

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОЇ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ

Біловод О.І.¹, здоб. СВО «Магістр»,

Попов С.В.², к.т.н., доц.,

Скоряк Ю.Б.², ст. викл.,

¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків.

²Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава.

Постановка проблеми. Вдосконалення процесів переробки зернових матеріалів є одним із головних напрямів розвитку агропромислового комплексу України. Одним із найенергоємніших процесів у комбікормовому виробництві є подрібнення сировини. Воно значною мірою визначає ефективність усього технологічного циклу [1, 2].

Наявні конструкції подрібнювальних машин, як правило, характеризуються високими енергетичними витратами та недостатньою адаптивністю до різних типів зернових матеріалів. Це призводить до підвищення собівартості продукції та зниження конкурентоспроможності підприємств.

Таким чином, проблема полягає у розробці енергоощадних подрібнювальних машин, здатних забезпечити необхідний ступінь подрібнення при мінімальних енергетичних витратах. Розв'язання цієї проблеми має важливе економічне та науково-технічне значення [3-5].

Основні матеріали дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу подрібнення зернових матеріалів за рахунок розробки конструкції молоткової дробарки та оптимізації режимів її роботи. Для досягнення поставленої мети проведено: аналіз сучасних конструкцій дробарок та їх енергетичних характеристик; досліджено фізико-механічні властивості зернових культур (пшениця, кукурудза, ячмінь) та їх вплив на подрібнення; розробку лабораторної моделі молоткової дробарки; експериментальне визначення питомих енергетичних витрат і фракційного складу продукту подрібнення.

Нова конструкція дробарки ДМ-360 характеризується горизонтальним розташуванням ротора, шістьма молотками, а також змінними робочими елементами (табл. 1). Корпус виконано герметичним. Це зменшує запиленість, а також втрати матеріалу. За результатами експериментальних досліджень, що були проведені, встановлено значення питомих енергетичних витрат: кукурудза – 15,1 Вт·год/кг; пшениця – 34,4 Вт·год/кг; ячмінь – 40,3 Вт·год/кг.

Кукурудзяне зерно має пористу, пухку структуру ендосперму, а також високу крихкість, особливо після висушування. Його оболонка

відносно тонка, а внутрішня частина містить менше білків та більше крохмалю, який легко руйнується під час удару. Саме тому, низька міцність, висока крихкість та однорідність структури зумовлюють мінімальні питомі енергетичні витрати.

Таблиця 1

Основні технічні характеристики дробарки

№ з.п.	Найменування характеристики	Одиниці виміру	ДМ-360
1	Продуктивність	кг/год	140...365
2	Частота обертання головної осі	об/хв	3000
3	Робочий діаметр ротора	мм	360
4	Кількість молотків	шт.	6
5	Потужність	кВт	5,5
6	Габаритні розміри	м	550×400×860
7	Маса	кг	60

Пшениця має щільну, тверду зернівку без зовнішньої оболонки, але із доволі міцною алейроною оболонкою та щільним ендоспермом. Під час удару вона роздібнюється поступово: спочатку виникають тріщини, потім зерно розпадається на частинки середнього розміру. У порівнянні із кукурудзою пшениця поглинає більше енергії під час деформації, оскільки має вищий модуль пружності. Однак відсутність волокнистої оболонки спрощує подрібнення. Тому енергетичні витрати залишаються на середньому рівні. Також пшениця рівномірно дробиться. Це забезпечує стабільний гранулометричний склад і менше енергії, витраченої на вторинне подрібнення.

Ячмінь має плівчасту оболонку та волокнисту структуру, що значно ускладнює процес руйнування зернівки. Зерно не розколюється відразу. Оболонка гасить частину енергії удару, а волокнисті компоненти пружно деформуються, не допускаючи миттєвого руйнування. Внаслідок цього частина енергії молотка втрачається не на руйнування, а на деформацію, подолання зв'язків між оболонкою та ендоспермом. Окрім того, волокниста структура зумовлює нерівномірне дроблення. Утворюються як дрібні, так і великі частинки, що потребує повторних ударів. Це збільшує час подрібнення і, відповідно, загальні енергетичні витрати.

Також було проведено розрахунок техніко-економічної ефективності використання запропонованого технічного рішення. За базовий варіант прийнято молотковий млин AMS-360 виробництва КНР (табл. 2). Термін окупності склав 5,3 місяця.

Таблиця 2

Калькуляція річних поточних витрат

Назва витрат	Величина витрат, грн.	
	ДМ-360	AMS-360
1 Зарплата з нарахуваннями	227697,7	
2 Амортизаційні відрахування	14292	19055
3 Експлуатаційні витрати	71292,8	74588,8
3.1 Витрати на капітальний ремонт	2743	3657
3.2 Витрати на ТО і ПР	7146	9528
3.3 Витрати на електроенергію	60657,3	
3.4 Витрати на мастильні матеріали	746,5	
Загальні витрати	313282,5	321341,5

Висновки. Розроблена конструкція молоткової дробарки, що забезпечує підвищення ефективності процесу подрібнення зернових матеріалів внаслідок оптимізації конструктивних параметрів та режимів роботи. Експериментальні дослідження підтвердили зниження питомих енергетичних витрат порівняно з чинними аналогами. Запропоноване технічне рішення має економічну доцільність та може бути впроваджено у виробництво комбінованих кормів для підвищення енергоефективності та зниження експлуатаційних витрат.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2008. 543 с.
2. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник. Тернопіль, 2002. 251 с.
3. Олексієнко В.О., Ялпачик Ф.Ю., Кравець О.В. Економічна оцінка ефективності модернізації молоткової кормодробарки для сучасних форм організації виробництва продукції тваринництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв. 2004. Вип. 3. С. 229–236.
4. Ялпачик Ф.Ю., Олексієнко В.О., Волков О.П. Обґрунтування оптимального співвідношення конструктивних параметрів молоткової дробарки. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Вип. 1, т. 23. Мелітополь. 2001. С. 13–18.
5. Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. Технологічні машини: підручник. Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. 258 с.