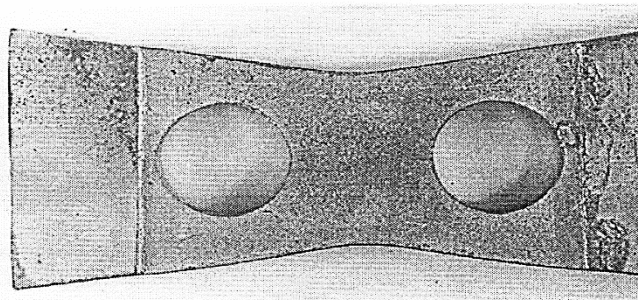
Для різальної крайки використовується матеріал КХЖ-50, який має високу твердість (84 HRA) та зносостійкість, несуча частина молотка виготовляється з матеріалу КХЖ-85.

В результаті проведених досліджень розроблено технологію виготовлення деталей з шаровою робочою частиною. Технологія включає операції пошарового засипання порошку в прес форму, їх сумісного пресування та дво стадійного спікання у повітрі при температурі 950°C та у вакуумі при 1230°C, з ізотермічною витримкою 45 хвилин.

Випробування підтверджують, що виготовлення деталей з шаровою робочою пластиною забезпечує ефект самозагострювання за рахунок регулюючої зносостійкості робочих граней і серцевини.

Мікроструктура сплаву КХНФ15 представляє собою композицію, що складається із зерен карбіду хрому та включень цементуючої зв'язки на основі ніхрому легованого фосфором (рис. 2).

Мікроструктура сплаву КХЖ70 представляє собою двофазову основу, що складає із зерен складного карбіду, розташованих в інтерметалевій матриці зі вуглецевого ферохрому (рис. 3). Поєднання високої міцності, ударної в'язкості з достатньою твердістю дозволяє рекомендувати сплави серії КХЖ для зміцнення деталей робочих органів кормоподрібнювачів, що швидко зношуються.

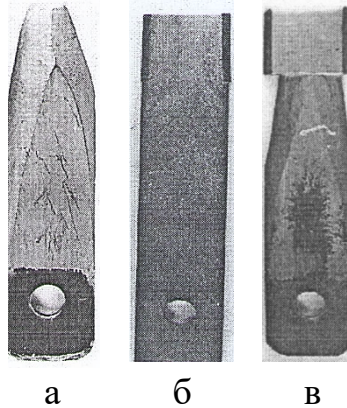


**Рис. 4. Молоток дробарки 3-шаровий композиційний матеріал (КХЖ50 + КХЖ85 + КХЖ50), ДБ-5, КДУ-2,0**



**Рис. 5. Дифузійна двостороння зона композиційного матеріалу, x 1000**

Триботехнічні показники випробуваних матеріалів зумовлюються в основному властивостями покриття та несучого шару. За допомогою методу порошкової металургії отримано матеріал, армовані шари якого з'єднані з несучою основою двосторонньою дифузійною зоною, що забезпечує надійний зв'язок та сприяє релаксації ударного впливу на молоток у всьому об'ємі поверхні. (рис.4, рис.5). Для різальної крайки використовується матеріал КХЖ-50, який має високу твердість 84 HRA та зносостійкість, несуча частина молотка виготовляється зі матеріалу КХЖ 85. Товщина армованого шару на одній площині може сягати до 30% від загальної товщини молотка дробарки. [1,2, 4]



**а** – зношування і руйнування підкладки (основи) зі сталі 65Г та злам робочої частини: ударно-абразивне зношування; **б** – вихідна робоча поверхня; **в** – наробіток на робочу грань молотка 200 тон.

**Рисунок 6. Молоток дробарки УМК-Ф-2 (БМКА-1), робочі крайки якого армовані змінними модульними пластинами з композиційних матеріалів на основі карбідів хрому, титану і молібдену**

Армування робочих граней молотків дробарок кормів з недорогої основи (сталь 45, сталь, Ст.3) модульними пластинами зі композиційних матеріалів КХЖ-70, КХНФ-15 складається з двох операцій (рис.6): перша виготовлення армуючого елемента, друга –

закріплення до основи молотка модульної пластини шляхом паяння, зварювання або приклеювання полімерною сумішшю «Стик», або «Адгезів, С-1». Для фермерського господарства найбільш економічно сприятливий метод відновлення та зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин у польових умовах. Отримана геометрія поверхні молотка (рис.4) після застосування порошкових композиційних матеріалів дає більш тривалий термін служби молотків і найменшу кількість разових зупинок машин для приготування кормів.

**Результати та висновки.** Розроблена технологія виготовлення зносостійких елементів із порошкових композиційних матеріалів для робочих органів молоткових і роторних подрібнювачів. Отримано матеріал із безвольфрамового твердого сплаву в умовах ударно-абразивного зношування. Обґрунтована висока ефективність використання технології виготовлення робочих органів машин для тваринництва і кормо виробництва методами порошкової металургії. Використання для виготовлення молотків кормодробарок порошкових композиційних матеріалів на основі карбідів хрому і титану дозволило підвищити їх довговічність та зносостійкість у 10-13 разів у порівнянні з серійними зі сталі 65Г. Для деталей, що працюють в умовах абразивного зношення, вибирають сплави з малим вмістом нікелю, які забезпечують високу твердість і стійкість проти спрацювання; для деталей, що піддаються динамічним навантаженням, - сплави з максимальним вмістом нікелю і, отже, з найбільшою ударною в'язкістю.

Застосування порошкових композиційних матеріалів для виготовлення деталей машин дає значний економічний ефект. Собівартість виготовлення 1 т металокерамічних деталей середньої складності у 2-2,5 рази нижча собівартості 1 т деталей з прокату або литва. У разі випадків ефективність використання порошкових композиційних деталей значно зростає за рахунок збільшення строку їх служби порівняно зі строком служби деталей з традиційних конструкційних матеріалів.

### **Список використаних джерел**

1. Конструкційні металокерамічні деталі. /Інститут проблем матеріалознавства НАН України. Видавництво «Реклама» Київ, 1990.
2. Мудрук А.С. Повышение долговечности машин и оборудования, работающих в условиях интенсивного износа // А.С. Мудрук, Н.И. Денисенко, М.В. Киндрачук УкрНИИТИ. Сер.Технология и оборудов. По обраб. Металлов; К.: Вып.3 1990. 44 с.
3. Шамрай В.Б., Мікосянчик О.О., Лопата Л.А., Голембієвський Г.Г., Горб С.С. Композиційні матеріали для зносостійких покриттів деталей сільськогосподарських машин / В.Б.Шамрай, О.О.Мікосянчик, Л.А.Лопата, Г.Г. Голембієвський, С.С.Горб // Проблеми тертя та зношування. – 2023, 1 (98), Київ. С.4-13.

4. Маслоук В.А. Зміцнення швидкозношувальних поверхонь робочих органів сільськогосподарських машин безвольфрамними твердими сплавами // Маслоук В.А., Яковенко Р.В., Денисенко М.І.-К: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК/ 2013.-Вип.185,ч.1. С.42-57.

5. Денисенко Н.И. Пути повышения срока службы рабочих органов кормодрилок. / Н. Денисенко, Р. Власюк.-К.: Исследование и конструирование машин и оборудования для животноводства: Сб. научн. трудов. Вып.8. ВНИИживмаш, 1986.