

УДК 631.052: 62-192

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ФОРМИ ОТВОРІВ СЕРІЙНИХ СЕПАРУЮЧИХ РЕШІТ

Бойко А. І., д.т.н., професор, Федченко З. А., асистент
(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

У статті наведено основні пошкодження сепаруючих решіт дробарок, що призводить до неефективного подрібнення зернової маси. Проведені дослідження спрямовані на вивчення зміни форми отворів серійних решіт та встановлення загального наробітку до відмови. Практикою експлуатації дробарок встановлено, що робоча частина решета піддається швидкому зносу та втраті початкової форми отворів, в результаті чого утворюється геометрична форма, яка суттєво відрізняється від початково-закладеної конструкції.

Вступ. Розвиток тваринництва в Україні передбачає впровадження інноваційних технологій приготування комбікормів із підвищенням якості їх виробництва.

На сьогодні основним обладнанням для подрібнення зернового матеріалу є молоткові дробарки ударної дії. Головними сепаруючими елементами в цих машинах, що відповідають за якість вихідного матеріалу, як правило, є решета. Саме за допомогою решіт контролюється крупність помелу, а значить і якість вихідного продукту при виконанні операції просіювання. В процесі експлуатації сепаруючі робочі органи інтенсивно зношуються і досить швидко втрачають працездатність, що робить їх недостатньо ефективними у використанні.

Проблема забезпечення необхідної надійності решіт пов'язана, насамперед, із своєрідністю їх конструкцій та особливістю умов експлуатації.

Комплексний підхід на основі аналізу причин відмов сепаруючих робочих органів з урахуванням їх конструктивних особливостей, відкриває нові перспективи у забезпеченні необхідної їх довговічності. Це робить проведення досліджень у даному напрямку своєчасними і актуальним

Аналіз основних досліджень. На сьогодні в підвищенні довговічності деталей сформувалися два основні напрямки: конструктивний і технологічний.

Конструктивний напрямок отримав розвиток завдяки пошуку таких форм отворів, які краще забезпечують виконання основного технологічного процесу розділення суміші на фракції. Проблема довговічності отворів в цих роботах піднімається не завжди і в основному, як супутній фактор в забезпеченні продуктивності і якості помелу.

Технологічні методи підвищення довговічності сепаруючих робочих органів не знайшли свого розповсюдження. Незважаючи на велику

різноманітність цих методів, матеріалів і технологій зміцнення поверхонь, інформація про їх впровадження відсутня. Очевидно причина цього полягає в тому, що фактично в решетах робочі поверхні по всій сутності займають незначну площу в порівнянні із загальною поверхнею всієї деталі. Крім того практична реалізація технологічних методів зміцнення представляє певні труднощі виробничого характеру.

В удосконалення конструкцій сепаруючих робочих органів подрібнювачів значний вклад внесли: Ревенко І. І., Сироватка А. А., Шмат С. І., Моисеев А. А., Тимановський А. В., Карпенко М. І., Рожнівський М. Ф та інші [1-6]. В своїх роботах автори пропонують різні підходи до вирішення проблеми підвищення ефективності використання решіт в тому числі і молоткових дробарок сільськогосподарського призначення.

Загальним для всіх представлених форм отворів є характерний вид пошкоджень - зношуванням. В результаті зношування відбувається збільшення розмірів отворів, що знижує якість і ефективність сепарації. При цьому погіршуються показники роботи дробарки.

Проведені удосконалення конструктивних рішень сепаруючих робочих органів в основному направлені на підвищення продуктивності і якості виконання процесу сепарації, в той час як підвищенню надійності решіт приділено недостатньо уваги.

Постановка завдання. Метою дослідження динаміки зміни форми отворів серійних сепаруючих решіт при зношуванні є розроблення методу зняття відбитків робочої поверхні [7]. Зняття відбитків поверхні решета з досліджуваних ділянок проводиться через рівні проміжки наробітку ($\Delta Q=100$ т) з наступним фотографуванням отриманих профілів.

Профілі, що утворилися в процесі експлуатації визначають динаміку зміни форми отворів решіт, що дає можливість побудувати залежності зміни геометричних параметрів при допустимих і граничних зносах. Зміна геометрії отворів вказує на формування особливої поверхні в процесі сепарації і може оцінюватися: зносом за товщиною і площею зношених ділянок в перерізі.

Основний матеріал і результати. В процесі дослідження динаміки зміни форми отворів серійних сепаруючих решіт встановлено, що найбільш інтенсивний процес зношування і швидка втрата початкової форми отворів спостерігається на кутовій ділянці. Крім того, кутова ділянка отворів менш захищена від пошкодження і є більш вразливою для дії зовнішніх факторів руйнування. В необхідності розвантаження, кутова початкова форма, відносно швидко змінюється на округлу, тим самим розширюється периметр взаємодії отвору із зерновою масою.

Дослідження динаміки зміни форми отворів серійних сепаруючих решіт при різних наробітках дробарки, дає можливість кількісно оцінити поступові зміни та встановити характер формування профілів зносу. Схематично динаміка поступової зміни форми отворів при зношуванні, а також нанесення сітки зносу показано на рис. 1.

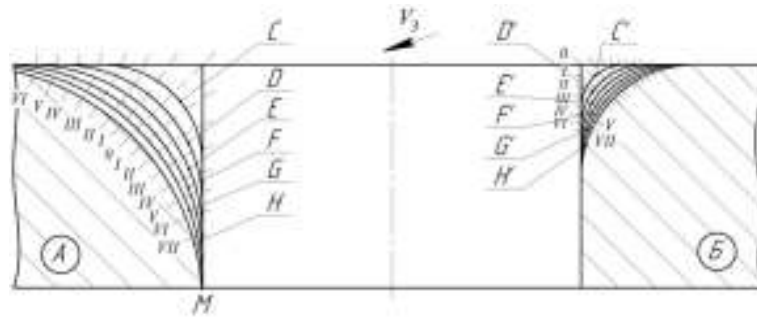


Рисунок 1 - Схема утворення профілів та сітка зносу в перерізі отвору серійних сепаруючих решіт після наробітку: C – 100 т; D – 200 т; E – 300 т; F – 400 т; G – 500 т; H – 600 т; I, II, III – лінійний знос за весь період наробітку; V_3 – напрям руху зернового матеріалу.

Аналізом отриманих профілів зношування отворів у перерізі встановлено, що величина зносу на стороні (А) перевищує знос сторони (Б). Причиною цього є різниця в кутах атаки поверхні решета частинками зерна, які визначаються орієнтацією протилежних поверхонь отворів і напрямом руху матеріалу V_3 , у подрібнювальній камері.

Основним показником оцінки втрати форми отворів сепаруючого решета у потоці зернового матеріалу являється інтенсивність зносу. В загальному випадку інтенсивність залежить від багатьох факторів, які зв'язані із зносостійкістю матеріалу решета та геометричними формами просіюючих отворів.

Дослідження інтенсивності зношування решіт дає можливість кількісної оцінки зміни форми отворів, шляхом визначення втрати товщини шару матеріалу (Δh) в інтервалах наробітку $\Delta Q = 100$ т за допомогою сітки зносу. Так, на основі проведених вимірювань побудовані відповідні залежності, що представлені на рис. 2 і рис. 3.

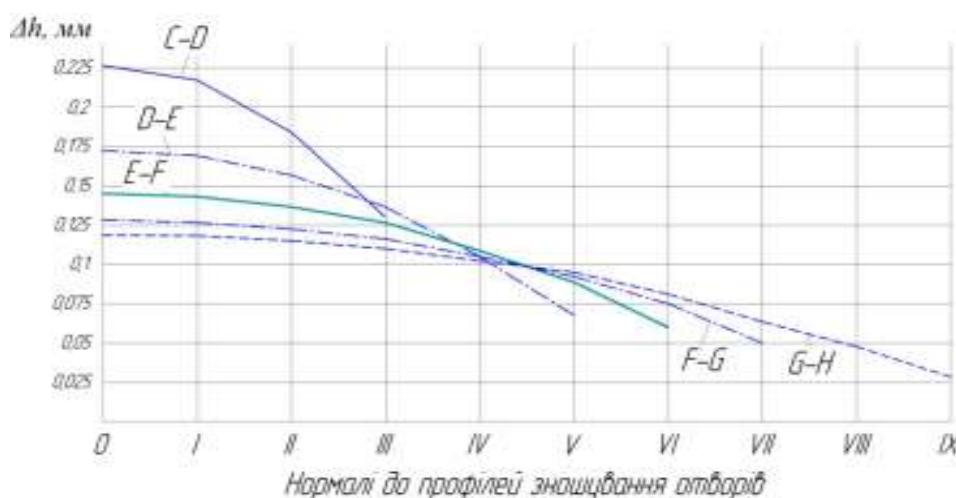


Рисунок 2- Залежність втрати товщини матеріалу отворів решета на стороні (А) при наробітках: $C-D = Q$ (100-200 т); $D-E = Q$ (200-300 т); $E-F = Q$ (300-400 т); $F-G = Q$ (400-500 т); $G-H = Q$ (500-600 т).

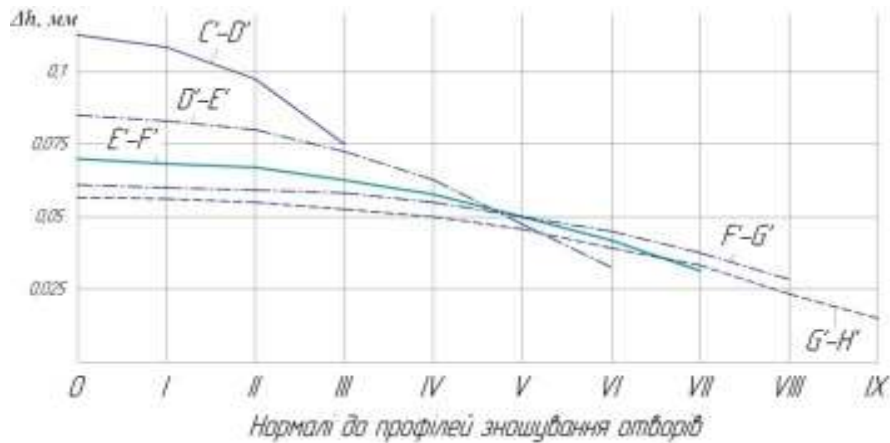


Рисунок 3 - Залежність втрати товщини матеріалу отворів решета на стороні (Б) при наробітках: $C'-D' = Q$ (100-200 т); $D'-E' = Q$ (200-300 т); $E'-F' = Q$ (300-400 т); $F'-G' = Q$ (400-500 т); $G'-H' = Q$ (500-600 т).

Перший період експлуатації, після наробітку 100 т характеризується початковим профілем зношування (рис. 1, поз. C, C'). Аналіз якого показує, що на початку зношування отворів серійних решіт, товщина втраченого шару матеріалу складає 0,41 мм на стороні (А) та 0,23 мм на стороні (Б). При цьому за граничне значення зношування слід вважати досягнення утвореного профілю отворів нижньої точки початкової його форми. Продовження експлуатації якого призводить до збільшення отворів, а значить і просіювання частинок, що не відповідають вимогам якості подрібнення.

Отриманий профіль після наробітку 100 т свідчить про те, що величина втраченого шару матеріалу в зазначеному періоді є величиною, яку можна не враховувати при подальших дослідженнях. Це пояснюється інтенсивним зношуванням кутової форми отворів в початковий період експлуатації з поступовою стабілізацією утвореного профілю, приймаючи форми природного зношування. Стабільний профіль практично не змінює свою форму, а подальше зношування пов'язане з переміщенням лінії профілю у глибину матеріалу. Бокові сторони сепаруючих отворів мають практично однакові величини зношування, тому їх аналіз не вносить особливих коректив у дослідження.

Контроль стану поверхні решета після наробітку $Q = 200$ т, показав переміщення утвореного профілю вглиб матеріалу деталі із збільшенням периметру зношування, як на стороні (А) так і на стороні (Б) (рис. 1, поз. D, D'). Аналізуючи отримані дані, можна зробити наступний висновок, що співвідношення довжин дуг утворених профілів характерних сторін змінився в напрямку розширення периметру для взаємодії із подрібненим зерновим матеріалом.

Як видно з отриманих графіків, втрати товщини матеріалу отворів за сторонами носять нелінійний характер. На початку експлуатації решіт, форма отворів досить швидко змінюється, набуваючи округлого профілю з максимальними втратами товщини шару матеріалу (рис. 2, лінія $C-D$; рис. 3,

лінія $C'-D'$). Із збільшенням наробітку утворений профіль зберігає свій загальний характер формування (рис. 1) і просувається у глиб матеріалу деталі займаючи нове своє положення. В той час, як товщина втраченого шару Δh в кожному періоді ΔQ зменшується. Це видно з отриманих профілів (рис. 1, поз. E, E') та представлено на графічній залежності величин лінійних зносів (рис. 2, лінія $D-E$; рис. 3, лінія $D'-E'$). Графік має більший в порівнянні із попереднім ($C-D$) інтервал змінних у визначенні втрат товщини робочої поверхні отворів. Що досить точно відображує специфічні особливості формування профілів зношування і показує зменшення втрат матеріалу просуваючись до бокових циліндричних поверхонь.

Збільшення наробітку серійного сепаруючого решета до 400 т зберігає загальну форму геометрії поверхні із розширенням периметру взаємодії робочого органу із зерною масою (рис. 1, поз. F, F'). Однак, слід відмітити, що товщина втраченого шару за однакові інтервали наробітку (ΔQ) поступово сповільнюються, а загальна довжина профілів отворів – збільшується. Тобто процес утворення профілів зношування носить затухаючий характер (рис. 2, лінії $F-G, G-H$; рис. 3, лінії $F'-G', G'-H'$).

Проведений аналіз підтверджує зменшення інтенсивності зношування при просуванні утвореного профілю вглиб матеріалу деталі, форма якого залишається практично незмінною. Досягнення граничного зношування отворів серійного решета настає після наробітку $Q = 600$ т, коли профіль на стороні (A) досягає своєї нижньої точки (M) (рис. 1, крива H). В той же час, профіль на стороні (B) переміщується повільніше (рис. 1, крива H').

Обробка результатів інтенсивності зношування сторін сепаруючих отворів показує наступне, а саме, швидкість формування профілів зношування по обидві сторони отворів в перерізі набувають різних значень. При досягненні профілем на стороні (A) граничного значення, профіль на стороні (B) пройде, лише частину шляху. Отриманим результатом можна пояснити те, що конструктивно-закладений ресурс решета не використаний в повній мірі, так як сторона (B) не досягла граничного значення.

Зміна форми поверхні сепаруючих отворів під час проведення досліджень зберігає криволінійну (тороїдальну) форму, яка розширює свої границі взаємодії із подрібненим матеріалом. Це робить використання сепаруючих решіт з кутовою поверхнею отворів нераціонально виправданою. Так як, зміна цієї форми проходить досить швидко із утворенням плавного профілю.

Отримані характеристики зміни форми отворів з достатньою точністю описують процес переходу утвореної початкової форми профілю у стабільніший. Це дозволяє виявити оптимальну форму поверхні для якої притаманні мінімальні втрати матеріалу решета при експлуатації.

На дослідних зразках серійних сепаруючих решіт присутні сліди незначного зносу граней отворів, що розташовані поблизу крайніх бокових сторін робочої камери. Припустимо, що цей процес пов'язаний із особливістю подачі в подрібнювальну камеру та захватом зернового матеріалу повітряним

поток. В середній частині решета спостерігається незначний прогин, який зменшується просуваючись до бокових сторін, які закріплені у пазах корпусу. Ймовірно, що це явище пояснюється дією тиску зернового матеріалу на поверхню решета в процесі сепарації.

Висновок. Проведений аналіз показав, що домінуючими рішеннями при удосконаленні сепаруючих робочих органів дробарок є конструктивні. Очевидно це пов'язано з особливостями умов експлуатації і технологій виготовлення решіт, де застосування зміцнюючих покриттів або зносостійких матеріалів не є технічно доцільним і економічно виправданим.

Список літератури

1. Ялпачик Ф. Ю. Кормодробарка для сімейної ферми / Ф. Ю. Ялпачик, В. О. Олексієнко // АПК: наука, техніка, практика. – 1989. – №3. – С. 22–23.
2. Ялпачик Г. С. Кормоизмельчающие молотковые аппараты с режущими элементами / Г. С. Ялпачик, Ф. Е. Ялпачик // Совершенствование машин и механизмов при производстве продуктов растениеводства. – К.: УСХА, 1985. – С. 134–142.
3. Рожківський М. Ф. Удосконалення технології подрібнення зернових матеріалів/ М. Ф. Рожківський // Вісник с.– г. наук. – 1975. – №12. – С. 67–71.
4. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник / [Дацишин О. В., Ткачук А. І., Чубов Д. С. та ін.]; за ред. О. В. Дацишин. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
5. Коруняк П. С. Обґрунтування схем і параметрів устаткування ударного подрібнення зерна: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Сільськогосподарські машини» / П. С. Коруняк. – Львів, 2000. – 20 с.
6. Рожківський М. Ф. Нове покоління молоткових дробарок / М. Ф. Рожківський // Техніка АПК. – 2000. – №1. – С. 12–14.
7. Морозовська З. А. Визначення зносу сепаруючих робочих органів без руйнування / З. А. Морозовська // Сучасні проблеми землеробської механіки: XVI міжнародна наукова конференція. – Київ: НУБіП, 2015. – С. 130.

Аннотація

Исследование динамики изменения формы отверстий серийных сепарирующих решет

Бойко А. И., Федченко З. А.,

В статье приведены основные повреждения сепарирующих решет дробилок, что приводит до неэффективного измельчения зерновой массы. Проведены

исследования направлены на изучение изменения формы отверстий серийных решет и установление общего наработки до отказа. Практикой эксплуатации дробилок установлено, что рабочая часть решета подвергается быстрому износу и потере начальной формы отверстий, в результате чего образуется геометрическая форма, которая существенно отличается от начально-заложенной конструкции.

Abstract

Study of dynamics change shape holes serial separating sieves

A. Boyko., Z. Fedchenko

The article describes the main damage to the separating sieves crushers, resulting in inefficient grinding of the grain mass. The research focuses on changes of the holes of the toroidal shape of the sieves and establishing a common time to failure. Practice, operation of crushers installed that the working part of the sieve is subjected to rapid wear and loss of original form holes, thereby forming a geometric shape that is significantly different from the inherent design.