

УДК 621.9

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІ ЧАСТОТНОГО ДЕЗІНТЕГРАТОРА НАДТОНКОГО ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІНЕРАЛУ САПОНІТУ

Паламарчук І. П

Солона О. В

Цуркан О.В

Білик Д. А

Вінницький національний аграрний університет

Palamarchuk I.

Solona O.

Tzurkan O.

Biluk D.

Vinnitsia State Agrarian University

Анотація: в статті представлено експериментальний полічастотний дезінтегратор з комбінованим приводом (дебалансним та електромагнітним). Дезінтегратор має робочу камеру тороподібної форми, що виключає утворення застійних зон.

На основі експериментальних досліджень процесу подрібнення сапоніту, отримані залежності: швидкості транспортування робочих тіл від кута нахилу робочої камери, енерговитрат на нахил робочої камери від віброприскорення, інтенсивності помелу від частоти коливань робочої камери, а також визначені раціональні конструктивно-технологічні параметри процесу подрібнення.

Ключові слова: подрібнення, змішування, комбікорм, вібрація, дезінтегратор.

Вступ

Переробка сільськогосподарської сировини і виробництво продуктів харчування є одними із самих енергоємних технологічних процесів з підвищеними вимогами до якості кінцевого продукту. В даний час в переробних галузях АПК губиться до 40% сировини, спостерігається тенденція постійного росту енергетичної складової в собівартості продуктів харчування, яка сягає до 20%.

В умовах посиленої конкуренції на внутрішньому та зовнішньому ринках в зв'язку з гострою необхідністю економного використання енергоресурсів, впровадження ресурсозберігаючих технологій, що забезпечують скорочення енергоспоживання в поєднанні з заощадженням сировини й інших ресурсів, є визначальним фактором існування та розвитку як підприємств так і окремих галузей.

Передовою практикою та науковими дослідженнями встановлено, що переробка зерна на повноцінні комбікорми підвищує ефективність його використання на 25 — 30 %. Комбікорм — це складна однорідна суміш очищених і подрібнених до необхідної крупності різних кормових засобів і мікродобавок, що виробляється за науково обґрунтованими рецептами і забезпечує повноцінну годівлю тварин і птиці. При цьому підвищується продуктивність тварин і птиці, скорочуються строки їх відгодівлі і витрата кормів. Нині в

нашій країні велика кількість фуражного зерна згодовується тваринам просто у подрібненому стані, а не у вигляді збалансованих комбикормів.

Одним з перспективних напрямків в удосконаленні процесів виготовлення комбикормів, без яких неможливо забезпечити повноцінного раціону годівлі тварин та птиці, є створення апаратів з активними гідродинамічними режимами, в яких досягається значна інтенсифікація процесів, перш за все подрібнення, змішування. Активні гідродинамічні режими можуть бути досягнуті за рахунок застосування низькочастотних механічних коливань — вібрацій. Разом з цим недостатня експериментальна та теоретична база не дає змоги широкому впровадженню у виробництво прогресивного вібраційного обладнання, яке дозволяє значно знизити витрати енергетичних і матеріальних ресурсів є актуальною науково-прикладною проблемою.

Постановка задачі

Метою роботи є дослідження процесу подрібнення і змішування компонентів комбикормів, розробка ресурсозберігаючого вібраційного обладнання для реалізації запропонованих технологій та визначення основних режимів його роботи, які забезпечують підвищення кормових якостей кінцевої продукції.

Потреби в якісній сировині, а також економічно продиктована необхідність підвищення основних показників виробництва ставлять вимоги до створення нових технологій приготування комбикормів які враховували б фізико-хімічні, біологічні, кормові якості продукції, а також забезпечували б її подальше збереження. В першу чергу це стосується комбикормів з мікромінеральними добавками, зокрема, сапоніту, як основного фактора збагачення кормового раціону тварин та птиці збалансованими багатокомпонентними природними неорганічними компонентами. Розроблення енергоощадного високоефективного обладнання для виробництва збалансованих комбикормів є надзвичайно актуальною та загальнодержавною задачею.

З метою інтенсифікації процесу подрібнення мінеральних матеріалів запропонована схема вібраційного дезінтегратора, особливістю якої є використання тороїдальної робочої камери, що значно спрощує його конструкцію і виключає створення застійних зон. Вібрації камери здійснюються електромагнітним віброзбуджувачем, що дає можливість оперативного регулювання амплітуди, частоти і напрямку вібраційної дії в широких межах, що особливо важливо при проведенні експериментальних досліджень та використанні оброблюваної сировини з варіативними фізико-хімічними властивостями. Безперервний циркуляційний рух матеріалу разом з робочими тілами вздовж камери забезпечується комплексною дією вібрацій основного віброзбуджувача та зміною кута нахилу окремих ділянок камери з одночасним локальним вібруванням окремих зон робочої камери завдяки застосуванню чотирьох електромагнітних турбулізаторів, комутація яких здійснюється по гнучкій заданій програмі.

Принципова схема запропонованого вібраційного млина приведена на рис. 1.

Робочий орган експериментального полічастотного дезінтегратора (ЕПД) складається з тороподібної камери 1 яка встановлена на пружних опорах 2,3,4,5. Камера 1 заповнена сипким середовищем 6 та робочими тілами 7. У нижній частині камера має розвантажувальну решітку 8. У верхній частині камера з'єднана з завантажувальним пристроєм 9.

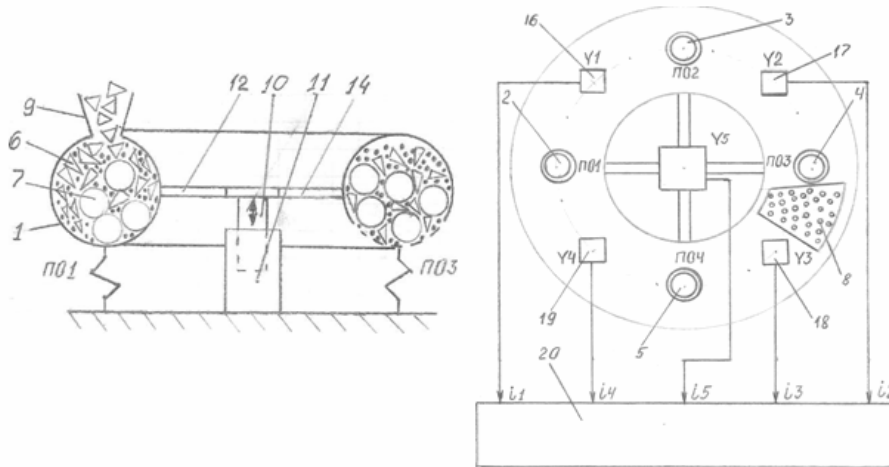


Рис. 1. Принципова схема ЕПД з електромагнітними турбулізаторами завантаження та варіативним програмованим нахилом камери

Якір 10 електромагнітного віброзбуджувача 11, розміщеного знизу в центральній вісі симетрії камери, з'єднано з чотирма симетричними радіальними траверсами 12,13,14,15, які нерухомо з'єднані з корпусом камери 1. Чотири електромагніти варіативного нахилу камери 1 - 16,17,18,19 установлено симетрично з можливістю рухомого контакту з нижньою частиною камери. Електричні струми, що утворюються в електромагнітах, з можливістю задання амплітуди, частоти та програми послідовності комутації, генеруються електронним комутатором струмів електромагнітів 20, функціональна схема якого приведена на рис. 2.

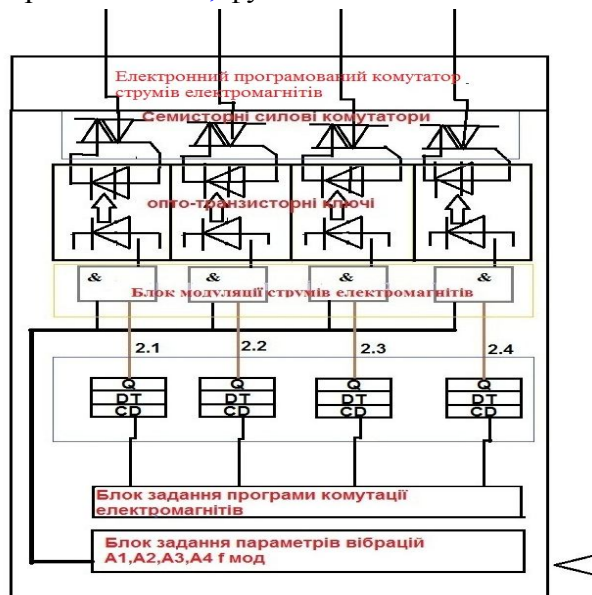


Рис. 2. Функціональна схема пристрою комутації струмів електромагнітів нахилу камери ЕПД

Пристрій забезпечує програмоване ввімкнення електромагнітів віброзбуджувача, що спричиняє відповідний нахил днища камери і тим самим визначає інтенсивність подрібнення продукції, час її перебування в камері, транспортування та розвантаження. Під час просторово-циркуляційного руху сипкого завантаження 6,7, перебуваючи у вібраційному полі камери 1, ті елементи сипкого середовища 6, котрі менші за технологічно

необхідний розмір, зумовлений параметрами решітки 8, виходять із замкненого циклу ЕПД через отвори решітки 8 як готовий мілкодисперстний матеріал.



Рис. 3. Еп'юри струмів електромагнітів варіативного нахилу днища та струмів електромагнітного вібробуджувача

Програма комутації струмів електромагнітів (рис. 3.) здійснюється на основі 4-х D-тригерів.

Різні комбінації керуючих сигналів отримані завдяки введенню позитивних зворотніх зв'язків з виходів тригерів Q і Q на входи через багатопозиційний перемикач та логічний елемент «Вимикаюче або». Тривалість ввімкнення електромагнітів задається тактовим генератором, реалізованим двох логічних елементів «Вимикаюче або». Керування силовими семисторними ключами здійснюється за допомогою оптотранзисторних ключів, що забезпечує гальванічну розв'язку схеми керування та силового блоку. Передбачено окреме регулювання амплітуди вібрацій для кожного з електромагнітів Y1-Y4.

Вимірювання основних параметрів процесу (споживаної потужності, амплітуди, частоти, віброприскорення і вібропереміщення), а також автоматичне задання програми комутації електромагнітів, забезпечується відповідним мікроконтролем пристроєм (рис. 4.).

Основою пристрою є мікроконтролер типу ATMEGA-16U, завдяки розробленому програмному забезпеченню(мова ANSIC) проводить вимірювання параметрів вібрацій з застосуванням сенсора-перетворювача LiS302DL). Дані представляються у графічному вигляді по трьох координатах, передбачено збереження даних.

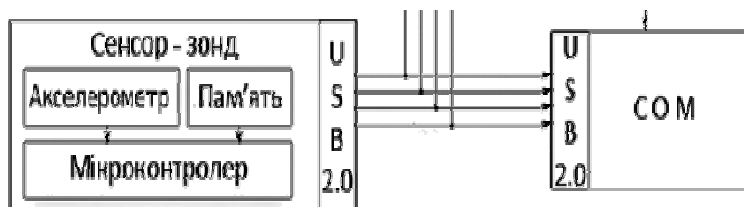


Рис. 4. Блок-схема мікроконтролерного автономного вимірювача віброприскорень і вібропереміщень

На основі проведеного аналітичного огляду існуючих способів вібраційного помелу було розроблено принципову схему(рис. 1) та виготовлено дослідний зразок вібраційного млина та вимірювально-регулювальне обладнання (рис. 5)

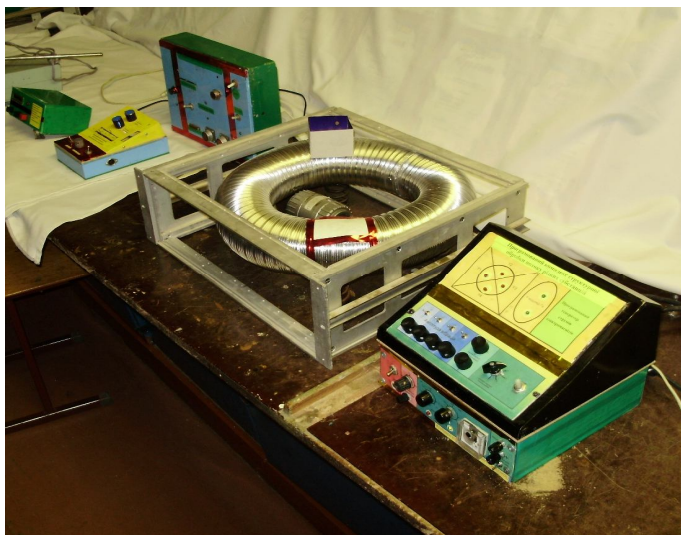


Рис. 5. Розроблений енергоощадний полічастотний дезінтеграційний комплекс

З метою визначення основних конструктивних параметрів комплексу та режимних характеристик процесу помелу були проведенні експериментальні дослідження, результати яких приведені на (Рис. 6-10.)

Технологічні випробування дослідно-промислового зразка комплексу проводились для помелу перспективного мінерального компонента для приготування комбикормів – сапоніту.

Було проведено дослідження динамічних та режимних параметрів процесу подрібнення



Рис. 6. Динаміка процесу вібраційного дрібнення та змішування в робочій камері полічастотного дезінтегратора: робочі тіла та оброблювані мінеральні компоненти збалансованих комбикормів

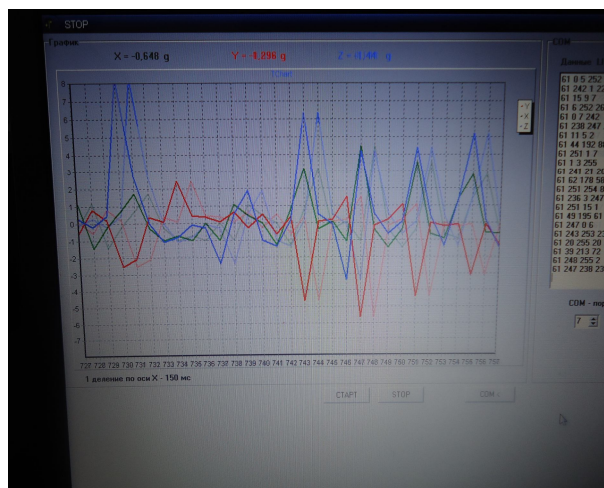


Рис. 7. Тримірні (X,Y,Z) траєкторії руху характерних точок робочої камери полічастотного дезінтегратора, отримані на екрані монітора з застосуванням розробленого мікроконтролерного акселерометра

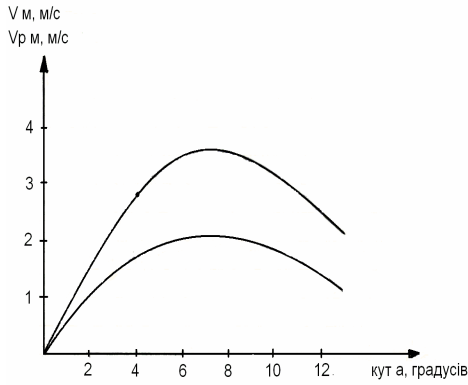


Рис. 8. Залежність швидкості транспортування: 1 – робочих тіл; 2 – матеріалу від кута нахилу камери помелу при тонині помелу – 25%, ситі №0,09

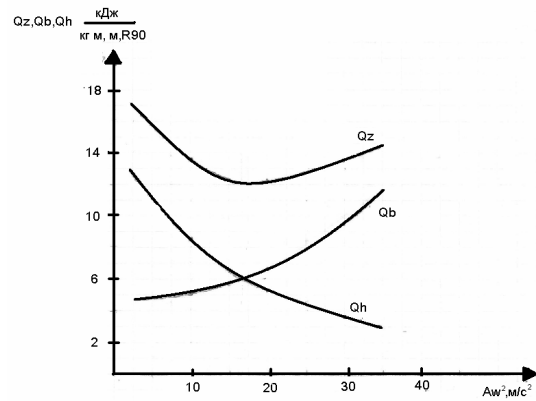


Рис. 9. Залежність енерговитрат на нахил помельної камери, вібрації, сумарних витрат від віброприскорення при тонині помелу – 25%, ситі №0,09

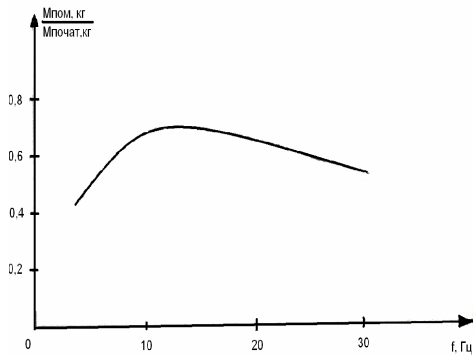


Рис. 10. Залежність інтенсивності помелу від частоти вібрацій камери помелу при тонині помелу – 25%, ситі №0,09.

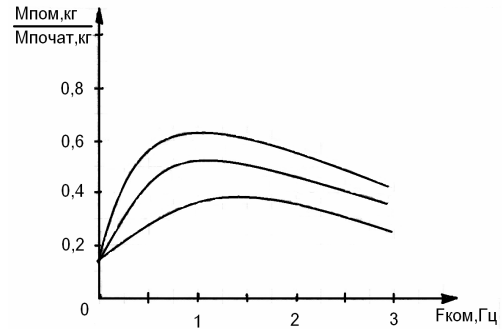


Рис. 11. Залежність інтенсивності помелу матеріалу від частоти комутації кута нахилу помельної камери при різних значеннях частоти вібрацій помельної камери: 1 – 7 Гц; 2 – 12 Гц; 3 – 15 Гц при тонині помелу – 25%, ситі №0,09

Також були проведені дослідження енергетичних параметрів різних способів подрібнення (рис. 12)

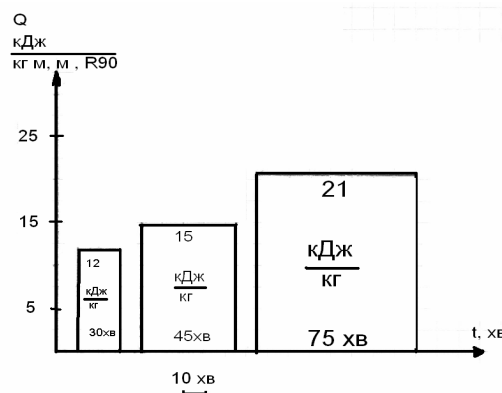


Рис. 12. Енерговитрати на помел при різних технологічних режимах: 1 – з вібраціями і варіативним нахилом помельної камери; 2 – з вібраціями помельної камери; 3 - існуючий спосіб помелу з застосуванням шарових барабанних млинів при тонині помелу – 25%, ситі №0,09

Таблиця 1

Раціональні конструктивно-технологічні параметри процесу

Кут нахилу днища помельної камери, град	7
Віброприскорення, м/с ²	16
Швидкість транспортування робочих тіл, см/с	3,7
Частота комутації кута нахилу помельної камери, Гц	0,7
Амплітуда вібрацій помельної камери, мм	2,5
Частота вібрацій помельної камери, Гц	12
Питомі витрати енергії на вібротранспортування робочих тіл, кДж/кг	40
Питомі витрати енергії на помел матеріалу, кДж/кг	11, 5

Висновки

Застосування розробленої технології та відповідного енергоощадного обладнання забезпечує можливість отримання надмілких фракцій особливо цінної кормової мікроелементної добавки – сапоніту та дозованого її введення в склад комбікормової суміші з заданою ступінню неоднорідності.

Порівняно з існуючим обладнанням питомі енергозатрати розробленого ЕПД знижуються в 1,8 раз.

Принциповою відмінністю розробленого ЕПД є надання руху завантаження (мелючих тіл і матеріалу) спіральної траєкторії за рахунок комплексної дії трьох динамічних чинників: основного дебалансного вібробудувача, який забезпечує вібрації центральній частині робочої камери, чотирьох електромагнітних турбулізаторів, які забезпечують одночасно програмований нахил та додаткові вібрації локальних ділянок робочої камери, що виключає утворення застійних зон та дозволяє значно інтенсифікувати процес.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити основні раціональні параметри процесу подрібнення: кут нахилу днища камери - 7 град; віброприскорення - 16 м/с²; швидкість транспортування робочих тіл – 3,7 м/с; частота вібрацій та комутації кута нахилу помельної камери - 12 Гц і 0,7 Гц відповідно.

Список літератури

1. Іскович-Лотоцький Р.Д. Дослідження привідних характеристик віброзмішувача/ Р.Д. Іскович-Лотоцьки, Л.В. Ярошенко., М.П. Берник // Вібрації в техніці та технологіях – 1996. - №3
2. Членов В.А. Виброкопючий слой/ В.А. Членов, Н.В. Михайло. в– М. : Наука, 1972. -341с.
3. Пат. 87776 А Україна, В65G27/00. Спосіб керування роботою адаптивних вібраційних технологічних машин. Серета Л.П., Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. (Україна). -№ а200803685; Опубл. 10.08.2009; Бюл. № 15.
4. Чубик Р.В. Метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин / Р.В.Чубик, Л.В. Ярошенко// Вібрації в техніці та технологіях. - 2008. - № 2(51) .- С. 57-60.
5. Блехман И.И. Вибрационная механика/ И.И. Блехман - М.: Физматлит, 1994. - 400 с.

Spisok literatury

1. Iskovich - Lotots'kyi R.D. Doslidzhennya pryvidnykh kharakterystyk vibrozmyshuvacha / R.D. Iskovich - Lotots'kyi, L.V. Yaroshenko., M.P. Bernyk // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh - 1996. - № 3

2. Chlenov V.A. *Vibrokipyashchiy sloy* / V.A. Chlenov, N.V.Mikhaylo. v- M.: Nauka, 1972. - 341s.
3. Pat. 87776 A Ukraïna, B65G27/00. *Sposob Keruvannya robotom adaptivnym vibratsiynikh tekhnolohichnykh mashyn*. Sereda L.P., Chubyk R.V., Yaroshenko L.V. (Ukraïna). - № a200803685; Opubl. 10.08.2009; Byul. № 15.
4. Chubyk R.V. *Metod stabilizatsii tekhnolohichno optimal'nykh parametriv vibratsiynoho polya adaptivnym vibratsiynikh tekhnolohichnykh mashyn* / R.V.Chubik, L.V. Yaroshenko // *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh*. - 2008. - № 2 (51). - S. 57-60.
5. Blekhtman I.I. *Vibratsionnaya mekhanika* / I.I. Blekhtman - M.: Fizmatlit, 1994. - 400 s.

EXPERIMENTAL RESEARCH FIELD FREQUENCY DISINTEGRATOR ULTRAFINE GRINDING AND MIXING FODDER USING MINERALS SAPONITE

Summari: *this paper presents an experimental polyfrequency disintegrator with a combined drive (unbalanced and electromagnetic). Disintegrator is working chamber toropodibnoyi form that prevents the formation of stagnant hon.*

Based on research ekperementalnyh grinding process saponite derived relationship: speed transport bodies working on the angle of the working chamber of energy for the slope of the working chamber of the acceleration, the intensity of grinding on the frequency of oscillation of the working chamber, and by rational design and technological parameters of grinding.

Keywords: *grinding, mixing, feed, vibration, disintegrator.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЕ ЧАСТОТНОГО ДЕЗИНТЕГРАТОРА СВЕРХТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНЕРАЛОВ САПОНИТОВ

Аннотация: *в статье представлены экспериментальные поличастотных дезинтегратор с комбинированным приводом (дебалансных и электромагнитным). Дезинтегратор имеет рабочую камеру торообразной формы, исключает образование застойных хон.*

На основе екперементаьных исследований процесса измельчения сапонита, получены зависимости: скорости транспортировки рабочих тел от угла наклона рабочей камеры, энергозатрат на наклон рабочей камеры от виброускорения, интенсивности помола от частоты колебаний рабочей камеры, а также определены рациональные конструктивно-технологические параметры процесса измельчения.

Ключевые слова: *измельчение, смешивание, комбикорм, вибрация, дезинтегратор.*