

Таким чином, зменшення тиску у сушильній камері збільшується витрата теплової енергії сушаркою, що пов'язано зі збільшенням інтенсивності випаровування.

#### Список використаних джерел

1. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження): монографія / Б. І. Котов, Р. А. Калініченко, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, В. О. Лісецький. Ніжин: Видавець ІПП Лисенко М. М., 2017. 552 с.
2. Кирпа М. Я. Травмирование семян: как это предотвратить. *Пропозиция*. 2017. № 1. С. 152–155.
3. Теоретичне обґрунтування використання контактного нагріву для сушіння насіння у вакуумі. / В. О. Швидя // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. – Глеваха. – 2019- Вип. № 10 (109) - С. 67-74.
4. Обґрунтування форми перерізу вакуумної сушильної камери з контактним нагрівом зерна / В.О. Швидя, С. П. Степаненко, М. М. Анеляк // Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. – Глеваха. – 2018- Вип. № 7 (106) - С. 73-81.
5. Гинзбург А. С. Расчёт и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А.С. Гинзбург — М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

#### ОГЛЯД МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК

**Костенко О. М.**  
д.т.н., професор кафедри безпеки життєдіяльності, професор,  
**Дрожжана О. У.**  
старший викладач кафедри безпеки життєдіяльності,  
**Рибальченко В. Д.**  
здобувач вищої освіти ступеня доктор філософії  
кафедри безпеки життєдіяльності  
зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування  
*Полтавський державний аграрний університет*  
*м. Полтава, Україна*

Однією з важливих і самих енергосмних операцій у технології кормоприготування є подрібнення. Для подрібнення зерна застосовують різні типи подрібнювачів. Найбільшого розповсюдження отримали молоткові дробарки, які мають цілий ряд переваг у порівнянні з іншими машинами того ж призначення.

Розглянемо типові молоткові дробарки сільськогосподарського призначення.

Молоткові дробарки закритого типу з горизонтальною віссю ротора найбільш широко застосовуються для подрібнення зернофуражу в сільськогосподарському та комбікормовому виробництві. У таблиці 1 наведені характеристики молоткових дробарок, що застосовуються при виробництві комбікормів [1]. Ступінь подрібнення регулюється діаметром отворів в решетах, які огинають камеру дробарки. Кут обхвату решіт значною мірою визначає продуктивність дробарки і досягає 360°. Зерно в дробарках цього типу подрібнюється вільним ударом молотка і виводиться через решета з камери дроблення. Висока енергосміність подрібнення в даному типі дробарок, як і в інших молоткових дробарках, обумовлена витратами енергії на багаторазові удари по зерну (до 40 разів), значна частина кінетичної енергії витрачається на надання зерну обертального і поступального руху за рахунок непрямого удару, а також на тертя об поверхню решета та зіткнення між частинками [2].

Аналогічні конструкції молоткових решітних дробарок застосовуються за кордоном (таблиця 1). Відомі конструкції молоткових дробарок зі зустрічно обертовими роторами, наприклад, фірми «Бауерт Хаземаг» (Німеччина) продуктивністю 35 т/год. [1].

Продуктивність молоткових дробарок в загальному випадку регламентується площею поверхні решіт, швидкістю обертання ротора і його розмірами. Оцінюються параметри ротора дробарки через показник питомого навантаження  $q$  (кг/с·м<sup>2</sup>), який визначається за формулою [1]:

$$\dot{q} = \frac{q_p}{D \cdot L}, \quad (1)$$

де  $q_p$  - секундна продуктивність, кг/с;

$D \cdot L$  - площа діаметральної проекції барабана, м<sup>2</sup>.

Технічні характеристики молоткових дробарок наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики молоткових дробарок

Показники	КДУ-2	КДМ	ДДМ	А1-ДДП	А1-ДМР-12	А1-ДМР-20	ЧД-5 (Болгарія)	ЧД-15 (Болгарія)	М4-20
Продуктивність, т/год.	до 2	до 3	5-6	7	12	20	5	15	25
Діаметр ротора мм	-	-	980	630	646	646	-	-	-
Потужність електродвигуна, кВт	28	28	55	40	110	100	55	110	132
Швидкість обертання ротора, хв.-1	2725	2725	1470	2940	2960	2960	3000	3000	2975

Питома металоемність, кг/т	650	333	320	214	196	155	-	-	-
----------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	---

В існуючих дробарках величина питомого навантаження  $\dot{q} = 2...3$  кг/см<sup>2</sup> при окружній швидкості молотків 45...55 м/с і решеті з отворами 6 мм [3]. Отже, збільшення продуктивності молоткових дробарок пов'язане зі збільшенням габаритних розмірів їх робочих органів.

Великий вплив на роботу молоткової дробарки має вихідна міцність зерна, що подрібнюється, яка в більшості випадків залежить від наявності в ньому тріщин.

В останні роки промисловістю випускається безрешітна молоткова дробарка ДБ-5 (рис.1) [1].

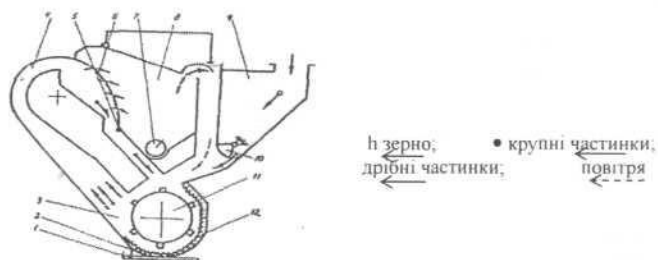


Рисунок 1 – Схема безрешітної дробарки ДБ-5

Дробарка має продуктивність 4...6 т/год., потужність приводу ротора – 30кВт, частота обертання ротора – 2960 хв<sup>-1</sup>, питома металоємність – 228кг/т.

Особливістю даної дробарки є роздільне виконання подрібнюючого та сепаруючого органів, що дозволяє окремо удосконалювати процес подрібнення та сепарації готового продукту [1]. Аналіз роботи дробарки ДБ-5 показав, що дробарка має ряд недоліків, а саме незадовільна робота засобів автоматичного регулювання при подрібненні зерна різної вологості, труднощі в налаштуванні сепаруючого органу на необхідну ступінь подрібнення.

До робочих органів дробарки відносяться молотки, решета та деки, які змінюють якісний стан перероблюваного матеріалу. Відомо, що ступінь розмелу залежить від граней молотків [1], термін служби молотка залежить від перероблюваного продукту. Таким чином, головним робочим органом у дробарці є молоток. Підвищення надійності роботи молотків у поєднанні з простотою та надійністю дробарки в цілому зробило б цей тип подрібнювачів одним з досконалих.

Аналіз робіт, присвячених дослідженням молоткових дробарок показав, що питанням взаємодії молотка та зерна не приділялося достатньої уваги. Тому проектування молотків навіть в теперішній час ведеться емпірично, звідси

велике різноманіття їх форм та розмірів. Це різноманіття пояснюється необхідністю мати гострі грані для інтенсифікації руйнування кормів. Найбільш широке розповсюдження отримали пластинчасті молотки прямокутної форми, у яких використовується чотири робочі грані. Вирішальним фактором для обґрунтування тієї чи іншої форми молотка є простота та економічність виготовлення, а також критерій якості готового продукту.

Конструктивні параметри існуючих молотків, як правило, близькі до оптимальних, що знижує резерв підвищення ефективності роботи дробарок за рахунок зміни конструкції їх робочих органів. Тому постає питання про створення моделі взаємодії молотка із зерном, яка враховувала б геометричні параметри молотків, властивості кормів.

Отже, подрібнення – енергосмілий процес, зниження його може бути досягнуто шляхом удосконалення конструктивно-режимних параметрів молоткової дробарки.

#### Список використаних джерел

1. Боршев В. Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Тамбов: Тамбовский гос. техн. ун-т, 2004. 92 с.
2. Колобов М.Ю., Сахаров С.Е. Зернодробилки центробежно-ударного действия. *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2012. №4. С.17-18.
3. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Чубов Д. С. Машины та обладнання переробних виробництв: навчальний посібник. Київ: Вища освіта, 2005. 159с.

#### МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Келемеш А. О.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет  
м. Полтава, Україна

Останнім часом досить широкого застосування набув метод обробки металів та їх сплавів на основі використання механічних коливань (вібрацій). Вібрація пов'язана з поняттям вимушених коливань, яка періодично може змінюватися як за величиною, так і за напрямком.

Вібраційна обробка супроводжується послідовним нанесенням на оброблювану поверхню деталі великого числа мікроударів з частотою коливань обробного інструменту від 15 до 100 Гц [1]. При цьому забезпечується пластичне деформування поверхневого шару, наслідком чого є утворення