

УДК 621.926.4/088.8/

В.В. Сердюк, асистент, Сумський НАУ

Ф.Є. Максимов, к.т.н., доцент, Сумський НАУ

В.А. Руденко, к.т.н., доцент, Сумський НАУ

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ УДАРНО – СЕПАРАЦІЙНОГО ПОДРІБНЮВАЧА.

В результаті досліджень отримані оптимальні значення конструктивних параметрів ударно-сепараційного подрібнювача, проведені порівняльні випробування з серійним зразком і наведені їх результати.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Для якісного приготування борошна, комбікормів, лікарських препаратів та виготовлення значної кількості харчових продуктів важливу роль відіграє подрібнення вихідного матеріалу. В деяких випадках потрібно отримувати тонко дисперсійні порошки. З цією метою був розроблений ударно – сепараційний подрібнювач (УСП) який захищений авторським свідоцтвом № 1126321.[5]

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

При подрібненні відбувається механічне розділення твердого тіла на частинки, коли зовнішні сили перевищують сили молекулярного зчеплення. В результаті чого утворюється багато частинок, у яких значно збільшується зовнішня поверхня, тобто сумарна площа поверхні всіх частинок, що містяться в одиниці об'єму або маси.

У сучасних машинах найпоширеніші механічні способи подрібнення, які відзначаються простою, надійністю і високою продуктивністю обладнання. В залежності від взаємодії між робочими органами і перероблюваним матеріалом існують різні способи подрібнення. І одним із основних є розбивання, коли руйнування матеріалу відбувається в результаті динамічного навантаження протягом дуже короткого відрізка часу. Цей процес нагадує роздавлювання, але прискорене у багато разів.

Оптимізація роботи подрібнювача залежить від факторів, які суттєво впливають на якість його роботи. Умовно ці фактори можна поділити на три групи.

До першої групи віднесені технологічні фактори. До неї входять: V - лінійна швидкість ударних елементів ротора – (м/с); Q - подача

матеріалу в подрібнювач за годину –(т/годину), (продуктивність); H - витрата повітря через подрібнювач – (м³/с).

Другу групу факторів складають конструктивні параметри подрібнювача. Це : α - кут нахилу відбивних пластин статора до вектора колової швидкості ротора – (α) 0 ; Z - кількість відбивних пластин на статорі – (штук) ; Ψ - кількість штифтів на роторі – (штук); h - зазор між штифтами ротора і відбивними пластинами статора – (мм) ; B - ширина подрібнювальної камери – (мм); L - довжина відбивних пластин – (мм).

До третьої групи факторів віднесені фізико-механічні властивості подрібнюваних матеріалів. Ця група має досить широкий діапазон властивостей та характеристик, які дуже впливають на якість подрібнення. Вирішення задачі ускладнюється тим, що важко дати оцінку основним фізико- механічним характеристикам матеріалу, які можуть стати визначальними при подрібненні. Тому необхідно в кожному конкретному випадку провести дослідження, для визначення необхідних параметрів подрібнювального матеріалу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

Визначення оптимальних значень конструктивних параметрів ударно – сепараційного подрібнювача.

Виклад основного матеріалу досліджень.

У міжфакультетській лабораторії новітніх технологій в галузі харчових продуктів були проведені дослідження для визначення оптимальних значень конструктивних параметрів ударно-сепараційного подрібнювача.

Для цього був виготовлений і встановлений подрібнювач, який приводився в роботу від електродвигуна постійного струму, частота

обертів якого змінювалась за допомогою тиристорного регулятора. Витрати енергії визначались за допомогою цифрових вимірювальних приладів, якими реєструвалися напруга і сила струму споживаного двигуном. Оцінка якості подрібнення визначалась середньозваженим розміром часток на основі розсівання на решітному класифікаторі проби продукту через набір сит. Вихідним параметром при проведенні дослідів був прийнятий ступінь подрібнення матеріалу – (i). При цьому енергетичні показники процесу подрібнення (енерговитрати) зіставлялися з якістю подрібнення матеріалу. На першому етапі досліджень визначався оптимальний кут нахилу відбивних пластин статора, в якості дослідного подрібнювального матеріалу використовувався цукор. Була проведена серія дослідів при яких змінювались технологічні фактори, які

віднесені нами до першої групи, і конструктивні параметри подрібнювача – фактори другої групи. В статті надаються не всі отримані результати експериментальних досліджень, а лише їх частина. Графічна інтерпретація отриманих експериментальних досліджень представлена на рис. - 1 і 2.

На другому етапі досліджень розглядалася решта конструктивних параметрів подрібнювача. Дослідження проводилися з застосуванням математичних методів планування і аналізу експеримента. Це дозволило проводити експеримент цілеспрямовано і організовано, мінімізувати загальне число дослідів і підвищити надійність результатів. Фактори і рівні їх варіювання при проведенні експеримента наведені в таблиці 1.

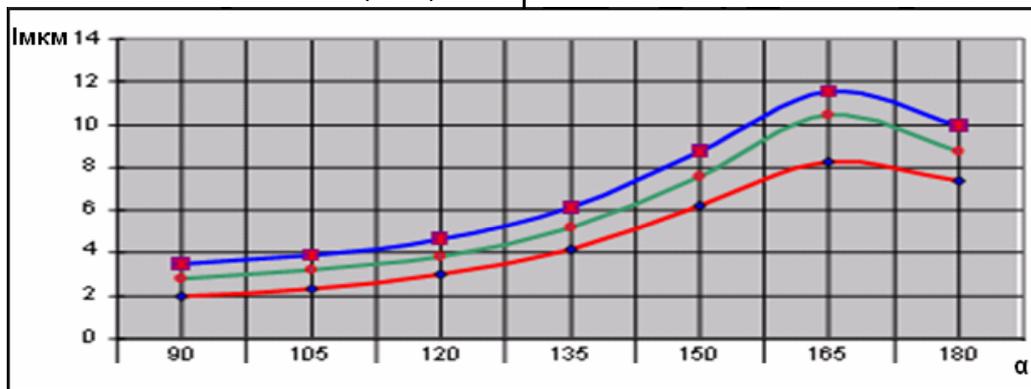


Рисунок 1. Залежність ступеня подрібнення матеріалу від кута нахилу відбивних пластин статора і зазора між штифтами ротора і статором.

1 - $h = 12 \times 10^{-3}$ м; 2 - $h = 6 \times 10^{-3}$ м; 3 - $h = 1 \times 10^{-3}$ м;

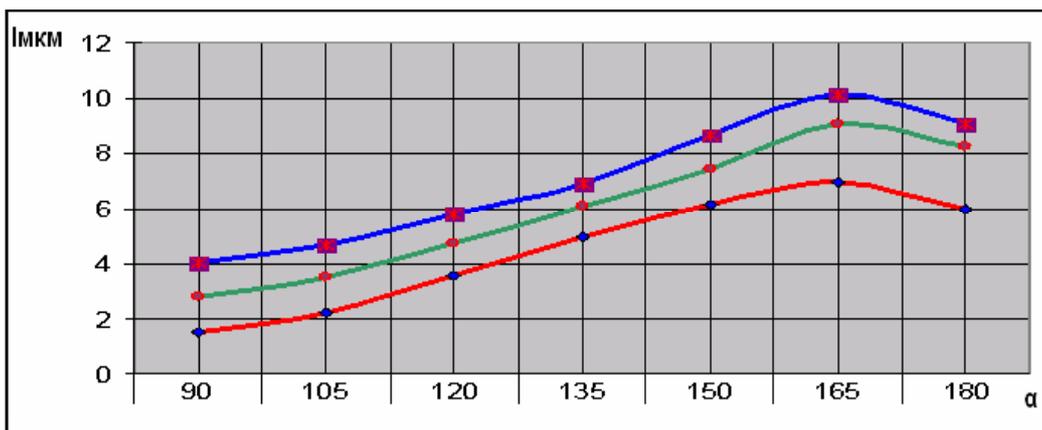


Рисунок 2. Залежність ступеня подрібнення матеріалу від кута нахилу відбивних пластин статора і форми штифта ротора.

1 - штифт ротора - ромб; 2 - штифт ротора - круг; 3 - штифт ротора - квадрат.

Фактори і рівні їх варіювання.

Рівні варіювання факторів	Фактори		
	Число відбивних пластин статора, Z шт.	Кількість штифтів, ψ шт.	Зазор між статором і штифтами ротора, h мм.
Основний рівень	30	16	6
Інтервал варіювання	15	8	6
Верхній рівень	45	24	12
Нижній рівень	15	8	1

Примітка. Досліди проводились при лінійній швидкості ударних елементів ротора $V = 70$ м/с, подачі подрібнювального матеріалу $Q = 60$ кг/год, витраті повітря через подрібнювач $H = 120$ м³/год, куті нахилу відбивних пластин $\alpha = 165$ градусів, ширина подрібнювальної камери $B = 30$ мм, довжині відбивних пластин $L = 30$ мм.

При плануванні експерименту виходили із того, що ступінь подрібнення матеріалу (вихідний параметр) апроксимується поліномом будь – якої степені, а коефіцієнти регресії оцінюються за результатом проведеного експеримента. Точність і надійність оцінок коефіцієнтів регресії залежить від властивостей застосованого плану експеримента і пов'язана з визначенням числа експериментальних точок і такого їх розташування у факторному просторі, яке дозволяє при мінімальному числі дослідів одержати необхідну інформацію для прийняття рішення. Априорна інформація про залежність ступеня подрібнення матеріалів від параметрів подрібнювача свідчить, що вона, в більшості випадків, не буває лінійною. Тому при плануванні експеримента використовувався Д – оптимальний план, який дозволяє з найбільшою точністю визначати коефіцієнти регресії. У матриці експеримента застосовували кодовані значення факторів, здійснюючі перетворення координат факторного простору, користуючись співвідношенням:

$$X_i = \frac{C_i - i_0}{E} \quad (1)$$

де X_i – кодоване значення фактора;
 C_i – натуральне значення фактора;
 $C_{i,0}$ – натуральне значення основного рівня;
 E – інтервал варіювання
 I – номер фактора.

За результатами паралельних спостережень визначали середнє арифметичне значення результатів дослідів і розраховували дисперсію, яка характеризувала варіацію повторних дослідів. Для визначення помилкових дослідів використовувався критерій Стюдента. Перехід від помилок дослідів до помилок експерименту пов'язаний з усередненням дисперсій помилок, тобто перевірка однорідності дисперсій викону-

валась за допомогою критерія Кохрена.

Після оцінки дисперсії експеримента, проводився регресійний аналіз, де визначалися значення коефіцієнтів регресії, в тому числі вільного члена, коефіцієнтів, які характеризують лінійні, квадратичні ефекти і ефекти взаємодії факторів. Оцінювалася значущість коефіцієнтів регресії, яка пов'язана з побудовою довірчих інтервалів. Оскільки розглядалася нелінійна математична модель, то для коефіцієнтів регресії кожного виду визначався свій довірчий інтервал. Отримавши адекватне рівняння регресії його перетворюють, з заміною кодованих величин іменованими (фактичними), користуючись співвідношенням (1).

В результаті чого була отримана формула залежності ступеня подрібнення матеріалу від конструктивних параметрів подрібнювача:

$$i = 7,03 + 0,317Z + 0,225\psi - 0,537h - 0,003Z^2 - 0,004\psi^2 + 0,032h^2 - 0,011Z \cdot h \quad (2)$$

Крім того, рівняння регресії перетворювалося в канонічну форму, що дало можливість провести аналіз поверхні відгуку і полегшити пошук екстремума функції відгуку. Дослідження в цьому напрямку показало, що оптимальні значення конструктивних параметрів знаходяться в наступних інтервалах: кількість відбивних пластин на статорі 40...45 шт; кількість штифтів на роторі 24...48; зазор між штифтами ротора і відбивними пластинами статора 1...3 мм.

Ефективність роботи пропонованого ударно-сепараційного подрібнювача перевірялась у порівнянні з серійним зразком, а саме з дисмембратором ДМБ-250. У таблиці 2 наведені результати порівняльних випробувань, при яких подача подрібнювального матеріалу за годину складала 60 кг, лінійна швидкість ударних елементів роторів – 70 м/с, а розмір вихідних

часток був однаковий.

Таблиця 2. Порівняльні випробування подрібнювачів

Подрібнюваний матеріал	Ступінь подрібнення		Енерговитрати квт.год/кг		Відношення показників УСП до ДМБ-250	
	УСП	ДМБ-250	УСП	ДМБ-250	по ступеню подрібнення	по енерговитратам
Пісок кварцевий	8,70	4,56	0,0283	0,0222	1,91	1,27
Цукор	9,61	5,74	0,0197	0,0190	1,67	1,04
Казеїн	2,68	2,31	0,0292	0,0212	1,16	1,38

Особливу увагу потрібно звернути на показники роботи ударно-сепараційного подрібнювача при його роботі з цукром. Ці роботи широко проводяться в галузі переробки харчових продуктів. Результати досліджень показують, що збільшення ступіню подрібнення цукру на УСП, в порівнянні з ДМБ-250, в 1,67 раза приводить до збільшення енерговитрат всього в 1,04 раза.

Тобто застосування ударно-сепараційних подрібнювачів дасть можливість знизити енерговитрати виробництва.

Висновки. В результаті досліджень отримані оптимальні значення конструктивних параметрів ударно-сепараційного подрібнювача, проведені порівняльні випробування з серійним зразком і наведені їх результати.

Література.

1. Ревенко І.І. Механізація виробництва продукції тваринництва. /Ревенко І. І. – К., 1994-264 с.
2. Рожкова Т.К. Оборудование для приготовления кормов. / Рожкова Т.К. «Механизация и электрификация сельского хозяйства» – 1990. – № 5. – С. 29.
3. Гришко В.В., Перебийніс В.І., Рабштина В.М. /Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління), Гришко В.В., Перебийніс В.І., Рабштина В.М. -- Полтава, 1996. – 203 с.
4. Клейс І.Р., Ууэмыйз Х.Х., Кууекман А.И А.с. /Центробежная мельница. /Клейс І.Р., Ууэмыйз Х.Х., Кууекман А.И., а., с.797761/СССР/. – Оупбл. В Б.И., 1981, № 3.
5. Браславский А.В., Максимов Ф.Е., Рыбалко А.И., Макаров А.И., Агеенков А.Д.с. 1126321 /СССР/. Дистембратор/ Браславский А.В., Максимов Ф.Е., Рыбалко А.И., Макаров А.И., Агеенков А.Д. а., с. 1126321 /СССР/. Оупбл. В Б.И., 1984.
6. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М.,- Л.:Колос, 1980-168 с.

В результате исследований получены оптимальные значения конструктивных параметров ударно-сепарационного измельчителя проведенные сравнительные испытания с серийным образцом и приведены их результаты.

Optimum values of part specification of percussive-separative grinder, have been received as a result of researches. Comparative tests have been conducted with production sample and their results have been given too.

УДК 631.363 (075.8)

В.М. Комков, к.е.н., доцент, Сумський НАУ

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ КОРЕНЕБУЛЬБОМИЙОК У РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У роботі наведена методика оптимізації режимів роботи коренебульбомийок на операції миття коренів при їх приготування до годування тварин на фермах. Продуктивність мийок повинна відповідати виробничим умовам їх експлуатації з урахування основ теорії очищення кормів і зоотехнічних вимог до процесу. У якості прикладу наведені результати оптимізації продуктивно-