

**Бойко А.І.,  
Федченко З.А.**

Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
e-mail: zoia140790@mail.ru

## ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СЕПАРУЮЧИХ РЕШІТ КОНСТРУКТИВНИМИ МЕТОДАМИ

УДК 631.36

*В якості класифікаторів при розділенні подрібненої зернової маси використовують різні пристрої, серед яких найбільш розповсюдженими являються решета. Розглянуто існуючі шляхи та методи підвищення довговічності приведених робочих органів дробарок. Враховано особливості їх будови як перфорованих систем та фактичні переваги при використанні в дробарках для подрібнення зернових матеріалів.*

**Ключові слова:** дробарка, решето, знос, подрібнення, довговічність, тороїдальна форма отвору.

### Вступ

На сьогодні в підвищенні довговічності деталей сформувалися два основні напрями: конструктивний і технологічний.

Для сепаруючих решіт перспективним може бути конструктивний, пов'язаний із пошуком таких форм отворів, які більш довговічні і забезпечують виконання основного технологічного процесу розділення суміші на фракції. Однак проблема довговічності отворів в цих роботах практично не піднімається, і інколи буває присутня, 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 займають незначну площу в порівнянні із загальною поверхнею всієї деталі. Крім того практична реалізація технологічних методів зміцнення представляє певні труднощі виробничого характеру.

### Аналіз останніх досліджень

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., Рожківський 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. В той же час, зношуванню і втратам працездатності решіт, як основних сепаруючих робочих органів дробарок, приділено значно менше уваги.

### Постановка завдання

Головними сепаруючими елементами у молоткових дробарках ударної дії, що відповідають за якість вихідного матеріалу, є решета. Саме за допомогою решіт регулюється крупність помелу, а отже і якість вихідного продукту при виконанні операції просіювання. В процесі експлуатації сепаруючі робочі органи інтенсивно зношуються і втрачають свою працездатність, що робить їх недостатньо ефективними у використанні. Тому, забезпечення необхідної надійності решіт пов'язана, насамперед, із особливістю їх конструкцій та умовами експлуатації.

### Результати досліджень

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

В дослідженні [7] відмічається не тільки інтенсивне зношування решіт, але і нерівномірність його розподілення по ширині робочої камери. Отвори досить швидко втрачають свою початкову форму, особливо в нижній частині камери. За результатами досліджень було запропоновано комбіноване решето, яке складалось з двох або кількох частин з'єднаних між собою заклепками або болтами.

У роботі [8] представлені розрахунки та встановлено, що для підвищення пропускної здатності решета потрібно підняти ймовірність проходу подрібнених частинок крізь отвори. Це може бути досягнуто за рахунок збільшення кількості самих отворів на решеті. Пропускна здатність також зростає при зменшенні подачі зерна та збільшенні числа обертів ротора, однак це може негативно вплинути на основні показники дробарки.

Дослідженнями Макарова А. П. [9] встановлено, що при зносі граней отворів решета якість подрібненого продукту дещо погіршується та частково збільшуються витрати енергії. Для продовження роботи і збільшення ресурсу запропоновано перевертати решето на іншу, незношену сторону.

Заслужують на увагу результати досліджень [10], що дозволяють збільшити продуктивність дробарки, знизити енергоємність процесу та підвищити якість одержаного продукту за рахунок нерухомого і рухомого решета, отвори якого мають прямокутну форму. Рухоме решето може переміщатися по колу подрібнювальної камери, вздовж нерухомого на відстані, яка не перевищує довжину отвору решета.

У дослідженні [11] для підвищення ефективності процесу подрібнення запропоновано встановлення решета по периферії подрібнювальної камери у вигляді окремих сегментів. Це забезпечує зменшення швидкості обертального руху частинок в середині камери за рахунок виступаючих тильових поверхонь отворів.

В результаті пошукових робіт запропоновано нове конструктивне рішення комбінованого решета [12]. Воно відрізняється тим, що між виступами робочої поверхні розміщуються сепаруючі отвори. Через ці отвори із подрібнювальної камери проходять частинки, що утворилися при ударі об виступи решета (рис. 1).

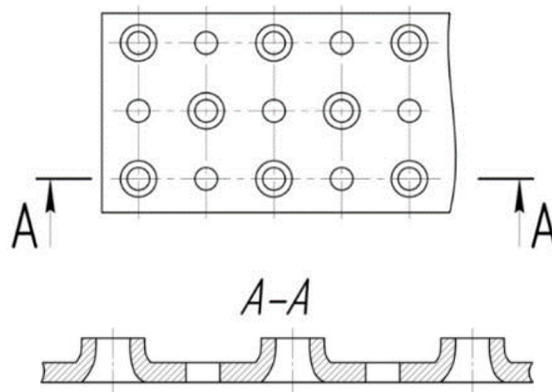


Рис. 1 - Комбіноване решето

Запропонована в роботі [13] конструкція дробарки має по периметру робочої камери рифлення, яке на виході із робочої зони переходить в решітку у вигляді пластинчатих жалюзей з можливістю зміни кута нахилу пластин.

У дослідженні [14] запропоновано конструкцію, де на місті решета встановлюється рифлена дека з отворами округлої форми (рис. 2). В такому випадку знижуються енергозатрати на подрібнення і можна вважати, що таке удосконалення є економічно-ефективним.

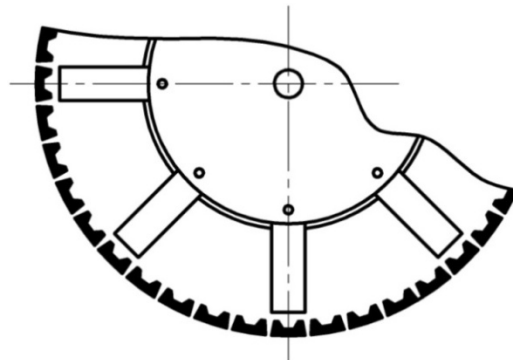


Рис. 2 - Рифлена дека з отворами для сепарації

Різноманітність конструктивних рішень сепаруючих робочих органів обумовлена, насамперед, бажанням підвищити ефективність подрібнення зернової маси. проблемі забезпечення необхідного рівня надійності робочих органів приділено значно менше уваги. В результаті незважаючи на отримані позитивні результати в якості подрібнення досягнена довговічність запропонованих подрібнювачів, як правило, не задовольняє практику експлуатації.

Таким чином, представлений аналітичний огляд показує, що робочі елементи подрібнювальних камер зернодробарок внаслідок постійної взаємодії з масою при її подрібненні і сепарації піддаються інтенсивному зношуванню з поступовою втратою працездатності. 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.

Враховуючи своєрідність решіт як, перфорованих деталей, характерними для них є особливість зносу отворів. Перспективним для збільшення їх ресурсу слід вважати пошук, насамперед, конструктивних методів підвищення довговічності. Це пов'язано з особливостями умов експлуатації і технологією виготовлення решіт, де застосування зміцнюючих покриттів або зносостійких матеріалів не є технічно доцільним і економічно виправданим.

Одним з таких підходів передбачається виготовлення решіт з більш стійкою до зносу формою отворів [15]. Запропонована форма отворів виконана по увігнутій поверхні, наближеної до тороїдальної форми природного їх зносу (рис. 3).

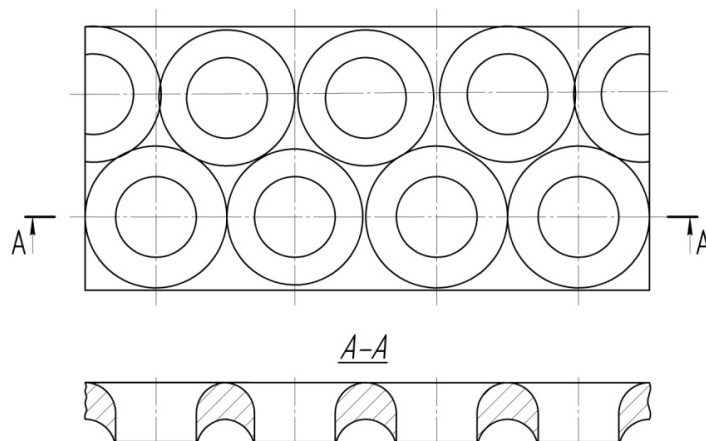


Рис. 3 – Решето з отворами тороїдальної форми

Отвір відрізняється тим, що в ньому відсутні гострі кути, утворені робочою і циліндричною поверхнями, як це було у серійного решета. Замість цього, при виготовленні решіт передбачено переорієнтація матеріалу для формування тороїдальної поверхні отворів, яка є плавним спряженням між верхньою робочою і циліндричною поверхнями. Утворений об'єм матеріалу у нижній частині отвору спрямований на створення запасу на зношування. В результаті на тильній поверхні решета формується виступаючі ділянки навколо отворів, які і забезпечують запас матеріалу на зношування. Просіюючі властивості таких отворів не втрачають своїх функціональних можливостей оскільки їх прохідний діаметр до досягнення граничного зношування не змінюється.

Використання даної форми отворів допомагає кращому виведенню подрібнених частинок з робочої зони та забезпечує надійнішу роботу в продовж всього використання без значних змін у відхиленні від початкового розміру отвору.

В результаті проведених досліджень набув подальший розвиток ще один конструктивний спосіб підвищення довговічності решіт, шляхом своєчасного їх перевертання на нову робочу сторону (реверсу) [16]. Застосування даної операції дозволило збільшити термін експлуатації сепаруючих решіт використавши повний, закладений ресурс.

### **Висновок**

Проведений аналіз конструктивних особливостей решіт показує, що для ефектної сепарації матеріалів знайшли застосування різні форми прохідних отворів. Однак, в більшості домінуючими рішеннями при удосконаленні сепаруючих робочих органів зернових дробарок є конструктивні методи. Одним з них стосовно решіт слід вважати надання отвору тороїдальної форми природного зношування.

### **Література**

1. Ялпачик Ф. Ю. Кормодробарка для сімейної ферми / Ф. Ю. Ялпачик, В. О. Олексієнко // АПК: наука, техніка, практика. – К., 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. Розробка наукових основ, створення і впровадження прогресивних технологій та комплексу машин нового покоління / М. Ф. Рожківський // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2006. – Вип. 90. – С. 324 – 338.
4. Машини та обладнання переробних виробництв: Навчальний 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. Моисеев А. А. Кормодробилки служат дальше / А. А. Моисеев // Техника в сельском хозяйстве. 1980. – №3. – С. 28 – 29.
8. Федоров О. С. Повышение эффективности функционирования молотковой дробилки путем совершенствования способа сепарации: дис. ... кандидата техн. наук: 05.20.01 / Федоров Олег Сергеевич; ФГОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». – Ижевск, 2010. – 135 с.

9. Макаров А. П. Исследование технологического процесса измельчения фуражного зерна в молотковых дробилках / А. П. Макаров // Научные труды ВИЭСХ. М. : Колос, 1964. – Т. XIV. – С. 66 – 88.
10. Пат. 2520653 Российская Федерация. Молотковая дробилка / А. В. Черепков, И. В. Коношин. №2012149728/13, заяв. 21.11.2012; опубл. 27.06.2014, Бюл. №18.
11. Пат. 2287371 Российская Федерация. Молотковая дробилка / А. В. Звекон, И. В. Коношин. №2005109616/03, заяв. 04.04.2005; опубл. 20.11.2006.
12. Сыроватка В. И. Основные закономерности процесса измельчения зерна в молотковой дробилке / В. И. Сыроватка // Электрификация сельского хозяйства. Труды ВИЭСХ, 1964. – №4. – С. 89 – 157.
13. Пат. 20890А Україна, МПК В02С 9/00. Молоткова дробарка / В. Г. Погрібний, В. О. Таранюк; заявник і патентовласник Погрібний Володимир Григорович, Таранюк Віталій Олексійович. №96124831; заявл. 24.12.1996; опубл. 07.10.1997, Бюл. №0.
14. Пат. 33720 Україна, МПК В02С 13/00. Молоткова дробарка зернових кормів / І. І. Ревенко, Ю. І. Ревенко; заявник і патентовласник Національний аграрний університет. №u200802455; заявл. 26.02.2008; опубл. 10.07.2008, Бюл. №13.
15. Патент на корисну модель 96341 України, МПК, В02С 13/284. Решітна дробарка / А. І. Бойко, З. А. Морозовська; заявник і патентовласник Бойко Анатолій Іванович, Морозовська Зоя Анатоліївна. № u201410222; заявл. 18.09.2014; опубл. 26.01.2015, Бюл. №2.
16. Бойко А. І. Оптимізація ресурсу серійного решета при його реверсному використанні / А. І. Бойко, З. А. Морозовська // Научные труды SWorld. – Иваново: Научный мир, 2016. – Выпуск 2(43). – Том 1. – С. 84 – 89.

## Summary

**Boyko A.I., Fedchenko Z.A.** Lines of work aimed at increasing durability separating sieves

*As separation of crushed grain mass used different devices, the most common are sieves. Existing ways and methods to improve durability of separating work of crushers. Also take into account features of its structure as perforated systems and actual benefits when used the crushed grain on farm.*

*Thus, the presented analytical review shows that working parts of crushing chambers of grain crushers as a consequence of the constant interaction with the ground while its grinding and separation are subjected to heavy wear, with a gradual loss of working capacity. The improvements in structural solutions of separating working bodies are mainly aimed at improving productivity and the quality of the separation process, while improving the reliability of the sieves is given insufficient attention.*

*Given the characteristics of the screens as perforated components, a characteristic is a feature of the wear holes. Thus, a promising should be considered a research, above all, of constructive methods of increasing their durability. This is due to operating conditions and manufacturing of the screens, where the use of hardening wear resistant coatings or materials is not technically feasible and economically justified.*

**Key words:** crusher, sieve, wear, crushing, durability, technical solution.

### References

1. Yalpachyk F. Yu. Kormodrobarka dlya simejnoyi fermi / F. Yu. Yalpachyk, V. O. Oleksiyenko // APK: nauka, texnyka, praktyka. – K., 1989. – №3. – S. 22 – 23.
2. Yalpachyk G. S. Kormoyzmelchayushhyye molotkovyye apparaty s rezhushhymy elementamy / G. S. Yalpachyk, F. E. Yalpachyk // Sovershenstvovanye mashyn y mexanizmov pry proyzvodstve produktov rastenyevodstva. – K.: USXA, 1985. – S. 134 – 142.
3. Rozhkivskyy M. F. Rozrobka naukovykh osnov, stvorenniya i vprovadzhenniya progresyvnykh texnologiy ta kompleksu mashyn novogo pokolinnya / M. F. Rozhkivskyy // Mexanizaciya ta elektryfikaciya silskogo gospodarstva. – Glevaxa: NNCz «IMESG», 2006. – Vyp. 90. – S. 324 – 338.
4. Mashyny ta obladnannya pererobnykh vyrobnyctv: Navchalnyj posibnyk / Dacyshyn O. V., Tkachuk A. I., Chubov D. S. ta in.; za red. O. V. Dacyshyn. K.: Vyshha osvita, 2005. – 159 s.
5. Korunyak P. S. Obgruntuvannya sxem i parametriv ustatkuvannya udarnogo podribnennya zerna: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. texn. nauk: specz. 05.05.11 «Silskogospodarski mashyny» / P. S. Korunyak. – Lviv, 2000. – 20 s.
6. Rozhkivskyy M. F. Nove pokolinnya molotkovykh drobarok / M. F. Rozhkivskyy // Texnika APK. 2000. – №1. – S. 12 – 14.
7. Moyseev A. A. Kormodrobilky sluzhat dalshe / A. A. Moyseev // Texnyka v sel'skom khoz'yajstve. 1980. – №3. – S. 28 – 29.
8. Fedorov O. S. Povyshenye effektivnosti funkcyonirovaniya molotkovoy drobylky putem sovershenstvovaniya sposoba separacyi: dys. ... kandydata texn. nauk: 05.20.01 / Fedorov Oleg Sergeevy'ch; FGOU VPO «Yzhevskaya gosudarstvennaya sel'skoxoz'yajstvennaya akademya». – Yzhevsk, 2010. – 135 s.
9. Makarov A. P. Yssledovanye texnologicheskogo processa yzmelcheniya furazhnogo zerna v molotkovykh drobynkax / A. P. Makarov // Nauchnye trudy VY'ESX. M.: Kolos, 1964. – T. XIV. – S. 66 – 88.
10. Pat. 2520653 Rossiyskaya Federacya. Molotkovaya drobylka / A. V. Cherepkov, Y'. V. Konoshy'n. №2012149728/13, zayav. 21.11.2012; opubl. 27.06.2014, Byul. №18.
11. Pat. 2287371 Rossiyskaya Federacya. Molotkovaya drobylka / A. V. Zvekov, Y'. V. Konoshy'n. №2005109616/03, zayav. 04.04.2005; opubl. 20.11.2006.
12. Syrovatka V. Y. Osnovnye zakonomernosti processa yzmelcheniya zerna v molotkovoy drobylke / V. Y. Surovatka // Elektryfikaciya sel'skogo gospodarstva. Trudu VY'ESX, 1964. – №4. – C. 89 – 157.
13. Pat. 20890A Ukrayina, MPK V02S 9/00. Molotkova drobarok / V. G. Pogribnyj, V. O. Taranyuk; zayavnyk i patentovlasnyk Pogribnyj Volodymyr Grygorovych, Taranyuk Vitalij Oleksijovych. №96124831; zayavl. 24.12.1996; opubl. 07.10.1997, Byul. №0.
14. Pat. 33720 Ukrayina, MPK V02S 13/00. Molotkova drobarok zernovykh kormiv / I. I. Revenko, Yu. I. Revenko; zayavnyk i patentovlasnyk Nacionalnyj agrarnyj universytet. №u200802455; zayavl. 26.02.2008; opubl. 10.07.2008, Byul. №13.
15. Patent na korysnu model 96341 Ukrayiny, MPK, V02S 13/284. Reshitna drobarok / A. I. Bojko, Z. A. Morozovska; zayavnyk i patentovlasnyk Bojko Anatolij Ivanovych, Morozovska Zoya Anatolijivna. № u201410222; zayavl. 18.09.2014; opubl. 26.01.2015, Byul. №2.
16. Bojko A. I. Optyimizaciya resursu serijnogo resheta pry jogo reversnomu vykorystanni / A. I. Bojko, Z. A. Morozovska // Nauchnye trudy SWorld. – Yvanovo: Nauchnij myr, 2016. – Vypusk 2(43). – Tom 1. – S. 84 – 89.