

УДК 631.363.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПОДРІБНЮВАЧА КОРМІВ МОЛОТКОВОГО ТИПУ

**Шейко Н.В.**, к.і.н., доцент, **Власов Ю.Е.**, студент,  
ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

**Анотація.** При створенні конструкцій молотових дробарок кормів потрібно враховувати реальні умови їх роботи, які залежать від багатьох факторів. На виконання роботи дробаркою будуть впливати не всі конструктивні елементи машини, а лише ті, що можуть змінювати якісні, кінематичні й технологічні показники. Як правило, такі фактори є пов'язаними із молотковим ротором і камерою подрібнення.

**Ключові слова:** дробарка, кормові матеріали, подрібнення, молотки, дека, ротор, показники енергетичні.

**Постановка проблеми.** На роботу дробарки впливають факторів, що є пов'язані з ротором дробарки. До них відносяться: розташування робочого профілю молотка за удару по зерну, частота обертів ротора, радіус точки підвішування молотка, кількість осей підвішування молотків та товщина й густота розміщення молотків. До факторів, що є пов'язаними з камерою подрібнення, належать: спосіб подачі кормового матеріалу до камери, розміри отворів решета та крок поверхні декової.

**Мета дослідження.** Досягнутий ступінь проведення подрібнення кормового матеріалу вважається головною якісною характеристикою оцінки роботи дробарки. Її можна визначити за енергоємністю виконання процесу подрібнення кормового матеріалу за об'ємом виконаної роботи. Але вона не характеризує декілька інших складових характеристик якості отриманого продукту: середнього розміру подрібнених частинок, гранулометричного складу отриманого кормового продукту, ступінь його нерівномірності та відхили середньоквадратичні.

Всеукраїнська науково-практична конференція  
«Шляхи вирішення проблем механізації, енергоефективності та логістики в  
аграрному секторі в період воєнного часу»

**Аналіз досліджень.** Процес проведення подрібнення зерна є дуже складним за характером, а отриманий гранулометричний склад кінцевого продукту буде залежати від впливу великої кількості випадкових факторів.

Високе значення енергоємності роторних робочих органів, що встановлені в молоткових подрібнювачах, обумовлюється потужними вентиляційними діями барабана. М.Є. Гіршсон, С.В. Мельников, Ф.С. Кірпічніков і Н.Ф. Ігнатевський провели дослідження в області аеродинаміки молоткових дробарок. Результати їх досліджень були використані за впорядкування повітряного режиму в камері подрібнення з метою посилення наявних радіальних повітряних потоків та подальшого підвищення продуктивності використовуваних дробарок [1].

Проведені дослідження Сироваткою В.І. показали на те, що за здійснення подрібнення зерна в створеному подрібнювальному шарі буде проходити відцентровий розділ отриманих часточок за їх розмірами [2].

Дослідженнями Н.Ф.Ігнатевського та Ф.С.Кірпічнікова було встановлено, що дробарки з периферійною подачею зерна, мають дещо більш рівномірну швидкість й тиск повітряного потоку в камері подрібнення [3]. Соловійов І.К. запропонував для поліпшення подрібнення зерна обладнати частину робочої поверхні в камері рифленою декою, а Г.І. Шуб обґрунтував оптимальний розмір такої деки.

**Виклад основного матеріалу.** На практиці, в основному, для здійснення подрібнення зерна застосовуються конструкції плоских молотків товщиною 4 та 5 мм, а для подрібнення грубих кормів – товщиною 8...12 мм. Проведеними дослідженнями встановлено те, що за подрібнення тонкими молотками, можна отримати більш дрібніший помел із меншими питомими затратами енергії [4]. Це можна пояснити тим, що за умови зменшення товщини молотка зменшується зона навантаження. При зосереджених ударах буде знижуватися руйнівне зусилля, а тому й будуть зменшуватися затрати енергії на проведення подрібнення. За подрібнення тонкими молотками розподіл матеріалу буде проходити за явищами зрізу й зсуву, а за подрібнення товстими молотками матиме місце процес здійснення руйнування матеріалу стиском й роздавлюванням. При наявності зрізу зона деформації буде меншою, а тому в подрібненому кормовому продукті буде меншою наявність переподрібнених часточок, тобто фракції пиловидної. Розбіжність отриманого фракційного складу за подрібнення тонкими молотками є меншою, що буде більш відповідати вимогам зоотехнічним.

Всеукраїнська науково-практична конференція  
«Шляхи вирішення проблем механізації, енергоефективності та логістики в  
аграрному секторі в період воєнного часу»

Також, крім того, із-за опору, який буде створювати у камері подрібнення дробарки повітряно-продуктовий шар, тонші молотки, внаслідок їх меншої маси, стануть відхилятися від радіального положення на більший кут. За відхилення робочої поверхні молотка буде відбуватися не прямий, а менш ефективний косий удар. Руйнуюча сила зменшуватиметься за збільшення кута відхилення молотка [5].

У невеликих дробарках буде більш доцільнішим використовувати молотки, що мають товщину 4...5 мм. Вонт за швидкостях 70...80 м/с будуть більш надійними та забезпечуватимуть стійкість за удару, матимуть кращі енергетичні та якісні показники роботи при подрібненні сипучих й сухих стеблових кормів.

Густоту встановлення молотків на роторі слід вибирати так щоб основна маса матеріалу подрібнювалась до заданого ступеня за проходження ним робочої довжини камери. Оскільки руйнування зерен тертям значно перевищує роботу подрібнення ударом, то при збільшенні густоти молотків питомі енергозатрати підвищуватимуться. Тому найчастіше використовують густоту встановлення молотків 0,8...1,3.

Кількість осей підвісу молотків також впливає на динамічні властивості ротора. За парного числа осей підвісу гарантується збалансування ротору після заміни молотків підбором рівних по масі пакетів молотків. При цьому на балансування не впливає маса молотків на інших осях. Зазор між молотками й декою чи решетом залежить від точності виготовлення деталей, люфтів в робочому режимі й впливом зазору на якість подрібнення продукту. Зменшення зазору між торцевою поверхнею молотка та вершинами виступів деки іноді призводить до покращення подрібнення із точки зору якісних та енергетичних показників. Збільшення зазору погіршує енергетику подрібнення корму [7].

Частота обертання ротора дробарки обернено пропорційно залежить від радіуса молотка та прямо пропорційно від швидкості молотка. Швидкість матеріалу також впливає на ефективність руйнування матеріалу, але вона повинна бути не меншою від руйнівної швидкості, яка обумовлюється фізико-механічними властивостями матеріалу й конструкцією дробарки [8].

Значення кута охоплення декою ротора також значно впливає на енергетичні показники подрібнення продукту та на взаємопов'язану з ними зміну складу продуктів помелу, а також на наявність пиловидних фракцій та цілих зерен.

Всеукраїнська науково-практична конференція  
«Шляхи вирішення проблем механізації, енергоефективності та логістики в  
аграрному секторі в період воєнного часу»

Більша частина відділюваних фракцій проходить через отвори решета на перших ділянках, а надалі інтенсивність сепарування падає і стабілізується. Часточки з необхідними розмірами вже відділились в зоні дек, а надалі проходження їх крізь отвори відбувається завдяки руйнуванню на поверхні решета часточок крупних. Враховуючи роботу решета за довжиною, решето слід підбирати виходячи із умови забезпечення пропускної здатності з відсіювання продукту, який зруйновано на дековій поверхні.

Спосіб подачі матеріалу до камери подрібнення повинен забезпечувати стабільність його введення в завантажувальну горловину дробарки та рівномірність розподілу по робочій поверхні камери. Найчастіше застосовується периферійна радіальна, тангенціальна та осьова торцева подача матеріалу.

За пошукової роботи визначені оптимальні профілі молотка, при яких відхилення молотка за його руху компенсуються розташуванням передньої грані під кутом до вісі симетрії молотка або ж зміщенням вісі підвісу молотка у поперечному напрямку. Пропозиції щодо форми молотків ускладнюють їх виготовлення відносно прямокутних. Але отримуються кращі результати за нових молотків. За появи заокруглень лобового профілю ці переваги стають меншими.

Встановлено ще кілька факторів кінематичного та конструктивного характеру, які також дещо впливають на питомі затрати енергії, технологічні показники і якість продуктів помелу. Але їхній вплив є меншим від розглянутих вище факторів.

**Висновки.** Враховуючи проведені дослідження якісних показників роботи молоткових подрібнювачів та здійснення їх порівняння з основними характеристиками конструктивно-технологічними інших кормопереробних машин, можна відмітити наявність деякої переваги спеціальних подрібнювачів понад універсальними. Наявні пристрої для проведення процесу сепарації отриманих продуктів подрібнення значно можуть підвищувати рівномірність отриманого гранулометричного складу корму за рахунок зниження виходу малоподрібнених фракцій. Також характерною особливістю молоткових подрібнювачів кормів можна вважати наявність у виготовленому продукті дещо переподрібнених часточок корму.

Всеукраїнська науково-практична конференція  
«Шляхи вирішення проблем механізації, енергоефективності та логістики в  
аграрному секторі в період воєнного часу»

**Список використаних джерел**

1. Гіршсон В.Я., Вступ в теорію основних механізмів млинів / В.Я.Гіршман. – Одеса: 1931.
2. Сироватка В.І. Механізація приготування кормів. Довідник / В.І. Сироватка. – К.: Агропромвидав, 1985. – 412 с.
3. Машина і обладнання для приготування кормів. Довідник. / И.В. Кулаковський, Ф.С. Кірпічников, Е.І. Резник. – К.: Укргропромвидав, 1988.
4. Дробарка кормів: А.с. 466046, МПК В 02с 13/04. /Н.І. Клименко, А.А. Омельченко, Ф.С. Кірпічников, А.Н. Пилипенко, І.В. Кулаковський, А.Ф. Панченко; Опубл. 30.09.78, Бюл. №36
5. Дробарка кормів: А.с. 992087, МПК В 02с 13/04. /А.В. Тимановський, А.Н. Пилипенко, В.Е Храпач, К.Н. Коновалов; Опубл. 30.01. 83, Бюл. №4.
6. Кукта Г.М. Машина і обладнання для приготування кормів / Г.М.Кукта. – К.: Агропромвидав, 1987.
7. Кулаковський И.В. Машина і обладнання для приготування кормів / И.В. Кулаковський, Ф.С. Кірпічников, Е.І. Резник. – К.: Машиноудування, 1989.
8. Ялпачик Ф.Е. Кормодробарки. Конструкція, розрахунок. / Ф.Е.Ялпачак. – Запоріжжя: 1992.

**Abstract.** When creating designs for hammer feed crushers, it is necessary to take into account the real conditions of their operation, which depend on many factors. Not all structural elements of the machine will affect the performance of the crusher, but only those that can change the quality, kinematic and technological indicators. Generally, such factors are related to the hammer rotor and grinding chamber.

**Key words:** crusher, feed materials, grinding, hammers, deck, rotor, energy indicators.

© Шейко Н.В., Власов Ю.Е. 2023