

УДК 631.361.43: 664.788

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОПЕРЕДНЬОЇ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА ПРИ ПОДРІБНЕННІ ПРЯМИМ УДАРОМ

Клевцова Т.О., к.т.н.,

Ялпачик Ф.Ю., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – дану роботу присвячено вдосконаленню технологічної схеми подрібнення зерна за рахунок організації робочого процесу попередньої сепарації зерна.

Ключові слова – зерно, сепарація, суттєві фактори, ефективність сепарації.

Постановка проблеми. Подрібнення є одним з найбільш енергоємних процесів при переробці фуражного зерна на корм. Для цього застосовуються різні за конструктивним виконанням молоткові дробарки. При тонкому подрібненні ці дробарки дають до 30% пилоподібної фракції, а при грубому – до 20% недоподрібненої фракції. Переподрібнення призводить до збільшення витрат енергії на подрібнення й втрат при згодовуванні, а недоподрібнене зерно погано поїдається й засвоюється тваринами. Досить актуальними є питання зниження питомої енергоємності процесу подрібнення й підвищення якості готового продукту [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень. Виходячи з вищевикладеного, до дробарок кормів на сьогоднішній день пред'являються наступні вимоги: простота й надійність конструкції; компактність установки; невисока енергоємність процесу подрібнення; рівномірність гранулометричного складу подрібненого матеріалу; відсутність або зведення до мінімуму переподрібненої й пилоподібної фракції; відповідність подрібненого продукту зоотехнічним вимогам; можливість регулювання ступеня подрібнення матеріалу [1, 2, 4].

Для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати його подачу на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за допомогою щільових поділяючих отворів, розгінних і направляючих поверхонь. Руйнування зерна необхідно здійснювати прямим ударом і видаляти подрібнені частки із дробильної камери в міру їхнього утворення.

Такого ефекту можна досягти застосуванням гравітаційного способу сепарування зерна перед його подрібненням, застосуванням

спеціальних поділяючих поверхонь, наприклад, брахистохронної властивості; створення спрямованих потоків однорідних за розмірами зерен на подрібнення прямим ударом за допомогою таутохронних поверхонь і раціональної організації робочого процесу подрібнення [4, 5].

Постановка завдання. Метою даної роботи є вдосконалення технологічної схеми подрібнення зерна за рахунок організації робочого процесу попередньою сепарацією зерна, що забезпечить зниження питомих витрат електроенергії та підвищить якість готового продукту за рахунок усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт подрібнення.

Основна частина. Нами розроблені спосіб подрібнення зерна прямим ударом з попередньою його сепарацією та дробарка прямого удару з вдосконаленою системою сепарування зерна та продуктів подрібнення, новизна технічного рішення захищена чотирма патентами України на винахід № 76556, №86897, №93312, № 95435 та чотирма деклараційними патентами на корисні моделі №61505А, №3304, №11099, №50426 [4].

Для проведення експерименту за визначенням ефективності виділення зернової суміші у щілинний отвір пристрою для попередньої сепарації зерна необхідно знати його гранулометричний склад.

У результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень було встановлено, що одним з суттєвих факторів, що впливають на сепарацію зерна через щілинні отвори, є розмірний параметр зернівки – співвідношення її довжини й діаметра l/d .

Для проведення експерименту за визначенням ефективності виділення зернової суміші у щілинний отвір пристрою для попередньої сепарації зерна необхідно знати інтервал варіювання даного фактора (l/d). Тому вивчали гранулометричний склад зернової суміші пшениці фуражної перед її сепарацією на фракції.

Відбір проб для аналізу проводили в наступній послідовності:

- розсипали зернову суміш на рівній поверхні й розподіляли її в один шар;
- із суміші підряд відбирали 10 проб по 100 зерен;
- заміряли штангенциркулем довжину й середній діаметр зернівки.

Далі, за отриманими даними вимірів довжини й середнього діаметра зернівки визначали їхнє співвідношення l/d .

Отримано наступний гранулометричний склад зернової суміші пшениці фуражної:

- велика фракція, $l/d > 2,0$ склала в суміші 56...68%;
- середня при $1,5 < l/d < 2,0$ – 26...40%;
- дрібна при $l/d < 1,5$ – 4...6%

На рисунку 1 показана гістограма середнього гранулометричного складу досліджуваної зернової суміші пшениці фуражної.

З метою визначення розподілу складу зернової суміші щілинними отворами розподільного конуса провели експеримент по сепарації зернової суміші пшениці фуражної через розроблений пристрій для попередньої сепарації зерна (рис. 2) [5].

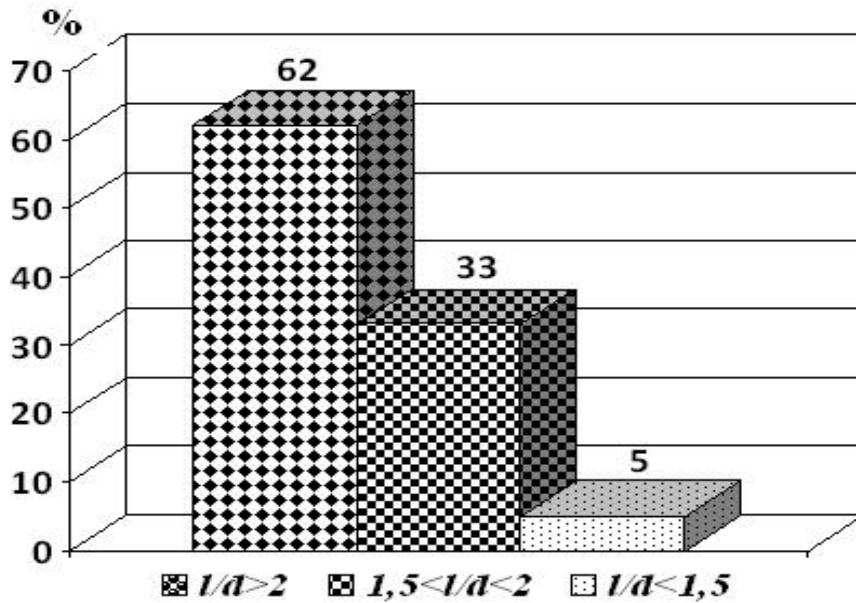


Рис. 1. Гранулометричний склад зернової суміші пшениці фуражної.

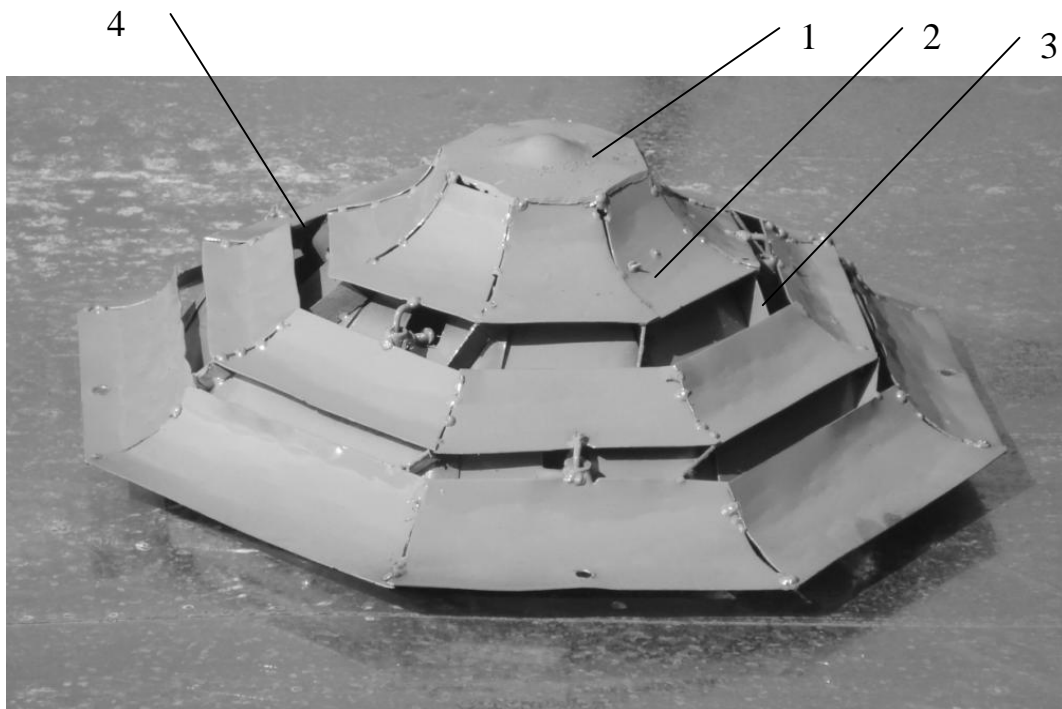


Рис. 2. Загальний вид конусів попередньої сепарації зерна:
1 – прийомний конус; 2 – брахистохронні поверхні;
3 – таутохронні напрямні; 4 – щілини.

Сепарували по 10 кг суміші пшениці в трикратній повторності з відбором проб щілинними отворами: між першим розподільним конусом і другим (I фракція, велика), між другим розподільним конусом і третім (II фракція, середня) і схід із третього розподільного конуса (III фракція, дрібна).

Сепарували при наступних параметрах щілинних отворів, отриманих теоретично: ширина щілини між протилежними крайками поверхонь розподільних конусів $L = 20$ мм і різниця за висотою між крайками $H = 2$ мм.

Отримана наступна гістограма сепарації зернової суміші за фракціями через щілинні отвори розподільного конуса (рис. 3).

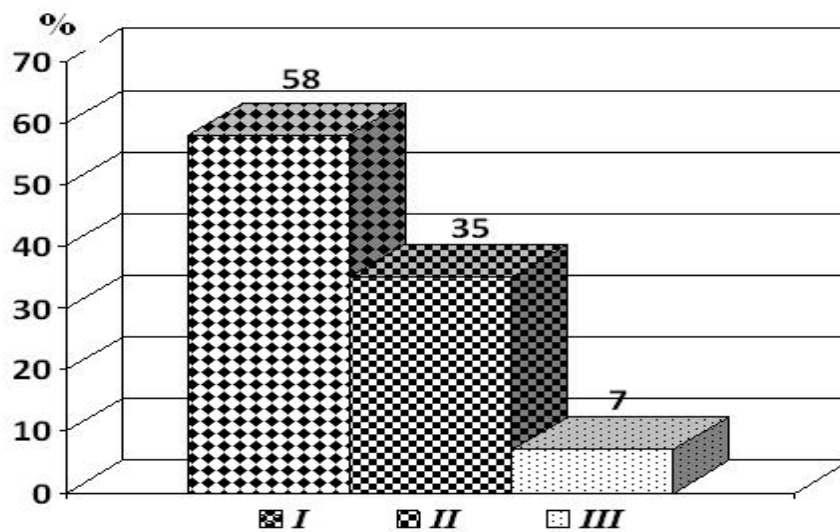


Рис. 3. Гістограма сепарації зернової суміші за фракціями через щілинні отвори розподільного конуса.

Аналізуючи гістограми рисунків 1 і 3, бачимо, що погрішність сепарації великої та середньої фракцій пшениці через щілинні отвори становить 5,7...6,5%.

Гранулометричний склад кожної відсепарованої фракції зернової суміші показаний на рисунку 4.

За гістограмами рисунку 4 можна судити про ефективність сепарації зерна кожної фракції через щілинні отвори розподільного конуса сепаратора, що становить від 84 до 93%.

Отримані дані про ефективність сепарації зерна через щілинні отвори розподільного конуса розробленого сепаратора підтверджені при проведенні чотирифакторного експерименту.

У результаті апріорного ранжирування методом Дельфі [6] визначено наступні фактори, що суттєво впливають на ефективність сепарування зерна крізь щілинні отвори розподільного конуса: довжина щілини L , мм; висота щілини H , мм; співвідношення довжини та діаметра зернівки l/d та критична швидкість зернівки v , м/с.

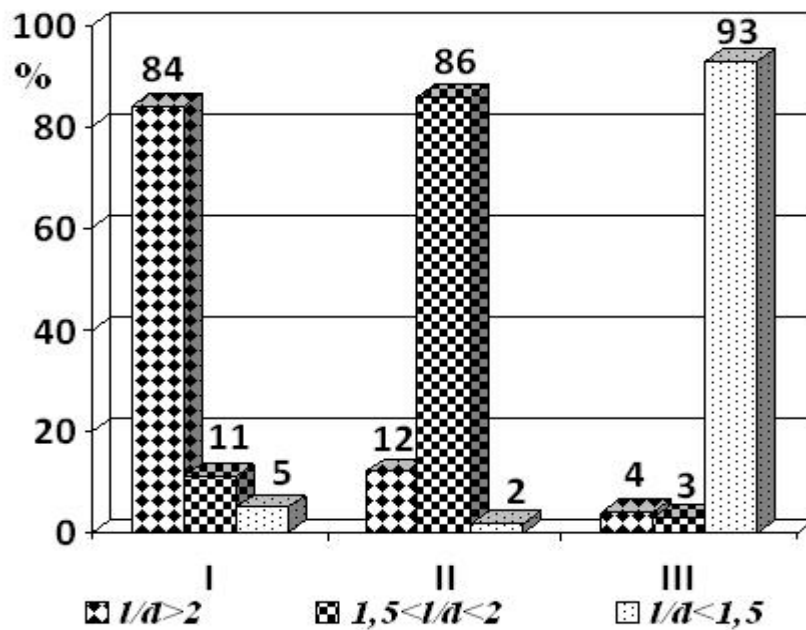


Рис. 4. Гранулометричний склад відсепарованих фракцій зернової суміші.

Нами вивчався вплив цих конструктивно – кінематичних параметрів на ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса. Границі варіювання факторів прийняли з теоретичних обміркувань комп'ютерного моделювання поверхонь пристрою для попередньої сепарації зерна та попередніх експериментальних досліджень в ідеальних умовах.

Вивчали ефективність виділення крупних зернівок (з співвідношенням довжини та діаметра зернівки $l/d > 2$, що відповідає еквівалентному радіусу ($r_e = 2,3$ мм) у першу щілину розподільного конуса.

Інтервали варіювання та позначення факторів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Інтервали варіювання та позначення факторів

Умови планування	Фактори			
	L , мм	H , мм	l/d , м	v , м/с
	X_1	X_2	X_3	X_4
Верхній рівень	20	2	3	0,8
Нульовий рівень	15	1	2	0,6
Нижній рівень	10	0	1	0,4
Інтервал варіювання	5	1	1	0,2

У результаті реалізації повного чотирифакторного експерименту отримана математична модель ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки прямого удару з попередньою сепарацією зерна, описувана рівнянням регресії у кодованому виді

$$Y = 92,2 + 7,65X_1 + 8,501X_2 + 2,68X_3 - 3,71X_4 - 4,22X_1X_3 - 6,07X_2X_3 - 0,12X_3X_4 - 6,62X_1^2 - 9,85X_2^2 - 5,36X_3^2. \quad (1)$$

Розглянемо за допомогою програмного забезпечення Maple поверхні відгуку та двовимірні перетини попарних взаємодій факторів, що входять у рівняння (1).

Рівняння впливу довжини L та висоти щілини H на ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки у натуральних значеннях факторів при співвідношенні довжини та діаметра зернівки $l/d = 3$ та критичній швидкості зернівки $v = 0,8$ м/с має вид

$$\varepsilon = 7,31 + 8,63 \cdot L + 22,13 \cdot H - 0,265 \cdot L^2 - 9,85 \cdot H^2. \quad (2)$$

Поверхня відгуку ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H при $l/d = 3$ та $v = 0,8$ м/с показана на рисунку 5, а двовимірні перетини – на рисунку 6.

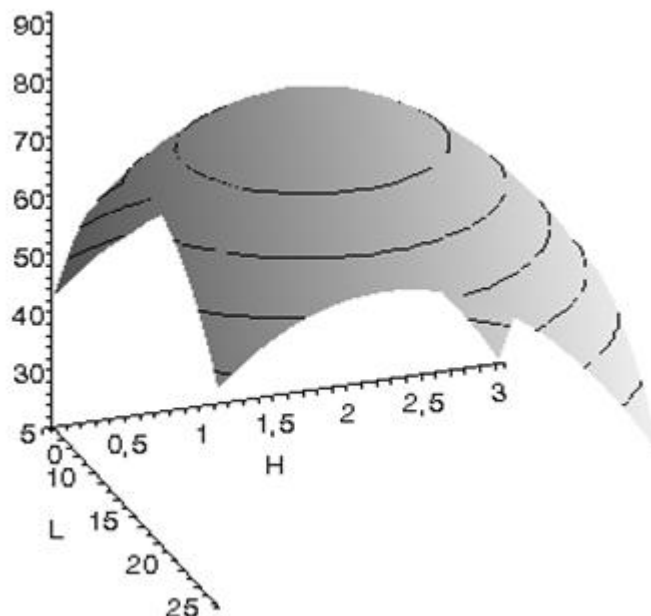


Рис. 5. Поверхня відгуку ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H при $l/d = 3$ та $v = 0,8$ м/с.

Аналіз поверхні відгуку (рис. 5) та двовимірних перетинів (рис. 6) ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H показав, що функція має оптимум. Оптимальному значенню функції (максимальної для даних умов ефективності виділення зернівок у щілинний отвір розподільного конуса ($\varepsilon = 89,96\%$)) відповідають наступні значення факторів: $L = 16$ мм, $H = 1,1$ мм.

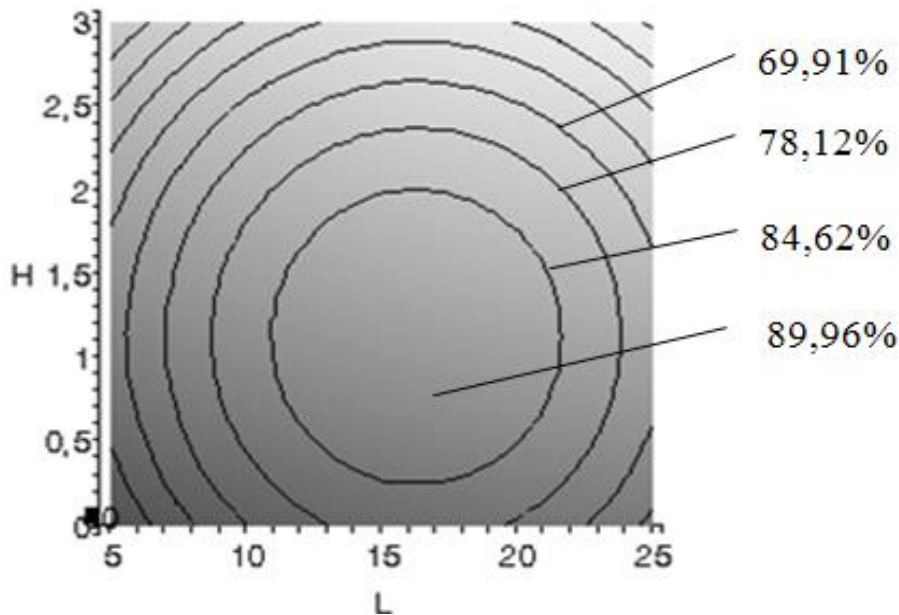


Рис. 6. Двовимірні перетини ефективності виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε у функції від довжини L та висоти щілини H при $l/d = 3$ та $v = 0,8$ м/с.

Висновки. На основі аналізу отриманих даних маємо, що для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати подачу зерна на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за фізико – механічними властивостями, здійснювати руйнування його прямим ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, а робочий процес багатоступінчастого подрібнення зерна здійснювати в одному робочому просторі.

Результати експериментальних досліджень показали, що для виділення у щілинний отвір зернівок з $l/d = 2...3$, що відповідає еквівалентному радіусу $r_e = 2,5...2,9$ мм й довжині розгінної ділянки поверхні розподільного конуса $S_0 = 0,1$ м з ефективністю 80...90% необхідно мати: $L = 12...20$ мм та $H = 0,4...2,0$ мм. Відхилення теоретичних значень L та H від експериментальних у всьому діапазоні зміни параметрів знаходиться до 9%, що підтверджує адекватність отриманих даних.

Література:

1. *Мельников С.В.* Механизация и автоматизация животноводческих ферм.-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. ...канд. техн. наук. Киров – 2001. -22 с.

3. *Алешкин В.Р.* Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов: Дис...д-ра техн. наук.- Киров, 1995.- 412 с.

4. *Шпиганович Т.О.* Вдосконалення процесу попередньої сепарації зерна в дробарці прямого удару: автореф. дис. на отримання наук. ступ. канд. техн. наук : спец. 05.05.11. / Т.О. Шпиганович. - Сімферополь – 2012. – 20с.

5. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удару з системою сепарування зерна та продуктів подрібнення / Т.О. Шпиганович, О.В. Ялпачик // Техніка і технологія АПК, 2011. – № 12(27). – С. 7 – 10.

6. *Ялпачик Ф.Ю.* Визначення суттєвих факторів гравітаційної сепарації зерна методом Дельфи / Ф.Ю. Ялпачик, Т.О. Шпиганович, Н.М. Хомутіна // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ. Вип. 11, Т.6. – 2011. - С. 38 – 44.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ПРЯМЫМ УДАРОМ

Клевцова Т.А., Ялпачик Ф.Е.

Аннотация. Работа посвящена совершенствованию технологической схемы измельчения зерна за счет организации рабочего процесса предварительной сепарации зерна.

DETERMINATION OF EFFICIENCY OF PRELIMINARY SEPARATION OF GRAIN WHEN CRUSHING BY THE DIRECT STROKE

T. Klevtsova, F. Yalpachik

Summary

Work is devoted to improvement of the technological scheme of crushing of grain at the expense of the organization of working process of preliminary separation of grain.