

## **Дослідження якості подрібнення матеріалу по камері дроблення дробарки з вертикальним ротором**

О.В. Ялпачик, асистент

О.В. Гвоздєв, К.О. Самойчук, кандидати технічних наук

Таврійський державний технологічний університет, м. Мелітополь

*Наведено результати досліджень якості подрібнення матеріалу по камері дроблення дробарки з вертикальним ротором та вдосконалення процесу подрібнення зерна з метою усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт подрібнення та підвищення якості готового продукту.*

**Постановка проблеми.** Для подрібнення зерна застосовують різні типи подрібнювачів. Найбільше розповсюдження отримали молоткові дробарки. Але такі машини мають суттєвий недолік. У конструкції молоткових дробарок закладено принципи подрібнення зерна, що зумовлюють переподрібнення значної частини маси. Великі частки, які потрапляють в зону молотків, мають більшу інерційність і розміщуються на периферії шару на поверхні решета. Вони закривають вихід більш дрібним часткам, які відтискуються до центра обертання ротора й додатково подрібнюються, що веде до зниження якості одержуваного продукту та підвищення енерговитрат [1]. Тому вдосконалення процесу подрібнення зерна з метою й поліпшення якості готового продукту є актуальним і важливим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Технологічні схеми подрібнення зерна сьогодні розвиваються в напрямку зниження енерговитрат, поліпшення якості, рівномірності подрібнення, розширення технологічних можливостей, повної механізації завантаження й вивантаження, а також раціональної організації робочого процесу подрібнення.

Виходячи з основних напрямів розвитку технологічних схем подрібнення зерна та вимог, які пред'являються до дробарок, розглянемо основні шляхи підвищення ефективності подрібнення зерна та вдосконалювання конструкції дробарки.

Підвищити ефективність подрібнення зерна можливо за рахунок багатоступеневого подрібнення та видалення подрібнених часток із дробильної камери при переході від одного ступеня подрібнення до іншого, що означає, відсутність переподрібнення матеріалу й зменшення маси циркулюючого навантаження [2, 3].

Поряд з усіма перевагами організація робочого процесу подрібнювачів кормів за багатоступеневою схемою ускладнює конструкцію машин, робить їх більш металомісткими й може бути виправдана, на думку дослідників [2, 3], лише значним поліпшенням якості подрібнення й зниженням енергоємності процесу.

Для усунення зазначеного недоліку багатоступінчастого подрібнення необхідно вихідний матеріал (зерно) розділити попередньо на фракції по фізико-механічних властивостях і поділене на фракції зерно завантажувати ізольовано по кожній ступені відповідно до швидкостей руйнування робочих органів [4].

Останнім часом все частіше можна зустріти конструкції дробарок з вертикальним робочим валом, у яких робочий процес організований з найбільшою ефективністю за рахунок більш повного використання енергії ударів робочих органів [2, 3].

Використання сумісного ефекту вертикального розміщення вала ротора, периферійної та торцевої поверхні камери подрібнення як робочої дозволяє мінімізувати переподрібнення зерна й збільшити площу сита [3, 5].

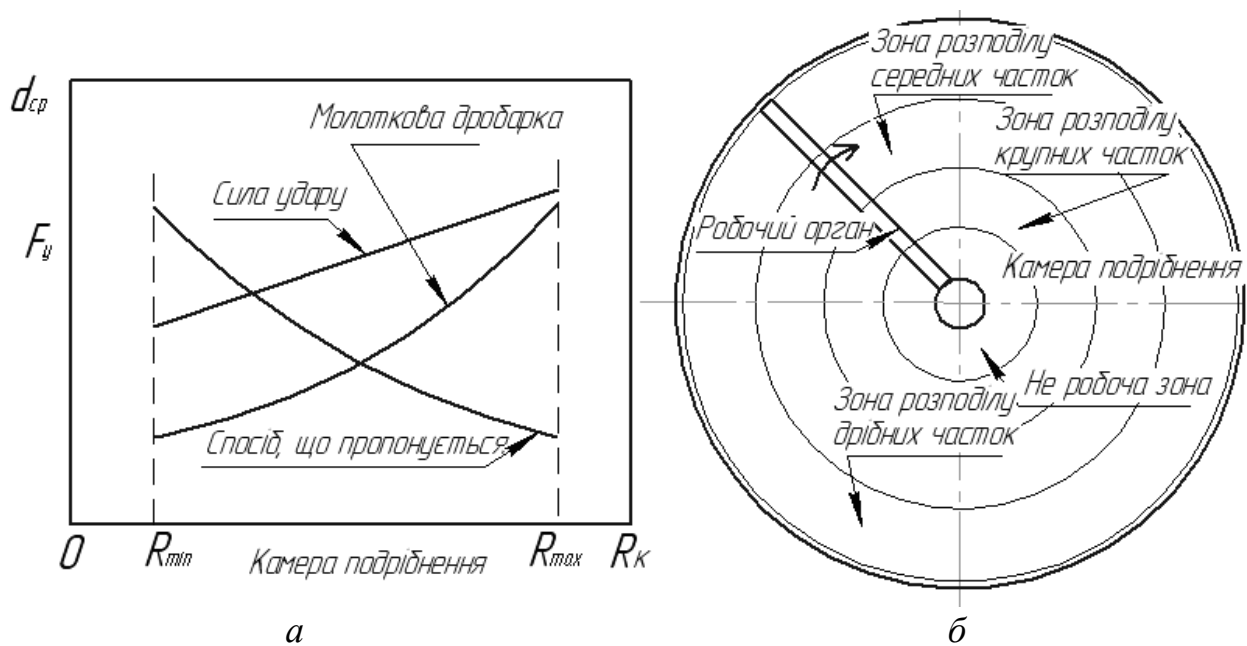
Дослідження, проведені С.Є. Чирковим [6], показали, що для ефективного подрібнення зерна необхідно спрямувати його рух назустріч робочого органа для здійснення прямого удару. Причому прямий удар здійснюють тонкими молотками у вигляді пальців, стрижнів та іншими голкоподібними робочими органами [7, 8]. Дослідженнями доведена перевага тонких молотків меншим опором повітряному потоку.

Виходячи з аналізу викладеного, ми припускаємо таке. Переведення обертання ротора в горизонтальну площину і використання конусної камери рівномірного розподілу для завантаження зерна в камеру дроблення дозволять використовувати гравітаційне скупчення часток унизу для виділення їхньої дрібної фракції без повторного подрібнення. Якщо завантажувати камеру зверху рівномірно розподіленим потоком зерна, то весь потік подрібненого матеріалу буде рухатися униз, паралельно осі обертання ротора, і дрібні частки, маючи меншу швидкість обертання, будуть легше виділятися з потоку, знижуючи тим самим переподрібнення й підвищуючи якість одержуваного продукту.

**Завданням** даної роботи було проведення експериментальних досліджень розподілу матеріалу по камері дроблення дробарки з вертикальною віссю обертання з метою усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт подрібнення та підвищення якості готового продукту.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На підставі наведеного та за результатами власних досліджень нами розроблено спосіб подрібнення зерна та дробарка для його здійснення [9].

Спосіб подрібнення зерна прямим ударом з попередньою його сепарацією реалізується у такий спосіб. Попередньо очищене від домішок зерно подається гравітаційне на попередню сепарацію зерна на фракції по розмірах за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами. Сепарація зерна за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами забезпечує виділення спочатку фракцій зерна великих розмірів, потім середніх та дрібних. Це забезпечує раціональний режим завантаження камери подрібнення від центра до периферії, що відповідає розподілу сили удару на подрібнення для кожної фракції (за способом, що пропонується) на відміну від молоткової дробарки (рис. 1,а).



**Рис. 1. Розподіл часток та фракцій зерен у зоні подрібнення:** а – за розміром та силою удару; б – по камері подрібнення

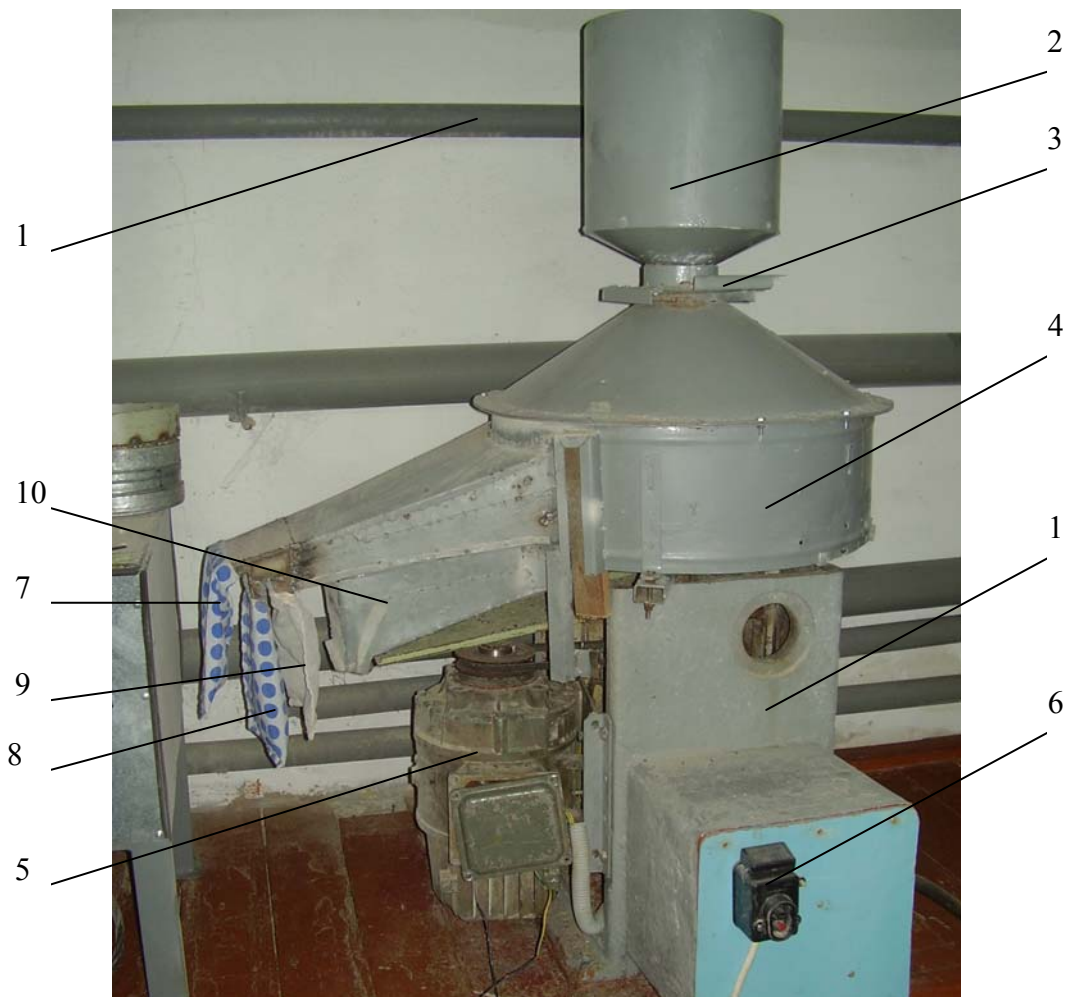
Після сепарації кожна фракція зерна тонкими шарами рівномірно та одночасно за допомогою таутохронних напрямних подається на подрібнення прямим ударом (наприклад робочим органом у вигляді стрижня) від великої до дрібної фракції, відповідно від центра до периферії камери подрібнення. Таким чином кожна фракція зерна потрапляє у свою зону подрібнення: фракція з великими зернами ближче до центра камери подрібнення, з дрібними – ближче до периферії (рис. 1,б), чим забезпечується якісне подрібнення без перешкоджання великими частками зерен виходу дрібних часток із зони подрібнення.

Для здійснення експериментальних досліджень даного способу подрібнення зерна була розроблена експериментальна дробарка (рис. 2).

Ми дослідили розподіл матеріалу по камері дроблення дробарки з вертикальним ротором та процес подрібнення зерна з метою усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт подрібнення та підвищення якості готового продукту. Вивчали вихід дробленого зерна та модуль помелу від зони відбору та частоти обертання ротора.

Зони відбору проб обрали у таких точках: перша – верхня частина камери, у зоні дії верхнього ряду робочих органів; друга – усередині камери; третя – нижня частині камери, у зоні дії нижнього ряду робочих органів і четверта – на виході з нижнього жалюзійного решета.

Правилами організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції [10] визначено три системи модуля крупності, мм: крупний – 2,60–1,80; середній – 1,80–1,00 та дрібний – 1,00–0,20. Оскільки модуль помелу для великої рогатої худоби та свиней приймає середні значення 1,4–1,8 мм, а для птиці 1,8–2,0 мм, то для оцінки якості подрібнення середня та крупна системи зі середнім значенням модуля становитиме  $M = 1,4–2,2$  мм.



**Рис. 2. Загальний вигляд експериментальної дробарки:** 1 – рама; 2 – бункер; 3 – регулювальна заслінка; 4 – камера подрібнення; 5 – привід; 6 – пульт керування; 7, 8, 9 – зона відбору відповідно верхнього, середнього та нижнього рядів робочих органів; 10 – зона виходу з нижнього жалюзійного решета

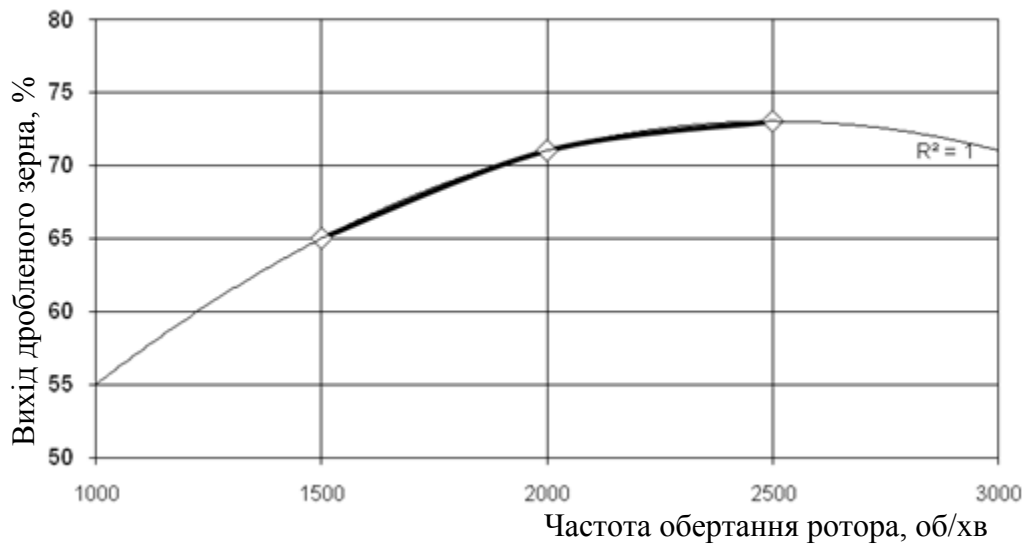
Модуль помелу визначали методом ситового аналізу за відомою формулою

$$M = \frac{0,5 \cdot P_0 + 1,5 \cdot P_1 + 2,5 \cdot P_2 + 3,5 \cdot P_3}{100},$$

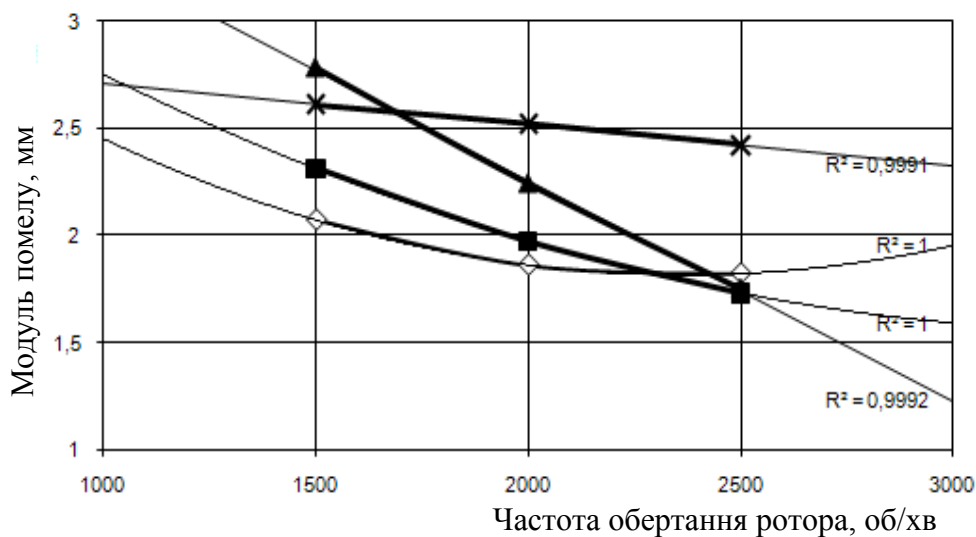
де  $P_0$  – залишок на дні класифікатора, %;

$P_1, P_2, P_3$  – залишок на ситах з отворами діаметром 1, 2, 3 мм, %.

Дослідження проводили на пшениці з масою проб 1000 г і відбором проб по зонах та визначенням виходу дробленого зерна зі середнім значенням модуля  $M = 1,4\text{--}2,2$  мм від частоти обертання ротора. Загальний вихід дробленого зерна з таким середнім значенням модуля помелу надано на рис. 3, з якого видно, що підвищувати частоту обертання ротора дробарки понад 2500 об/хв недоцільно.

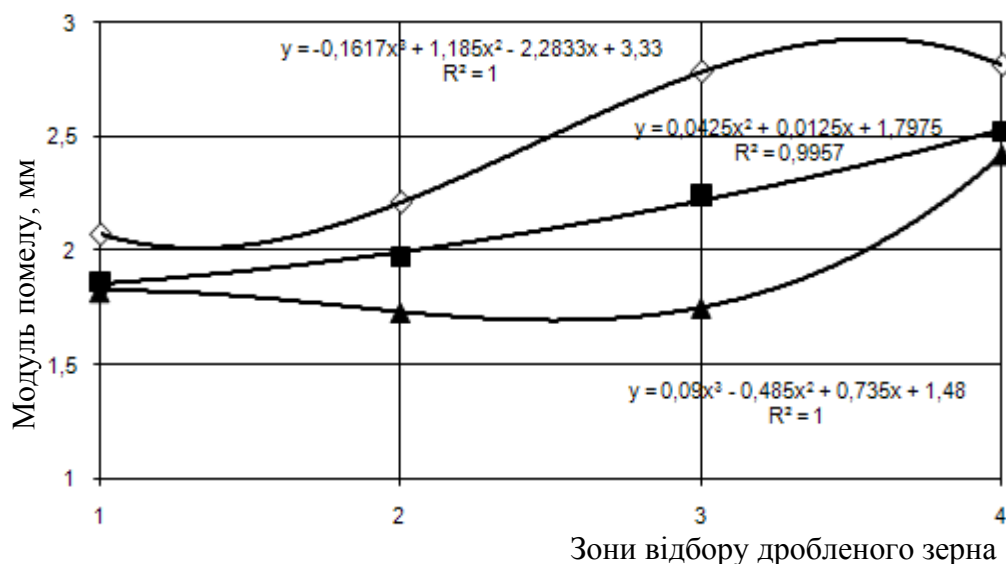


**Рис. 3. Залежність виходу дробленого зерна зі середнім значенням модуля помелу  $M = 1,4-2,2$  мм від частоти обертання ротору**



**Рис. 4. Залежність модуля помелу від частоти обертання ротора по зонах відбору: – 1 зона; – 2 зона; – 3 зона; – 4 зона**

З аналізу рис. 4 і 5 видно, що модуль помелу в зонах відбору проб 1 та 2 – мінімальний, незалежно від частоти обертання ротора. У зонах 3 і 4 підвищення модуля пояснюється скупченням великих часток, які потребують додаткового удару на подрібнення. А це можливо за рахунок спрямованого їх руху на робочі органи, наприклад встановленням на деці напрямних відбивачів у вигляді жалюзійного сепаратора та розміщенням у нижній частині ротора щілинного сепаратора. Можна також зробити висновок, що для отримання якісного помелу в дробарці з вертикальним ротором необхідно підтримувати частоту обертання ротора в межах 1800–2500 об/хв (рис. 5).



**Рис. 5.— Залежність модуля помелу від зони відбору дробленого зерна при частоті обертання ротора:  $n = 2500$  об/хв;  $n = 2000$  об/хв;  $n = 1500$  об/хв**

Використання робочого органа подрібнення у вигляді тонких металевих пальців (стрижнів) зі системою сепарації продуктів подрібнення дозволяє отримати рівномірний і якісний модуль помелу  $M = 1,4\text{--}2,2$  мм у дробарці, що пропонується з вертикальним ротором за частоти обертання ротора в  $1800\text{--}2500$  об/хв.

Щодо перспектив досліджень, то для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу по камері дроблення потрібно здійснювати руйнування його прямим ударом і видалення подрібнених часток із дробильної камери в міру їхнього утворення за рахунок їх сепарації крізь щілинні та жалюзійні сепаратори.

### Бібліографія

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.
2. Поярков М.С. Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом измельчении зерна: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук. / М.С. Поярков. – Киров, 2001. – 22 с.
3. Денисов В.А. Повышение эффективности процесса измельчения зерновых компонентов комбикормов: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук / В.А. Денисов. – М., 1992. – 32 с.
4. Денисов В.А. Теоретические предпосылки измельчения зерна с предварительным разделением его по физико-механическим свойствам на фракции / В.А. Денисов, И.И. Варакин // Механизация процессов в животноводстве и кормопроизводстве. – Пермь, 1983. – С. 112–120.
5. Черепанов С.В. Современные технологии дробления: от идеи до воплощения / С.В. Черепанов, В.О. Карпушенко, М.В. Архипова // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 1. – С. 37–38.

6. *Чирков С.Е.* Совершенствование процесса измельчения зерна в молотковой дробилке: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / *С.Е. Чирков*. – М., 1983. – 202 с.

7. Пат. 61505 А, Україна, МКИ<sup>5</sup> В 02В 3/02. Спосіб лущення зерна та пристрій для його здійснення / *Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздєв О.В.*; заявитель и патентообладатель Таврійський держагротехнологічний університет. – № 200910980; заявл. 17.02.2003; опубл. 17.11.2003. Бюл. № 11.

8. *Шпиганович Т.О.* Обґрунтування конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу / *Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ, 2010. – Вип. 10, т.3. – С. 23–35.

9. Пат. 95435, Україна, МКИ<sup>5</sup> А23N 5/00, В02С 13/00. Пристрій для лущення та подрібнення зерна / *Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик*; заявитель и патентообладатель Таврійський державний агротехнологічний університет. – № 200910980; заявл. 6.04.2010; опубл. 25.07.2011. Бюл. № 14.

10. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції. – К., 1998. – 220 с. (Затверджені М-вом агропромислового комплексу України 20.03.98: Чинні від 01.07.98).