

рівномірне притискання фрикційних поверхонь та відновлення ефективності гальмування;

- своєчасне сервісне обслуговування системи Mondo із застосуванням високотемпературних змазок та дотриманням моментів затягування кріплень продовжує термін служби вузлів;

- практичні роботи підтвердили доцільність комплексного підходу до обслуговування гальмівного механізму: перевірка; очищення; змащення; заміна зношених елементів.

### **Список використаних джерел**

1. HL Mando: офіційний веб-сайт. URL: <https://www.hlmando.com/en/main.do> (дата звернення: 22.10.2025).

2. Попов С. В., Федьків О. О., Васильєв Є. А. Продовження життєвого циклу малотоннажних фермерських фургонів. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. тез XXIII-ої Міжнар. наук. конф., 16-18 жовт. 2022 р. Житомир: ЖАФК, 2022. С. 275. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.28791812.v1>

3. Оцінка функціональної придатності гальмових систем легкових автомобілів за зміною шляху гальмування в процесі експлуатації / В. І. Назаров та ін. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2021. №13(1). С.78–86. URL: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2021-13-1-78-86>

4. Заставний О. А., Чехович І. М. Удосконалення технологічного процесу діагностування гальмівної системи автомобіля Skoda Octavia з дослідженням параметрів діагностичного стенду. Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2023. 123 с. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/43495> (дата звернення: 22.10.2025).

УДК631.56:631.363.1.004:621.63

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН МОЛОТКОВОГО ТИПУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ**

Денисенко М. І.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.

Лісовський Л. В.<sup>1</sup>, викл.

Дев'ятко О. С.<sup>2</sup>, к.т.н., доц.

<sup>1</sup>ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України», Україна

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

**Постановка проблеми.** В технології приготування кормів основними машинами для подрібнення кормів є подрібнювачі ударної

дії – молоткові дробарки ( типу ДЗ – 3, ДБ-5, ДМ, БМКА-1, БМКА-1,5, КДУ-2,0, ІРТ-80, ІРТ-165, ДПА, ДМА та інші). На сьогодні молоткові дробарки використовуються в 90% усіх технологічних ліній і широко розповсюджені завдяки простій конструкції, надійності в експлуатації та зручності технічного обслуговування.

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 зношування технологічними матеріалами великі і досягають від 10 до 50% їх маси, а інколи і більше, тоді як втрати маси металу при зношуванні спряжених деталей тертя в умовах мащення коливається в проміжку 0,1-1,0%.

**Метою досліджень** є підвищення ресурсу ударних робочих органів машин для приготування кормів та зниження норм витрат запасних частин.

**Результати досліджень.** Зношування ударних робочих органів є неминучим процесом, але в деяких випадках швидкість їх спрацювання є надмірно високою.

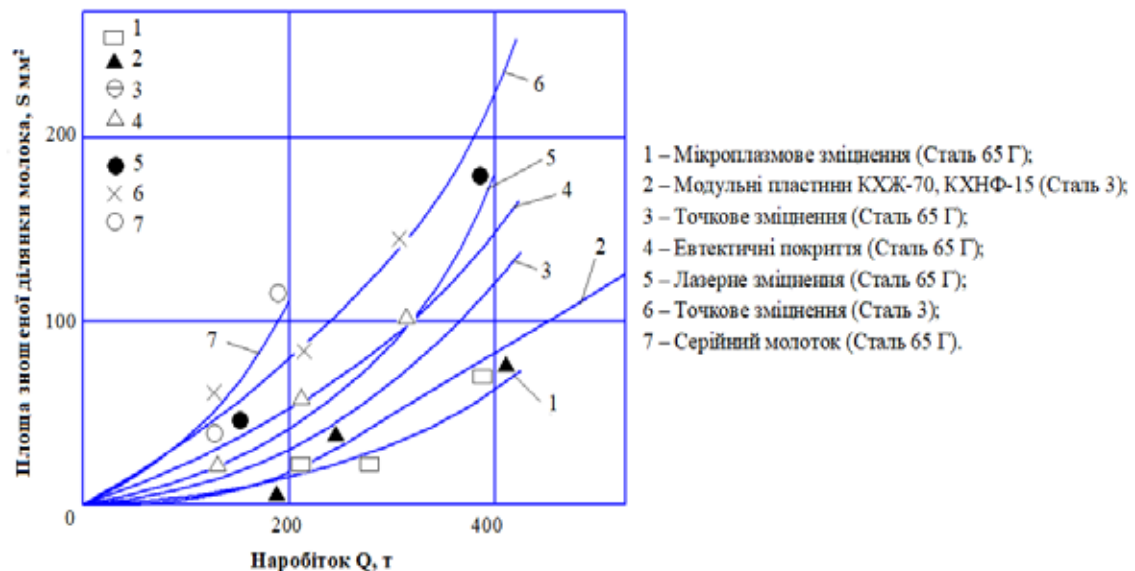
Для підвищення зносостійкості і ресурсу молотків кормодробарок були використані матеріали і технологічні методи, запропоновані науково-дослідними установами НАН України: лазерна обробка поверхні тертя, нанесення порошкових матеріалів точковим зміцненням та мікроплазмою, індукційне наплавлення псевдо сплавів і евтектичних покриттів а також використанням модульних пластин із композиційного порошкового матеріалу КХЖ-70, КХНФ-15.

Виготовлена дослідницька партія молотків, армованих зносостійкими елементами із порошкового композиційного матеріалу на основі карбідів хрому і титану зі зв'язкою зі сплаву КХТНФ25.

Підвищити ресурс ударних робочих органів можливо шляхом: а) удосконалення конструкцій робочих органів або окремих вузлів подрібнювача; б) використанням зносостійких покриттів для виготовлення або армування поверхонь тертя робочих органів; в) використанням зносостійких сплавів з одночасним вдосконаленням конструкції кормодробарки.

В господарствах Київської, Житомирської областей, і Латвійська республіка, ( м. Приєкулі ) на кормодробарках ДБ-5, ДКМ-5,0; КДУ-2,0; УМК-Ф-2 проведено виробничі випробування молотків зміцнених різними методами. Виготовлення молотків із композиційних матеріалів методом гарячого штампування поруватих заготовок здійснювали на ПрАТ «Новоград-Волинськсільмаш» та на Броварському заводі порошкової металургії.

Аналіз динаміки зношування молотків дозволяє оцінити зносостійкість використаних конструкційних матеріалів та технологічних методів зміцнення (рис.1).



**Рис. 1.** Динаміка зношування молотків кормодробарок

Задовільні результати по зносостійкості молотків одержано при зміцненні робочих граней точковим наплавленням, порошковим дротом ПП-АН170 (ПП-АН170М), та зміцнення евтектичним покриттям №1. При точковому зміцненні виникають мікротріщини та шлакові пори, що негативно позначається на надійності відновлення робочих органів. В той же час при точковому зміцненні спостерігається гальмування зносу поверхні молотка, в результаті чого утворюється складний зубчастий профіль, що забезпечує подальшу роботу та взаємодію молотка з подрібнюваною зерною сумішшю (рис. 2).



**Рис. 2.** Молоток дробарки з точковим покриттям, профіль робочої грані після наробітку: 500...600 тон

Після наробітку в 450 тон на одну грань молотка з точковим зміцненням, кормодробарка може далі функціонувати, забезпечуючи

подрібнення зерна, відповідно зоотехнічним вимогам (рис.1, крива 6). Запропоновано спосіб одержання зносостійких евтектичних покриттів з необхідною структурою та заданими експлуатаційними властивостями (рис.1, крива 4). Але більш перспективними є композиційні шарові матеріали, що виготовляються методами порошкової металургії. Такими матеріалами є сплави на основі карбїду хрому і титану з залізною зв'язкою. Матеріалом основи молотка, тобто його несучої частини є вуглецева сталь, що синтезується із суміші залізного порошку з графітом.[1,2]

Виробничі випробування показали, що виготовлення деталей з шаровою, робочою частиною забезпечує ефект самозагострювання на рахунок регулюючої зносостійкості робочих граней та серцевини. Експлуатаційні дослідження молотків кормодробарок ДБ-5, ДКМ-5, УМК-Ф-2 показали, що їх довговічність в порівнянні з серійними збільшується більше ніж в 4-5 рази, а наробіток на 1 робочу грань досягає 980-1050 тон подрібненого продукту.

**Висновки.** 1. Результати виробничих випробувань показали підвищення довговічності та подовження ресурсу молотків кормодробарок в порівнянні з серійними із сталі 65Г в 3,5 рази при виготовленні об'ємних молотків методом гарячого штампування пористих заготовок, в 2 рази – евтектичними покриттями системи Fe-Mn-C-B, в 1,96 рази – за точкового зміцнення порошковим дротом ПП-АН170 (ПП-АН170М), в 4-5 разів – при армуванні поверхонь тертя модульними пластинами із композиційних матеріалів типу КХНФ-15, КХЖ-70., КХНТФ25.

2. Перспективним і найбільш економічним напрямком у підвищенні довговічності та ресурсу молотків являється досягнення ефекту керованого зношування робочих граней ( створення зубчастої геометрії), що утворюється для молотків зі сталі, Ст.3 дискретним легуванням порошковим дротом ПП-АН 170 (ПП-АН170М).

3. Встановлено, що найбільш високу зносостійкість мають молотки, зміцнені мікро плазмовим нанесенням порошкового дроту ПП-АН148 торцевої крайки по короткій стороні молотка.

### **Список використаних джерел**

1. Денисенко М.І. Порошковые хромистые стали и их применение для упрочнения рабочих органов кормодробилок // М.І. Денисенко, В.А.Маслюк, Р.В. Яковенко Порошкова металургія. 11/12 (524), 2018. С. 146–154.