

УДК 621.793.620.172

**М. І. Черновол, проф., д-р техн. наук, Т.В. Лопата, асп.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## Умови експлуатації і основні причини виходу з ладу ріжучих елементів робочих органів сільськогосподарських машин

Розглянуті основні фактори, які визначають вид зношування ріжучих елементів робочих органів сучасної сільськогосподарської техніки та дослідженні особливості їх зношування. Показано, що довговічність ріжучих елементів робочих органів сільськогосподарських машин, що експлуатуються в умовах абразивного зношування, знаходиться в прямій залежності від здатності протистояти абразивному або корозійно-механічному руйнуванню їх ріжучих кромок.

**ріжучі елементи, абразивне зношування, корозійно-механічне руйнування, робочі органи, знос, зміцнення**

**Стан проблеми.** Основними факторами, які визначають вид зношування ріжучих елементів робочих органів сучасної сільськогосподарської техніки є:

- середовище, в якому проходить знос;
- динаміка і кінематика відносного переміщення тертьових тіл;
- характер контакту і властивостей матеріалу деталей які зношуються.

Перші фактори первинні. Вони характеризують зовнішні умови служби деталей машин, визначають якісну і кількісну сторону явищ зносу. Через це їх поєднання з властивостями тертьових тіл повинно бути покладено в основу при визначенні виду зношування [1,4].

**Зношування робочих органів сільськогосподарських машин.** Складність процесу зношування робочих органів сільськогосподарських машин обумовлена силами на поверхні тертя, які безперервно змінюються, неоднорідністю абразивного середовища як по механічному, так і по хімічному складу, складністю динаміки контактування і переміщення часток абразиву [2]. Спочатку в точках фактичного контакту абразивних часток з поверхнями тертя деталей спостерігається різка концентрація напруження і проходить пластична деформація. Товщина деформованого шару залежить від твердості матеріалу і навантаження на абразив і складає 1-5 мкм. При повторно - перемінному деформуванні металу абразивом проходить його наклеп до граничного стану, який характеризується критичною щільністю дислокацій, яка в свою чергу приводить до знеміцнювання поверхневого шару і утворення субмікроскопічних тріщин. При цьому сильно деформований шар, який має підвищену активність, вступає в взаємодію з агресивними компонентами середовища, що приводить до утворення окисних плівок. Утворені окисли і передеформований (ослаблений) шар металу дуже крихкі. Багаторазові напруження розтягу, які виникають в поверхневому шарі під дією сил тертя, приводять до руйнування більш крихких окисних плівок. Якщо ж напруження розтягу перевищують дійсний опір розриву перенаклепаного шару металу, то його руйнування проходить за рахунок сколювання і відділення мікростружки разом з окисними плівками. На поверхні деталей можливе одночасне протікання цих процесів. При цьому абразивний знос за рахунок утворення і руйнування плівок окислів переважає на деталях, виготовлених із міцних і твердих

матеріалів і при невеликих питомих навантаженнях. В'язкі і досить крихкі матеріали з низькою твердістю зношуються в основному за рахунок відділення мікроструктури.

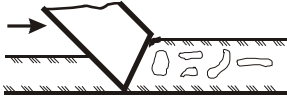
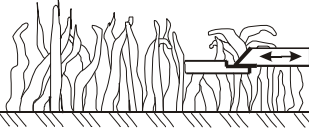
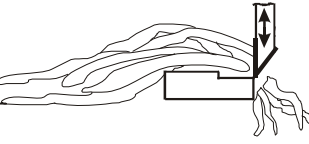
**Причини виходу із ладу ріжучих елементів робочих органів сільськогосподарських машин.** Статистичні дані показують (таблиця 1), що по причині зносу і корозії із ладу вибувають до 80%, а по причині поломок (включаючи руйнування від утомленості) – 20-30% деталей. Поломка деталей може виникати не тільки внаслідок великих ударних навантажень при роботі машин, але і від втрати міцності при зносові і корозії. Знос ріжучих елементів кормозбиральних комбайнів обумовлений в основному абразивно-корозійно-механічним зношуванням [2-6,15].

Вирішення задачі підвищення зносостійкості і довговічності ріжучих елементів робочих органів сільськогосподарських машин шляхом їх зміцнення повинно базуватися на розроблених кількісних методах оцінки умов роботи [2-6,15].

**Особливості зносу ріжучих елементів кормопробірюючих машин.** В сільському господарстві України використовуються кормозбиральні комбайни слідуючих моделей: РСМ-100 «Дон-680М», СHAMPION С 1200, Jaguar, ККП-3 «Херсонєць-9», КСКУ-6АС-18 «Херсонєць-200», ККП-2С.

Комбайн кукурудзозбиральний ККП-3 «Херсонєць-9» - універсальна високопродуктивна машина для збирання всього біологічного врожаю кукурудзи.

Таблиця 1 - Причини виходу із ладу ріжучих елементів робочих органів сільськогосподарських машин

Технологічна схема	Вид і умови зношування		Приклади зношуваних робочих органів	Причини виходу із ладу, %		
				Затуплен- ня кромки	Поломки при ударах	Руйну- вання втомле- ням
	Абразивне	При переміщенні в рослинній масі, яка вміщує абразив	Сегменти жаток, деталі ріжучого апарату, шнеки збиральних машин	80	15	5
		При переміщенні в рослинній масі, що вміщує абразив	Сегменти жаток, деталі ріжучих апаратів, шнеки збиральних машин	80	15	5
	Абразивне-корозійно-механічне	При подрібненні рослинної маси	Деталі подрібнюючого барабана кормозбиральних машин	60-70	20-25	10-15

Кукурудзозбиральний комбайн КСКУ-6АС-18 «Херсонєць-200» єдиний в світі комбайн, який забезпечує за один прохід збирання всього біологічного врожаю кукурудзи.

Обидва комбайни виконують як збирання кукурудзи, так і подріблення листя і стебельної маси.

Кукурудзозбиральний комбайн ККП-2С очищує і збирає в початки стиглу кукурудзу, в тому числі насінну, забезпечуючи мінімальне пошкодження початків, подрібнює стебелину масу.

Кормозбиральний комбайн РСМ-100 «Дон-680М» – унікальна самохідна кормозбиральна техніка. Дозволяє заготовляти в сезон до 30000 тон силосу, сенажу і зеленого корму з якісним подрібненням. Комбайн має три режими подріблення: 3,5/8/20 мм, регулює довжину різки без зміни ножів, ідеально підходить для заготівлі всіх типів кормів. При заготівлі силосу із кукурудзи застосовується роторний доподрібнювач зерна. Доподрібнювач зерна роторного типу подрібнює до 96% зерна кукурудзи. Тільки Дон - 680М дозволяє отримувати січку 3,5 мм, яка використовується для заготівлі кормів вищої якості. Важливою складовою високої продуктивності кормозбиральних комбайнів Дон - 680М є прямоточна схема провідки кормів, яка відрізняється не тільки високою пропускною спроможністю, але і зразковою надійністю технологічного процесу. В основі схеми — високоінерційний подрібнюючий барабан (рис.1), оснащений 24 ножами (рис. 2) і заточним пристроєм. V-образне розташування ножів центрує потік зеленої маси, що забезпечує високу пропускну спроможність, зменшує витрату палива і збільшує термін служби підшипників барабана. Завдяки V-образному розташуванню ножів вдалося максимально використовувати переваги зустрічного косоного зрізу: більш ніж на 10% зменшити енергоємність різки і змістити від підшипників осьові навантаження. Подрібнюючі ножі і противоріжучі пластини мають спеціальні, зносостійкі покриття. Противоріжуча пластина має двосторонню робочу поверхню з наплавкою із хром-ванадієвого сплаву, що в 3,5 рази збільшує робочий ресурс. Самі ножі вольфрамові з карбідним покриттям (рис.2). Застосування подрібнюючого барабану відкритого типу зменшує вплив динамічних навантажень і забезпечує надійність і довговічність подрібнювача.

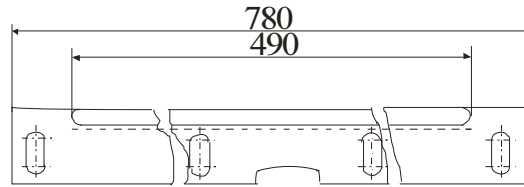
Подрібнюючі ножі кормозбирального комбайну CHAMPION C 1200 виготовлені із вольфраму із карбідним напиленням.



Рисунок 1 - Подрібнюючий барабан комбайну Дон - 680М

Подрібнюючий барабан комбайна Jaguar працює з частотою обертання 1200 об/хв. Це означає, що кожен окремо взятий подрібнюючий ніж робе 20 різів в секунду.

В сезон збирання врожаю при 350 часах роботи на кожний ніж приходиться більше 25 млн. різів. З таким екстремальним навантаженням під силу впоратися тільки ножи зі спеціальним покриттям. Подрібнюючі ножі original claas комбайну Jaguar мають порошкове покриття із карбіду вольфрама, яке забезпечує зменшення зносу матеріала і збільшення строку служби ножів в порівнянні з ножами стандартного виконання



а



б

в

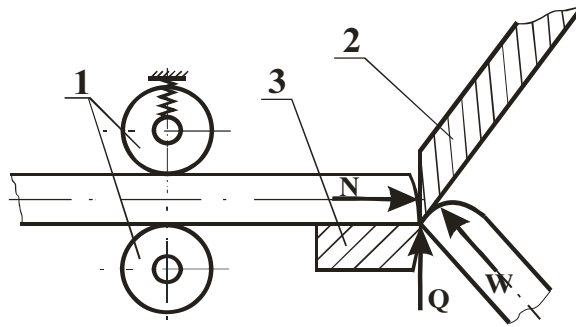
а – робоче креслення; б – новий ніж; в – зношений ніж після експлуатації

Рисунок 2 - Ріжучий ніж подрібнюючого барабану

Знос ріжучих елементів кормоподрібноючих машин визначається кінематичними особливостями процесу різання (рис.3) [1-3]. Робоча частина ножа (односторонній клин) порушує внутрішній зв'язок стебел, роз'єднує їх і утворює нові поверхні. Аналіз результатів експлуатаційних іспитів показує, що лезо зношується по довжині неоднаково. Це пояснюється передусім тим, що стискання стебел ножем до моменту початку різання по всій товщині шару розподіляється нерівномірно. Зона стиснутих стебел локалізується спочатку поряд ріжучої кромки ножа (рис.4). Чим менше зусилля різання, тим вужче зона стиснутих стебел. Знос робочої частини ножа характеризується зміною товщини ріжучої кромки і утворенням незначної по ширині додаткової площадки з сторони задньої поверхні. Знос характеризується затупленням і зміщенням по висоті ріжучої кромки, утворенням додаткової площадки, нахиленої під кутом до поверхні, яка стискається з матеріалом (рис. 4).

Авторами роботи, були досліджені особливості зносу ріжучих елементів кормоподрібноючих машин. Показано, що в процесі експлуатації ножів відбувається затуплення їх леза, при цьому змінюються початкові кути заточування і зменшується ширина леза. Встановлено, що радіус закруглення і кут заточування в перші часи роботи змінюється незначно, а після наробітки 1000т зеленої маси їх знос проходить найбільш інтенсивно. Після подрібнення 3150т зеленої маси радіус закруглення змінюється від 0,1мм до 2,7мм, а кут заточування – від 75° до 85°18'. Сучасні високопродуктивні кормоподрібноючі машини характеризується більш високим рівнем навантажень на робочі органи подрібнюючого апарату. Це приводить до

інтенсифікації процесу зношування ріжучих елементів. Так, згідно даних заводських іспитів, у серійного ножа ( сталь 65Г, гартування ТВЧ ) після напрацювання 1000т радіус закруглення складає 2,5 – 3мм.



1-валки, 2-ніж, 3-протиріжучий брус, 4-стебло Q – сила опору зрізу; N – сила притискання валків; W – сила опору зрізання шару

Рисунок 3 - Схема подрібнення рослинної маси в подрібнюючому барабані

Характер зносу ріжучих елементів залежить від способу їх зміцнення [1,4]. Найвищу працездатність забезпечують схеми, які реалізують ефект самозаточування. Під самозаточуваністю розуміється здатність леза зберігати в процесі експлуатації достатню по міцності і зносостійкості товщину ріжучої кромки з наявністю оптимального профілю, допустимого для виконання технологічної операції [5]. Під самозаточуваністю розуміється здатність леза зберігати в процесі експлуатації достатню по міцності і зносостійкості товщину ріжучої кромки з наявністю оптимального профілю, допустимого для виконання технологічної операції. Існує самозаточування I і II роду [6]. При самозаточуванні I роду покриття наноситься на нижню поверхню леза. При цьому гострота ріжучої кромки забезпечується товщиною покриття, яка визначається, в свою чергу, агротехнічними вимогами. Самозаточування II роду дозволяє забезпечити лезу більшу товщину ріжучого шару, так як в цьому випадку покриття наноситься на верхню поверхню ріжучого елемента.

При самозаточуванні I роду для ріжучих елементів подрібнюючих барабанів кормозбиральних комбайнів рекомендуємі товщини покриття 0,3- 0,8 мм при товщині основного металу 7-20мм.

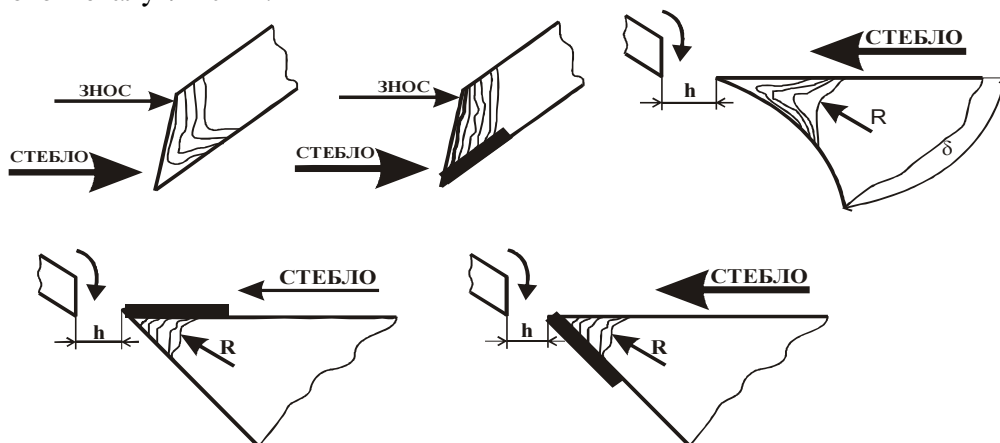


Рисунок 4 - Схема зносу ріжучих елементів.

На рис. 5 показані результати аналізу статистичних даних необхідної і фактичної довговічності ножів і противоріжучих пластин подрібнюючих барабанів кормозбиральних комбайнів

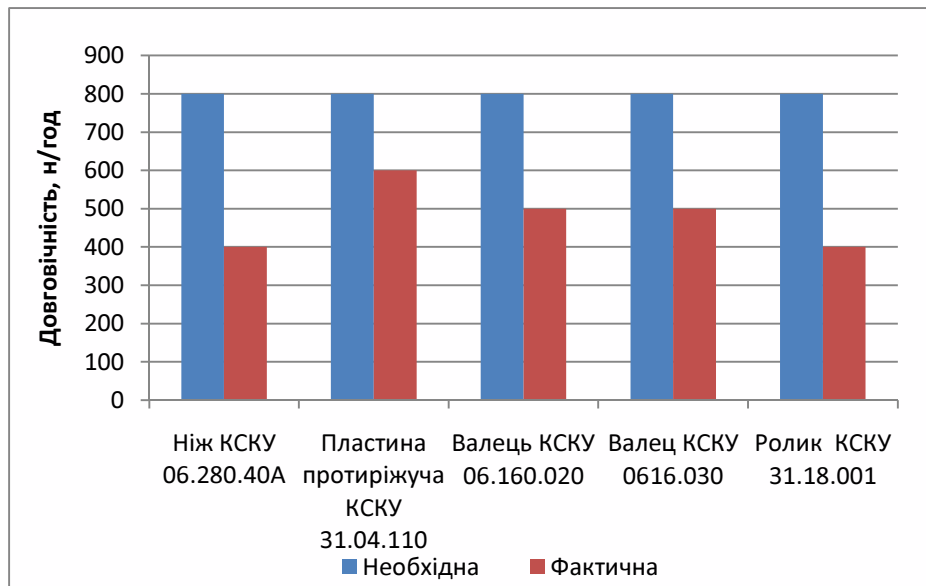


Рисунок 5 - Довговічність ріжучих елементів подрібнюючих барабанів кормозбиральних комбайнів

**Висновок.** Проведений аналіз умов експлуатації, літературних джерел та патентно-інформаційних досліджень дозволяє зробити наступний висновок: довговічність ріжучих елементів робочих органів сільськогосподарських машин, що експлуатуються в умовах абразивного зношування, знаходиться в прямій залежності від здатності протистояти абразивному або корозійно-механічному руйнуванню їх ріжучих кромок.

#### Список літератури

1. Дацишин А.В. Исследование процесса резания стебельных материалов и обоснование способов повышения долговечности ножей кормоизмельчающих машин: автореф. дис. на соискание наук. степени канд. техн. наук: спец. [05.05.11](#) „Машины и средства механизации сельскохозяйственного производства”/А.В. Дацишин. – Киев, 1973. – 26 с.
2. Резник Н.Е. Взаимодействие лезвия с материалом в процессе его резания и износ лезвий / Н.Е. Резник // Повышение износостойкости и долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин. – Мн., ИНТИП, 1967. – 5-10 с.
3. Титов В.М. Исследование износа режущих деталей измельчителя комбайна КС-2,6. Труды ЧИМЭСХ / В.М. Титов, А.Г. Полуян. – Челябинск: 1972, № 42. – 324-327 с.
4. Николаенко Н.В. Износостойкость новых наплавочных материалов применительно к работе сельскохозяйственных машин: автореф. дис. на соискание наук: степени канд. техн. наук: спец. [05.05.11](#) „Машины и средства механизации сельскохозяйственного производства”/ Н.В. Николаенко.– Киев, 1972. – 18 с.
5. Клементьев К.В. Повышение износостойкости режущих элементов силосоуборочных комбайнов и восстановление их геометрических параметров методом заточки / К.В. Клементьев // Повышение износостойкости и долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин, - Мн., ИНТИП, 1967. – 25-28 с.

*М. Черновол, Т. Лопата*

#### **Условия эксплуатации и основные причины выхода из строя режущих элементов рабочих органов сельскохозяйственных машин**

Рассмотрены основные факторы, которые определяют вид изнашивания режущих элементов рабочих органов современной сельскохозяйственной техники и исследованы особенности их изнашивания.. Показано, что долговечность режущих элементов рабочих органов сельскохозяйственных машин, которые эксплуатируются в условиях абразивного изнашивания,

находится в прямой зависимости от способности противостоять абразивному или коррозионно-механическому разрушению их режущих кромок.

*M. Chernovol, T. Lopata*

***External environments and principal reasons of death of cuttings elements of workings organs of agricultural machines***

Basic factors which determine the type of wear of cuttings elements of workings organs of modern agricultural technique and research of feature of their wear are considered. It is shown that longevity of cuttings elements of workings organs of agricultural machines which are exploited in the conditions of abrasive wear is in direct dependence on to resist to the abrasive or to corrosive-mechanical destruction of their cuttings edges.

Одержано 07.04.11

**УДК 621.793.620.172**

**Е.К. Солових, проф., канд. техн. наук, А.Е.Солових, доц., канд. техн. наук,  
А.В. Ворона, асп.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Вибір матеріалу для зміцнення робочих органів деталей сільськогосподарської техніки**

Розглянуті основні фактори, які визначають вибір матеріалу деталі і покриття, узгодженість їх термомеханічних характеристик і їх «експлуатаційна сумісність». **Приведена** характеристика матеріалів, які доцільно використовувати в якості матеріалу покриття при підвищенні зносостійкості робочих органів сільськогосподарської техніки.

**зносостійкі покриття, робочі органи, зміцнення, композитні матеріали, порошкові суміші, псевдосплави, наплавочні матеріали**

**Постановка задачі.** При виборі матеріалу робочих органів деталей сільськогосподарських машин необхідно приймати до уваги, що їх зміцнення і підвищення ресурсу шляхом нанесення покриттів суттєво змінює умови їх роботи. Покриття, приймаючи на себе частину функціональних властивостей деталей (зносостійкість, контактну міцність і т.д.), знижують вимоги до властивостей матеріалу основи. Внаслідок цього деталі можуть бути виготовлене із менш дефіцитних і більш дешевих матеріалів.

Важливою умовою подальшої працездатності зміцненої деталі являється узгодженість термомеханічних характеристик деталі і покриття. Іншими словами, мова повинна йти про «експлуатаційну сумісність» покриття і деталі.

Крім того, при виборі матеріалу деталі необхідно також враховувати здатність фізико-механічних взаємодій її поверхні з матеріалом покриття. Відомо, наприклад, що при контактуванні розплавленого металу з твердим, вони не утворюють один з одним твердих розчинів, в поверхневому шарі виникають внутрішні напруги, що приводять до його руйнування.

Таким чином, матеріал деталі, яка зміцнюється необхідно вибирати враховуючи його роботу в композитній системі. Він повинен мати мінімальну різницю коефіцієнтів термічного розширення в порівнянні з покриттям, забезпечувати максимальну міцність зчеплення з ним, мати невисоку вартість.