УДК 532.54

РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНІ АПАРАТИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ РІДКИХ ЗЕРНОВИХ КОРМІВ

В. Г. Горобець, доктор технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

О. М. Ободович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Інститут технічної теплофізики НАН України

В. І. Троханяк, кандидат технічних наук, доцент

А .О. Сердюк, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E–mail: gorobetsv@ukr.net

Анотація. *В існуючих апаратах для приготування кормів застосовуються методи подрібнення зерна та інших складових кормової суміші у молоткових дробарках, що потребує значних витрат механічної (електричної) енергії.*

Тому необхідна розробка апаратів з високим ступенем впливу на оброблюване середовище, що збільшує продуктивність і знижує енерговитрати в технологічних процесах. До таких апаратів відносять роторно-пульсацій апарати, принцип роботи яких заснований на методі дискретно-імпульсного вводу енергії. Основою цього методу є багатофакторний вплив на оброблюване рідке гомогенне або гетерогенне середовище, що полягає в пульсаціях тиску, зміни швидкості потоку рідини, інтенсивної кавітації, розвиненої турбулентності, жорсткому кумулятивному впливу, а також високих зсувних зусиллях.

Мета дослідження - проведення комплексного аналізу кінематичних і динамічних характеристик та встановлення особливостей дискретно-імпульсного вводу енергії при диспергуванні зерноводяних сумішей в роторно-пульсаційному апараті і розробка на цій основі енергозберігаючої технології та обладнання для приготування рідких зернових кормів.

Проведено чисельне і експериментальне дослідження процесів тепло- і масопереносу в роторно-пульсаційних апаратах для приготування рідких зернових кормів. Отримано основні гідравлічні і теплові характеристики таких апаратів та визначено їх геометричні характеристики. Розроблено та виготовлено дослідно-експериментальні зразки апарату для прямокутної та круглої форми отворів у системі ротор-статор. Проведені експериментальні дослідження таких характеристик, як гранулометричний склад зернової кормової суміші, споживану потужність при виготовленні корму та зміну температури водозернової суміші в процесі її обробки.

Ключові слова: ***роторно-пульсаційний апарат, дискретно-імпульсний ввід енергії, чисельне моделювання, гранулометричний склад, споживана потужність, температура***

Актуальність. Тваринництво є однією з найважливіших галузей сільського господарства як в Україні, так і в інших країнах світу, що забезпечує населення продуктами харчування. У сучасних умовах розвитку тваринницької галузі проявляється зростаюча потреба у високоякісних кормах. Особливе місце в раціонах тварин займають зернові інгредієнти, які є концентрованими джерелами поживних і біологічно активних речовин. Згодовування повнораціонного комбікорму, збалансованого за основними елементами живлення, мікроелементам і вітамінам, на 25-30 % ефективніше монокорму [1-6], приготовленого з однієї культури зернофуражу, що обумовлює не тільки повноцінний ріст і продуктивність тварини, але і мінімальну витрату кормів на одиницю одержуваної продукції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У літературі [7-12] представлені різні методи подрібнення речовин. В існуючих апаратах для приготування кормів застосовуються методи подрібнення зерна та інших складових кормової суміші у молоткових дробарках. При цьому утворюється суха кормова суміш, яка використовується для годівлі тварин (великої рогатої худоби, свиней, овець, тощо). Використання молоткового подрібнення зернових кормів потребує значних витрат механічної (електричної) енергії. Отриманий сухий корм не є оптимальним з точки зору якості корму, особливо при вирощуванні свиней, а також молодняка великої рогатої худоби, овець, тощо. В останньому випадку більш якісним і продуктивним є рідкий корм. При приготуванні рідких кормів традиційними методами в зимовий період року необхідно використовувати додаткове устаткування та витрачати енергію для підігріву рідкого корму.

Останнім часом розроблені апарати для приготування рідких кормових сумішей типу АКГСМ «Мрія» [13]. Принцип роботи таких апаратів полягає у подрібненні твердих складових корму (зерна, преміксів, вітамінів) у водному середовищі з використання дисків з жорнами, що складаються із двох пластин статора і ротора, який обертається зі швидкістю до 3000 об/хв.

Виходячи з вищенаведеного, актуальним є розробка нового енергозберігаючого устаткування для приготування рідких кормів високої якості при мінімальних економічних витратах на його приготування.

Нині перспективним напрямком є розробка високоефективних апаратів з багатофакторним впливом. Розробка апаратів з високим ступенем впливу на оброблюване середовище є основою підвищення якості продукції, що в свою чергу тягне за собою збільшення продуктивності і зниження енерговитрат на проведення технологічних процесів. До таких апаратів відносять роторно-пульсацій апарати (РПА), принцип роботи яких заснований на методі дискретно-імпульсного вводу енергії (ДІВЕ). Основою цього методу є багатофакторний вплив на оброблюване рідке гомогенне або гетерогенне середовище, що полягає в пульсаціях тиску, зміни швидкості потоку рідини, інтенсивної кавітації, розвиненої турбулентності, жорсткому кумулятивному впливу, а також високих зсувних зусиллях. За рахунок таких впливів досягаються більші значення щільності гідродинамічної і гідроакустичної енергії, а також локалізується значна потужність у потоці оброблюваної рідини в результаті малих інтервалів часу впливу на неї. У зв'язку з цим для інтенсифікації процесів представляє інтерес дослідження впливу перерахованих вище ефектів на оброблюване середовище.

Широке застосування технологія ДІВЕ набула для обробки гомогенних і гетерогенних сумішей, яка реалізується в РПА для приготування продуктів дитячого харчування, соєвих паст, медичних препаратів, тощо. Принцип ДІВЕ для обробки рідких зернових сумішей полягає у використанні ротора і статора циліндричної форми, що мають прорізі різної форми. Швидкість обертання ротора може складати 3000-5000 об/хв. При співпаданні отворів на роторі і статорі відбувається подрібнення зерна, що попадає в ці отвори. Процеси супроводжуються інтенсивним перемішуванням компонентів, що входять у оброблювану суміш, кавітаційними процесами з перетворенням механічної енергії в теплову, що призводить до нагрівання кормової суміші та іншими гідродинамічними і тепловими процесами. Витрати енергії при використанні таких методів вводу енергії суттєво менші порівняно з традиційними методами приготування кормів. Тому є актуальною

розробка нового типу апарата, який при приготуванні кормових сумішей має переваги за енергетичними та якіснимь показникам корму.

Мета дослідження - проведення комплексного аналізу кінематичних і динамічних характеристик та встановлення особливостей дискретно-імпульсного вводу енергії при диспергуванні зерноводяних сумішей в роторно-пульсаційному апараті і розробка на цій основі енергозберігаючої технології та обладнання для приготування рідких зернових кормів.

Матеріали та методи дослідження. Загальна схема і основні елементи РПА для приготування рідких зернових кормів представлені на рис. 1,2. Така установка (рис. 2) складається з електричного привода (1), переробної камери (2), патрубка для подачі води до переробної камери (3), бункера (4), патрубка для повторної подачі суміші в бункер (5), вихідного патрубка для виводу готової суміші з установки (6), кришки (7) та опорної арматури (8).

Роторно-пульсаційний апарат для приготування рідких кормів працює так (рис. 2): спочатку через вхідний патрубок (3) переробна камера наповнюється водою до певного рівня, а потім до бункера (4) подається необхідна кількість зерна. Після подачі зерна запускається електричний привод (1) апарата і зерно разом з водою надходить до переробної камери (2), де воно подрібнюється між радіальними отворами рухомого ротора та радіальними отворами (пазами) нерухомого статора. Потім подрібнена суміш за допомогою вихідного патрубка (5) подається в бункер, а після нього знову повертається до переробної камери (2) для більшого подрібнення та кращого розчинення мілких зернових фракцій. РПА оснащений миттєвою системою виводу готового продукту з установки за допомогою відповідного патрубка (6). Кормова суміш підігрівається за рахунок процесів кавітації, турбулізації та інших процесів в рідинній зерновій суміші між пазами ротора та статора при переробці такої суміші. Тривалість процесу переробки зерна залежить від кількості необхідного корму та необхідних розмірів фракцій для певного виду сільськогосподарських тварин.

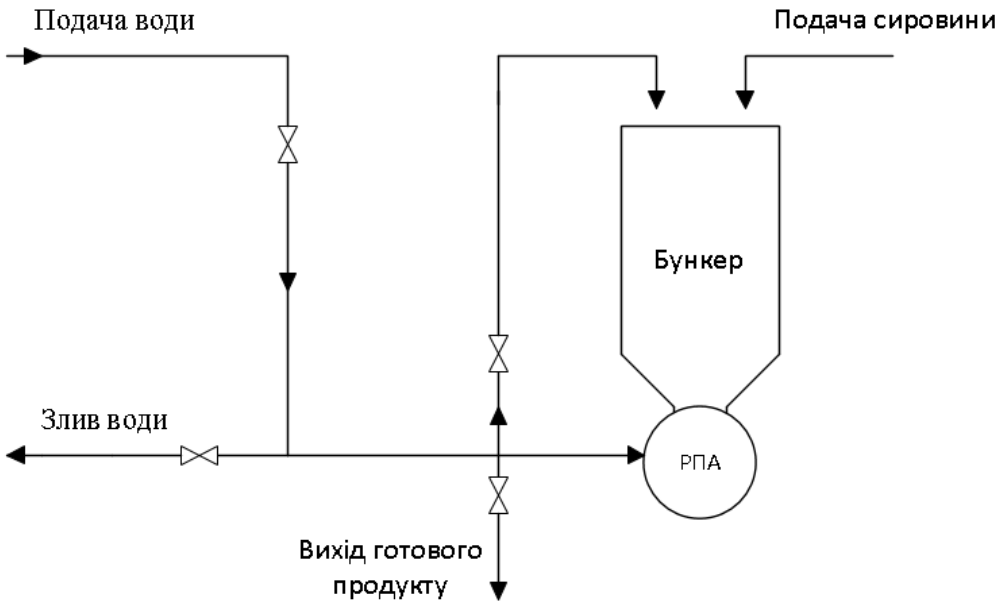


Рис. 1. Схема функціонування роторно-пульсаційного апарату

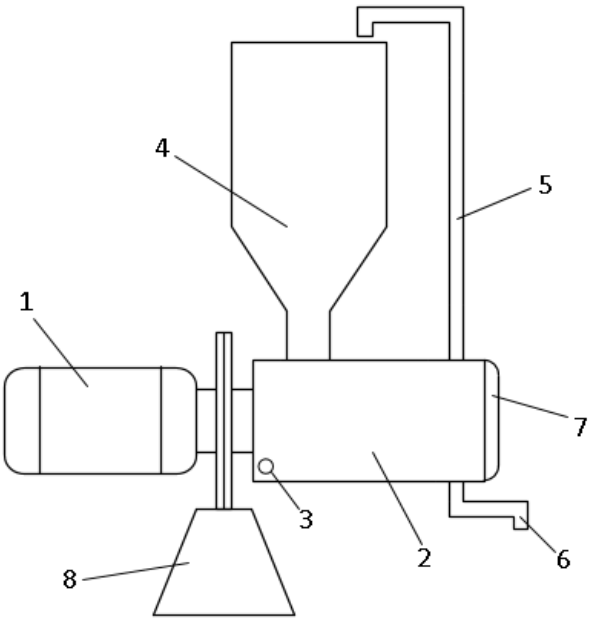


Рис. 2. Загальна схема РПА для приготування рідких зернових кормів.

Була розроблена загальна конструкція робочої камери РПА. На рис. 3 представлені два типи модифікацій такої камери, яка має прямокутні (а) і круглі (б) отвори в системі ротор-статор.

а *б*

Рис. 3. Загальний вигляд ротора і статора з використанням творів прямокутної (*а*) і циліндричної (*б*) форми

Результати досліджень та їх обговорення. Розроблена математична модель і проведено чисельне моделювання процесів гідродинаміки і теплопереносу в робочій камері РПА. Рух в'язкої рідини описується системою рівнянь, яка включає рівняння нерозривності і рівняння збереження кількості руху в проекціях на осі координат. Якщо рух середовища супроводжується теплопереносом, до системи названих рівнянь додається рівняння збереження енергії. В основі математичної моделі лежать рівняння Нав'є-Стокса і рівняння переносу енергії для конвективних течій. У розрахунках застосована стандартна модель турбулентності k-ε [14].

При чисельному моделюванні використовувався пакет прикладних програм ANSYS FLUENT. Для побудови сітки 3D використаний метод кінцевих елементів ANSYS Meshing. На рис.4 зображено побудовану сітку робочої камери РПА з прямокутною формою отворів у системі ротор-статор. Максимальний розмір сітки по всьому об'єму не перевищує $1 \cdot 10^{-3}$ м.

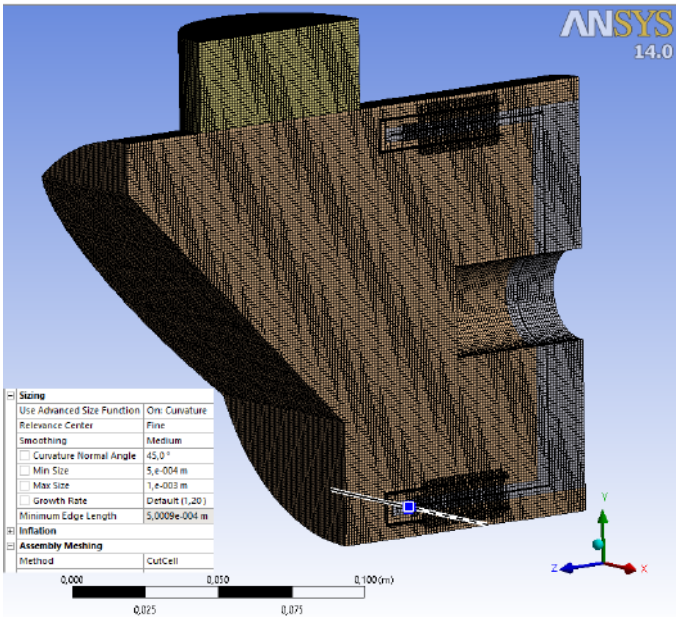
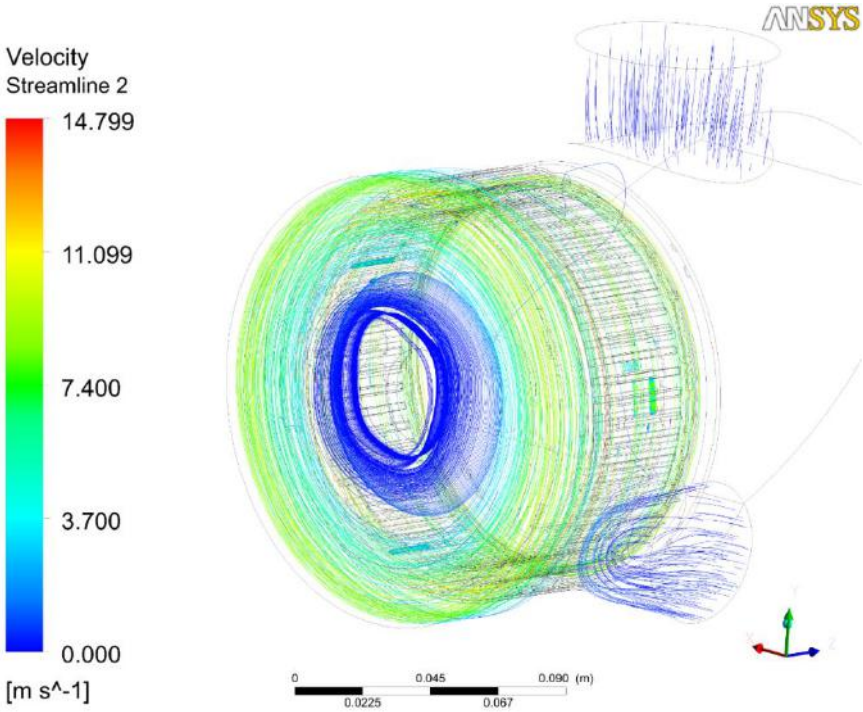
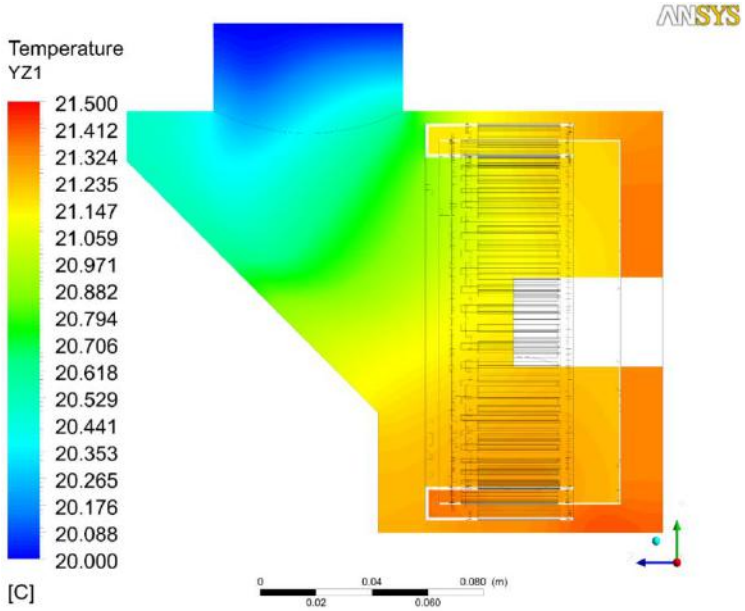


Рис. 4. Результат побудованої сітки в повздовжньому перерізі YZ

У результаті чисельних розрахунків в пакеті прикладних програм ANSYS FLUENT отримано всі динамічні і термічні характеристики рідкої кормової суміші при проходженні її через систему ротор-статор. Деякі результати розрахунків представлені на рис. 5.



а



б

Рис. 5. Розподіл швидкостей в робочій камері РПА (*а*) і температур в поперечному перерізі камери (*б*) при приготуванні зернової кормової суміші

Як показують розрахунки та проведений аналіз розподілу тисків, максимальний приріст тиску в потоці кормової суміші спостерігається в областях, що знаходяться між ротором і статором. У цих областях приріст тиску може складати 55 кПа порівняно з тиском на вході в канал. Це свідчить про значний вплив в'язкості суміші на зміну тиску в каналах ротор-статор, що супроводжується перетворенням кінетичної енергії обертання ротора в теплову енергію кормової суміші.

На рис. 5, *а* наведені розподіли швидкостей в каналах робочої ділянки в системі ротор-статор. Максимальні значення швидкості потоку кормової суміші спостерігаються в каналах між ротором і статором, де ці значення можуть перевищувати 7 м/с. При виході рідини з каналу ротор-статор утворюються області завихрення потоку, що турбулізує течію в каналах та призводить до інтенсивного перемішування зернової суміші. У результаті утворюється гомогенна кормова зернова суміш.

Процеси турбулізації і кавітації в потоці гетерогенної суміші призводять до перетворення кінетичної енергії руху рідини в теплову енергію і підвищення температури такої суміші. При цьому за один цикл обробки температура суміші

підвищується на 1 – 1,5 ^{0}С (рис. 5. *б*). При проходженні зернової суміші через систему ротор-статор протягом 20-30 циклів обробки температура суміші підвищується на 20-40 ^{0}С.

Базуючись на результатах чисельного моделювання процесів тепло- і масопереносу в робочій камері РПА, було вибрано розміри ротора і статора, які необхідно виготовити для експериментального зразка РПА.

Розроблені експериментальні установки РПА для приготування рідких зернових кормів з використанням робочих камер, які мають прямокутні (рис. 6, *а*) і круглі (рис. 6, *б*) форми отворів.

б

а

Рис. 6. Експериментальні зразки РПА для приготування рідких зернових кормів з використанням прямокутної (*а*) і круглої (*б*) форми отворів в робочій камері системи ротор-статор

Загальна схема експериментальної установки представлена на рис. 7.

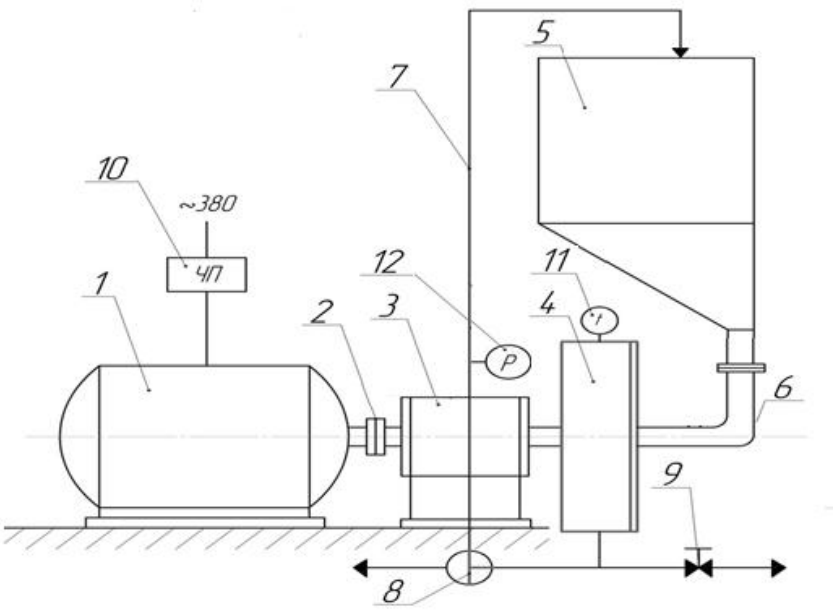


Рис. 7. Принципова схема експериментальної установки:

1 – електричний двигун; 2 – муфта; 3 – підшипниковий вузол; 4 – РПА; 5 – приймальний бункер для зернової суміші; 6 – трубопровід; 7 – трубопровід рециркуляції; 8 – триходовий кран; 9 – регулюючий кульковий кран; 10 – частотний перетворювач;11 – біметалічний термометр; 12 – манометр

Розроблена експериментальна установка, яка забезпечує високу ефективність тепломасообмінних процесів: диспергування, перемішування, нагрівання; здатність витримувати робочі напруги; герметичність роз'ємних та нероз'ємних (зварних) з'єднань; безпеку і відповідність санітарним нормам; зручність і надійність обслуговування і ремонту.

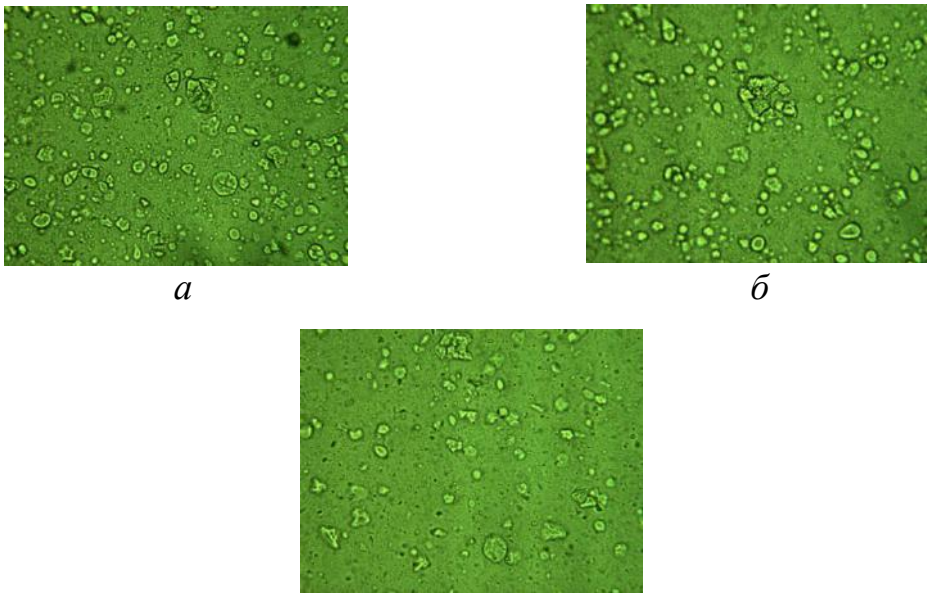
У процесі експериментальних досліджень змінювались такі параметри зернової суміші, як процентне співвідношення зернової і водяної фракції відповідно із величиною 10 %, 30 % і 50 % зернової фракції. Як зерновий компонент використовувалась такі зернові культури: пшениця, жито, ячмінь, кукурудза. Швидкість обертання ротора регулювалась частотним перетворювачем і змінювалась від 2880 до 5000 об/хв.

У процесі експериментальних досліджень проводилось вимірювання такого параметра, як гранулометричний склад кормової суміші, причому

використовувались два методи вимірювань – за допомогою електронного оптичного мікроскопа SIGETA MB-202 і використовуючи метод сит із стандартним набором отворів 2,5 мм, 1,25 мм, 0,63 мм, 0,315 мм і 0,16 мм.

У процесі експериментальних досліджень за допомогою термопар, які знаходились в трубчатих каналах подачі кормової суміші, визначалась температура кормової суміші в процесі її обробки. В'язкість кормової суміші визначалась з використання приладу «Реотест-2», який складається з віскозиметра і вимірювального пристрою. Крім того, проводились вимірювання залежності споживаної потужності від швидкості потоку і вмісту твердої фази в оброблюваному середовищі.

Деякі результати досліджень представлені на рис. 7-9.



а *б* *в*

Рис. 7. Фотографії зразків рідкої зернової суміші в різні моменти часу:
а – 9 хв, б – 15 хв, *в* – 24 хв

На рис. 8 представлена залежність середнього розміру часток гранулометричного складу суміші від кількості циклів обробки, яка отримана при використанні робочої камери з круглими отворами.

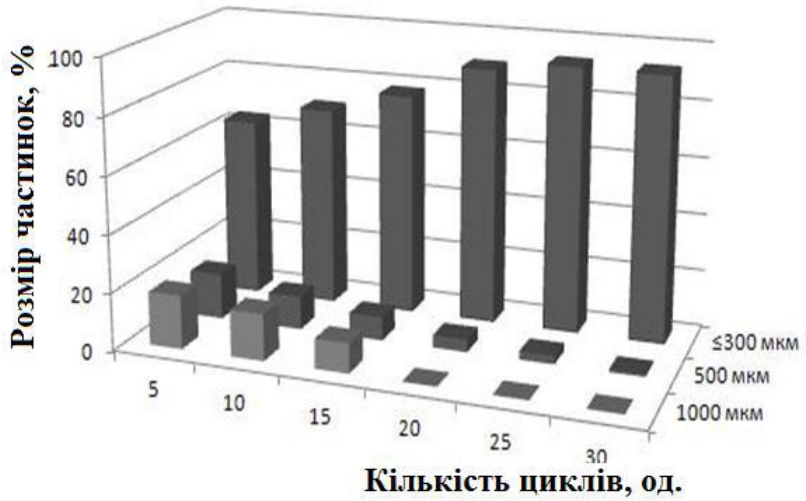


Рис. 8. Залежність середнього гранулометричного складу суміші від кількості циклів обробки

У таблиці представлені результати вимірювання споживаної потужності від швидкості потоку і вмісту твердої фази в оброблюваній кормовій суміші. \

Залежність споживаної потужності від швидкості потоку і вмісту твердої фази в оброблюваному середовищі

Швидкість потоку, м/с	Вміст твердої фази, %	Споживана потужність, кВт/год
10	10	1,2
30		1,7
50		2,1
70		3,0
10	30	1,9
30		2,6
50		3,0
70		3,9
10	50	2,5
30		3,8
50		4,4
70		4,7

З таблиці випливає, що при збільшенні вмісту твердої фази в середовищі від 10 до 50 % споживана потужність збільшується. Так, при постійній швидкості 50 м/с

потужність збільшується від 2,1 до 4,4 кВт. При постійному вмісті твердої фази 50 % і збільшенні швидкості потоку рідини від 10 до70 м/с споживана потужність зростає від 2,5 до 4,7 кВт.

На рис. 9 представлені залежності температури оброблюваної зерноводяної суміші від часу обробки, які отримані експериментальним шляхом і при чисельному моделюванні досліджуваних процесів. Похибка, отримана при чисельних розрахунках не перевищує 20 %.

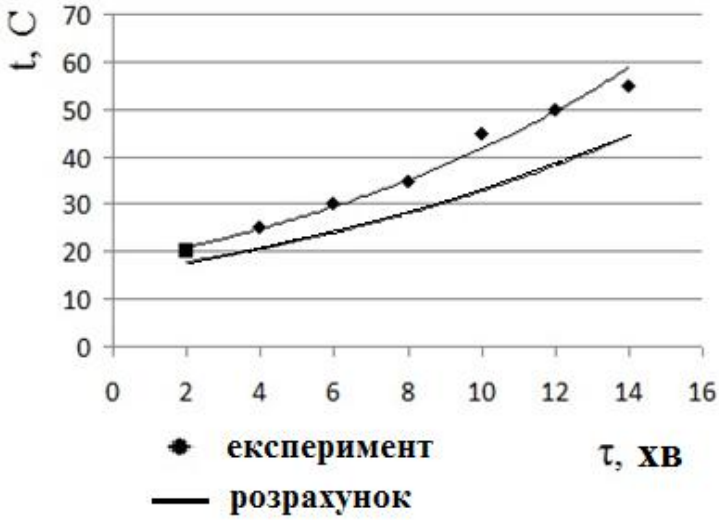


Рис. 9. Залежність температури оброблюваної суміші від швидкості потоку і часу обробки

Аналіз результатів чисельного моделювання і експериментальних досліджень показує, що для отримання водозернової кормової суміші необхідна кількість циклів її обробки складає від 15 до 25 циклів і залежить від типу зерна і процентного вмісту зерна в кормовій суміші. При цьому середній розмір часток зерна повинен складати близько 200-300 мкм, при якому засвоюваність кормової суміші свійською худобою буде найкращою.

Висновки і перспективи.

1. Запропоновано нову конструкцію роторно-пульсаційного апарату для приготування рідких зернових кормів, яка базується на використанні дискретно-

імпульсних методів вводу енергії, що супроводжується турбулізацією, кавітацією потоку оброблюваної суміші,

2. Проведено чисельне моделювання процесів тепло- і масопереносу в робочій камері з використання прямокутних отворів в системі ротор-статор. Знайдені поля швидкостей, тисків і температур у робочій камері. Показано, що в процесі обробки водозернової суміші її температура за один цикл обробки підвищується на 1-1,5 ^{0}С.

3. Розроблено нову конструкцію та виготовлено експериментальний зразок роторно-пульсаційного апарату для приготування рідких зернових кормів, який базується на дискретно-імпульсному вводі енергії під час приготування кормових сумішей. У результаті експериментальних досліджень отримано основні характеристики кормової суміші, такі як продуктивність і тривалість процесу приготування, середній розмір подрібнених часток зерна, температура, споживана потужність для отримання одиниці об'єму корму.

Список використаних джерел

1. Ібатуллін І. І., Мельничук Д. О., Богданов Г. О. та ін. Годівля сільськогосподарських тварин. Київ, 2006. 444 с.

2. Ібатуллін І. І., Мельник Ю. Ф., Отченашко В. В. та ін. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Київ, 2014. 422 с.

3. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Ч. I. М.: Знание, 2003. 399 с.

4. Хохрин С. Н. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 2004. 692 с.

5. Сабиев У. К. Интенсификация технологических процессов приготовления комбикормов в условиях сельскохозяйственных предприятий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. Барнаул, 2012. 43 с.

6. Глебов Л. А., Демский А. Б., Веденьев В. Ф., Темиров М. М., Огурцов Ю.М. Технологическое оборудование предприятий отрасли (зерноперерабатывающие предприятия). Ч.1. Ч.3. М.: ДеЛи принт, 2006. 816 с.

7. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. М.: Химия, 1977. 367 с.

8. Malzig G., Their B. Grinding and homogenizing. Cem. Hozmigon. 1986. Vol. 57, № 634. P. 817-842.

9. Ходоков Г. С. Физика измельчения. М.: Наука, 1972. 307 с.

10. Новиков Е. Д. и др. Специальное технологическое оборудование химико-фармацевтической промыщленности. М.: ЦЕНТИМДПРОМ, 1974. 389 с.

11. Чуешов В. И., Зайцев А. И., Шебанова С. Т. Промышленная технология лекарств. Харьков: Основа. Издательство УкрФа, 1999. Т.2. 557 с.

12. Новиков В.С. Импульсные процессы переноса в гетерогенных системах: Обзор. Промышленная теплотехника. 1990. Т.12, № 2. С. 23 – 39.

13. Кормоагрегаты компании "Мрия". Режим доступа: http://agroagregat.com/nasha-produktsiya/kormoagregaty

14. Launder B. E., Spalding D. B. Lectures in Mathematical Models of Turbulence. London: Academic Press, 1972.

References

1. Ibatullinm, I. I., Melnychuk, D. O., Bohdanov, H. O. (2006). Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn [Feeding of farm animals]. Kyiv, 444.

2. Ibatullin, I. I., Melnyk, Yu. F., Otchenashko, V. V. (2014). Praktykum z hodivli silskohospodarskykh tvaryn [Workshop on feeding of farm animals.]. Kyiv, 422.

3. Kalashnikov, A. P. (2003). Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh. [Rates and rations for feeding farm animals. Ch. I. Moskow: Znaniye, 399.

4. Khokhrin, S. N. (2004). Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Feeding of farm animals]. Moskow: Kolos, 692.

5. Sabiyev, U. K. (2012). Intensifikatsiya tekhnologicheskikh protsessov prigotovleniya kombikormov v usloviyakh sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy [Intensification of technological processes for the preparation of compound feed in the conditions of agricultural enterprises]. Barnaul, 43.

6. Glebov, L. A., Demskiy, A. B., Veden'yev, V. F., Temirov, M. M., Ogurtsov, Yu.M. (2006). Tekhnologicheskoye oborudovaniye predpriyatiy otrasli (zernopererabatyvayushchiye predpriyatiya) [Technological equipment of industry enterprises (grain processing enterprises)]. Ch.1. Ch.3. Moskow: DeLi print, 816

7. Sidenko, P. M. (1977). Izmel'cheniye v khimicheskoy promyshlennosti [Grinding in the chemical industry]. Moskow: Khimiya, 367.

8. Malzig. G., Their, B. (1886). Grinding and homogenizing. Cem. Hozmigon, 57 (634), 817-842.

9. Khodokov, G. S. (1972). Fizika izmel'cheniya [Grinding physics]. Moskow: Nauka, 307.

10. Novikov, E. D. (1974). Spetsial'noye tekhnologicheskoye oborudovaniye khimiko-farmatsevticheskoy promyshchlennosti [Special technological equipment for the chemical and pharmaceutical industry]. Moskow: TsENTIMDPROM, 389.

11. Chuyeshov, V. I., Zaytsev, A. I., Shebanova, S. T. (1999). Promyshlennaya tekhnologiya lekarstv [Industrial drug technology]. Khar'kov: Osnova. Izdatel'stvo UkrFa, 2, 557.

12. Novikov, V. S. (1990). Impul'snyye protsessy perenosa v geterogennykh sistemakh: Obzor [Impulse transport processes in heterogeneous systems: an overview]. Promyshlennaya teplotekhnika, 12 (2), 23 – 39.

13. Kormoagregaty kompanii "Mriya" [Feed units of the company "Mriya"]. Available at: http://agroagregat.com/nasha-produktsiya/kormoagregaty

14. Launder, B. E., Spalding, D. B. (1972). Lectures in Mathematical Models of Turbulence. London: Academic Press.

РОТАЦИОННО-ПУЛЬСАЦИОННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКОГО ЗЕРНОВОГО КОРМА

В. Г. Горобец, А. Н. Ободович, В. И. Троханяк, А. А. Сердюк

Аннотация. *В существующих аппаратах для приготовления кормов применяются методы измельчения зерна и других составляющих кормовой смеси в молотковых дробилках, что требует значительных затрат механической (электрической) энергии.*

Поэтому необходима разработка аппаратов с высокой степенью воздействия на обрабатываемую среду, что увеличивает производительность и снижает энергозатраты в технологических процессах. К таким аппаратам относятся роторно-пульсаций аппараты, принцип работы которых основан на методе дискретно-импульсного ввода энергии. Основой этого метода является многофакторное влияние на обрабатываемую жидкую гомогенную или гетерогенную среду, которое состоит в пульсациях давления, изменения скорости потока жидкости, интенсивной кавитации, развитой турбулентности, жестком кумулятивном влияния, а также высоких оползневых усилиях.

Цель исследования - проведение комплексного анализа кинематических и динамических характеристик и установления особенностей дискретно-импульсного ввода энергии при диспергировании зерноводяних смесей в роторно-пульсационном аппарате и разработка на этой основе энергосберегающей технологии и оборудования для приготовления жидких зерновых кормов.

Проведено численное и экспериментальное исследование процессов тепломассопереноса в роторно-пульсационном аппарате для приготовления жидких зерновых кормов. Получены основные гидравлические и тепловые характеристики таких устройств и определены их геометрические характеристики. Разработаны и изготовлены экспериментальные образцы устройства прямоугольной и круглой формы отверстий в системе ротор-статор. Проведены экспериментальные исследования таких характеристик, как гранулометрический состав зерновой кормовой смеси, энергозатраты при производстве кормов и изменение температуры водно-зерновой смеси при ее переработке.

Ключевые слова: ***роторно-пульсационный аппарат, дискретный импульсный ввод энергии, численное моделирование, гранулометрический состав, потребляемая мощность, температура***

ROTARY-PULSATION APPARATUS FOR PREPARATION OF LIQUID GRAIN FEED

V. Gorobets, O. Obodovych, V. Trokhanyak, A. Serdyuk

Abstract. *Existing feed devices use methods of grinding grain and other components of the feed mixture in hammer crushers, which requires significant costs of mechanical (electrical) energy.*

Therefore, it is necessary to develop devices with a high degree of impact on the treated environment, which increases productivity and reduces energy consumption in technological processes. Such devices include rotor-pulsation devices, the principle of

operation of which is based on the method of discrete-pulse energy input. The basis of this method is a multifactorial effect on the treated liquid homogeneous or heterogeneous medium, which consists of pressure pulsations, changes in fluid flow rate, intense cavitation, developed turbulence, hard cumulative effects, as well as high shear forces.

The purpose of the study is to conduct a comprehensive analysis of kinematic and dynamic characteristics and establish the features of discrete-pulse energy input in the dispersion of grain mixtures in a rotary pulsation apparatus and develop on this basis energy-saving technology and equipment for liquid grain feed.

A numerical and experimental study of heat and mass transfer processes in rotary pulsation apparatus for the preparation of liquid grain feed has been carried out. The basic hydraulic and thermal characteristics of such devices are received and geometrical characteristics of such device are defined. Experimental samples of the device for rectangular round shape of openings in the rotor-stator system are developed and made. Experimental studies of such characteristics as particle size distribution of grain feed mixture, power consumption in feed production and temperature change of water-grain mixture during its processing have been carried out.

Key words: ***rotor-pulsation apparatus, discrete-pulse energy input, numerical simulation, particle size distribution, power consumption, temperature***