

Міністерство освіти і науки України



ПРАЦІ
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 21, том 1

Наукове фахове видання
Технічні науки

Мелітополь – 2021 р.

Праці ТДАТУ

Вип. 21, т. 1

УДК [62+64+664+004](045)

Т 13

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев.- Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - Вип. 21, т. 1.- 339 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,

Протокол № 6 від 23.02.2021 року

Представлені результати досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, харчових технологій, електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, аспірантів, інженерно-технічного персоналу і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, eLibrary, AGRIS, «Україніка наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Головний редактор

Кюрчев В. М. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Заступник головного редактора

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний секретар

Діордієв В. Т. – д.т.н., проф. (Україна)

Beloev Hristo – д.т.н., проф. (Болгарія)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Jose Italo Cortez - PhD (Mexico)

Нукешев Саяхат – д.т.н., проф. (Казахстан)

Прищепов М.А. – д.т.н., доц. (Білорусь)

Постолатій В. М. – д.х.т.н. (Молдова).

Шингісов А. У. – д.т.н., проф. (Казахстан)

Волошина А.А. – д.т.н., проф. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Дідур В. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Свляш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Карасв О. Г. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Леженкін О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мілько Д. О. – д.т.н., в.о. проф. (Україна)

Назаренко І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Погребняк А. В. – д.т.н., доц. (Україна)

Прісс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. С. – д.т.н., проф. (Україна)

Соболь О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Тарасенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гавриленко Є. А. – к.т.н., доц. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Лендел Т. І. – к.т.н., (Україна)

Ляковська С. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Строкань О. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Холодняк Ю. В. – к.т.н. (Україна)

Яковлев В. Ф. – к.т.н., проф. (Україна)



Відповідальний за випуск – д.т.н., професор Самойчук К. О.

Адреса редакції: ТДАТУ
просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь Запорізька обл.
72312 Україна

ISSN 2078–0877

© Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, 2021



ОБҐРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ З ШНЕКОВИМ ЖИВИЛЬНИКОМ ПРИ ДИСПЕРГУВАННІ

Науменко М. М., к.т.н., ORCID: 0000-0002-1697-3478
Миколенко С. Ю., к.т.н., ORCID: 0000-0002-1959-1141
Гурідова В. О., ст. викл., ORCID: 0000-0002-7684-5072
Гезь Я. В., викл. ORCID: 0000-0003-2173-7338

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Тел. (050) 922-65-05

Постановка проблеми. В харчовій промисловості для здрібнення вихідної сировини задля відповідності технології переробки широко використовують процес диспергування. Відомо, що процес здрібнення рослинної сировини характеризується значними затратами енергії, що зумовлено високою міцністю і анізотропією її властивостей. Висока міцність сировини зумовлена особливістю морфологічного складу рослинної тканини [1].

На сьогодні використовують велику кількість фізичних способів впливу на матеріал, який подрібнюється, попри те основним способом подрібнення залишається механічне [1]. Процес утворення нової поверхні в твердому тілі характеризується низькою енергетичною ефективністю незалежно від сировини, яку переробляють [2, 3]. В залежності від матеріалу і напряму його використання до диспергування пред'являють певні вимоги, як наприклад дисперсність вихідного продукту, його мікробіологічну чистоту [4].

При диспергуванні відбувається порушення вторинної структури матеріалу, в той час як після подрібнення відбувається деструкція полімерних ланцюгів [4]. Швидкість механічної деструкції можна визначити інтенсивністю механічних напружень. При диспергуванні природних органічних полімерів, до яких відноситься зернова сировина, типовою є наявність граничної деструкції. В області граничної деструкції механічна енергія, яка передається твердій речовині, витрачається виключно на міжмолекулярні переміщення полімерних ланцюгів [4, 5]. Існує багато технічних рішень щодо використання диспергування у харчовій промисловості. На сьогодні обробку на диспергаторах застосовують для рослинної сировини з метою надання їй певних технологічних характеристик. Так диспергування зернової сировини, попередньо активованої шляхом замочування, дозволяє одержувати пастоподібну дисперговану зернову масу, яку застосовують для виробництва

цільнозернових хлібних виробів [6]. На процес подрібнення зернової сировини впливає ряд факторів, одним з яких є переміщення матеріалу за допомогою шнекового живильника.

Аналіз останніх досліджень. Удосконаленню гвинтового транспортного механізму присвячена досить велика кількість наукових робіт. Так, відомі пристрої [7, 8] для подрібнення зернової сировини, удосконалення яких полягає у зміні конструкції шнекового живильника. Таке конструктивне рішення дозволяє підвищити продуктивність, дисперсність, однорідність зернової маси на виході, а також знизити енергоємність.

Гвинтові транспортні механізми, що призначаються для переміщення сипкого матеріалу, досить широко використовуються в різноманітних галузях сільського господарства. В наукових працях [9-16] достатньо багато уваги приділяється питанням дослідження навантаження на гвинтові робочі органи та їх розрахунку і проектуванню. Поряд з цим, при застосуванні шнекових живильників в пристроях для подрібнення харчової сировини виникають питання, що потребують додаткових досліджень. Перш за все актуальною лишається проблема дослідження впливу додаткового тиску, необхідного для роботи при завантаженні матеріалу на процес його переміщення. Не менш важливим також є питання визначення швидкості проходу зернового матеріалу через ріжучий механізм для його подрібнення у диспергаторі. Розробка математичної моделі взаємодії зернового насипного матеріалу зі шнековим живильником дозволила б визначити кінематичні характеристики руху зернової суміші в диспергаторі задля підвищення ефективності його роботи.

Формування цілей статті (постановка завдання). Для вирішення вказаної проблематики завданням роботи стали розробка схеми до математичної моделі взаємодії зернового матеріалу зі шнеком диспергатора та отримання диференціального рівняння руху матеріалу, що описує перехідний режим під час пуску пристрою.

Основна частина. Для аналізу руху зернової суміші приймаються такі припущення: при усталеному режимі роботи об'єм шнека повністю заповнений продуктом; об'єм матеріалу, що заповнює шнек на будь-якому кроці має такі ж кінематичні характеристики як і об'єм, що заповнює сусідній крок; під час роботи диспергатора при завантаженні забезпечується сталий тиск q (рис. 1); товщина витка шнека є незмінною.

Розглядаючи рух матеріалу, що заповнює один виток шнека як одне ціле спробуємо знайти швидкість руху центра мас та кутову швидкість, вважаючи їх сталими. Для визначення цих сталих величин розглянемо перехідний режим руху цього елемента матеріалу під час пуску диспергатора.

Диференціальні рівняння руху виділеного масиву матеріалу мають вигляд:

$$M\ddot{y}_c = \sum_l^n F_{ky}, \quad (1)$$

$$I_y\ddot{\phi} = \sum m_y(F_k), \quad (2)$$

де M – маса об'єму;

I_y – її осьовий момент інерції відносно осі y ;

\ddot{y}_c – прискорення центра мас;

$\ddot{\phi}$ – кутове прискорення;

F_k – сила, що діє на по поверхню масиву;

F_{ky} – проекція сили, що діє на поверхню масиву на напрямок руху;

$m_y(F_k)$ – момент сили F_k відносно осі y (рис. 1).

На рис.1 наведені сили, що діють на окремі граничні частини суміші, що взаємодіє з диспергатором.

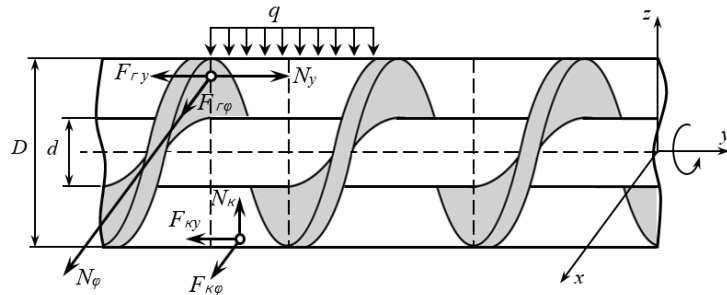


Рис. 1. Розрахункова схема до математичної моделі взаємодії зернового насипного матеріалу зі шнеком диспергатора для подібнення зернової сировини.

Нормальна реакція гвинтової поверхні при незмінній товщині витка представлена двома складовими: осьовою N_y і обертальною N_ϕ , причому:

$$N_y = N \cos \alpha, \quad (3)$$

$$N_\phi = N \sin \alpha, \quad (4)$$

де α – кут нахилу гвинтової лінії по якій рухається окрема частинка суміші.

Силу тертя на гвинтовій поверхні будемо визначати як $F_T = fN$, де f – коефіцієнт тертя.

Вектор сили тертя дотичний до гвинтової лінії і на рис. 1 представлений двома складовими F_{Ty} і $F_{T\phi}$, причому $F_{Ty} = fN \sin \alpha$ а $F_{T\phi} = fN \cos \alpha$. Сили тертя, що виникають при взаємодії суміші з корпусом диспергатора обумовлені нормальною реакцією N_k . Складові сили тертя будемо визначати як:

$$F_{ky} = fN_k \cos \beta; \quad (5)$$

$$F_{k\phi} = fN_k \sin \beta, \quad (6)$$

де β – кут, який утворює вектор швидкості з осьовим напрямом, тобто

$$\cos \beta = \frac{V_y}{V} = \frac{V_y}{\sqrt{V_y^2 + V_\phi^2}}; \quad \sin \beta = \frac{V_\phi}{\sqrt{V_y^2 + V_\phi^2}}. \quad (7)$$

Цілком очевидно, що формулами (3-6) будуть визначатися сили, які діють на об'єм матеріалу який заповнює один виток диспергатора. Тоді диференційовані рівняння (1) і (2) набудуть вигляду

$$M\ddot{y} = N \cos \alpha - fN \sin \alpha - fN_k \cos \beta; \quad (8)$$

$$I\ddot{\phi} = N \sin \alpha R + fN \cos \alpha R - fN_k \sin \beta R_k. \quad (9)$$

В рівнянні (9) в першому наближенні приймається:

$R = (D-d)/2$ – середній радіус гвинтової поверхні;

$R_k = D/2$ – радіус корпусу диспергатора (рис. 1);

N_k – за відомого тиску на вході в диспергатор передбачається визначити як $N_k = q2\pi RH$.

Враховуючи, що зміни величини y і ϕ залежні, а саме

$$y = H\phi/2\pi, \quad (10)$$

де H – крок шнека диспергатора.

З рівняння (8) отримуємо

$$N(\cos \alpha - f \sin \alpha) = \frac{MH\ddot{\phi}}{2\pi} + fN_k \cos \beta.$$

Звідки
$$N = \ddot{\phi} \frac{MH}{2\pi(\cos \alpha - f \sin \alpha)} + N_k \frac{\cos \beta}{\cos \alpha - f \sin \alpha}. \quad (11)$$

Підставляючи визначену таким чином нормальну реакцію N в формулу (9), отримуємо:

$$I_y \ddot{\phi} = \ddot{\phi} \frac{MHR(\sin \alpha + f \cos \alpha)}{2\pi(\cos \alpha - f \sin \alpha)} - fN_{\kappa} \sin \beta R_{\kappa} + N_{\kappa} \frac{\cos \beta(\sin \alpha + f \cos \alpha) R_{\kappa}}{\cos \alpha - f \sin \alpha}$$

або:

$$\ddot{\phi} \left(I_y - \frac{MHR(tg \alpha + f)}{2\pi(1 - f tg \alpha)} \right) = N_{\kappa} \frac{R \cos \beta(tg \alpha + f) - \sin \beta(1 - f tg \alpha) R_{\kappa}}{1 - f tg \alpha} \quad (12)$$

Диференціальне рівняння (12) необхідно розв'язувати приймаючи до уваги, що формула (7) (в зв'язку з тим, що згідно з виразом (10) $V_y = \dot{y} = \frac{H\dot{\phi}}{2\pi}$), набувають вигляду

$$\cos \beta = \frac{\frac{H\dot{\phi}}{2\pi}}{\sqrt{\left(\frac{H\dot{\phi}}{2\pi}\right)^2 + (\dot{\phi}R_{\kappa})^2}} = \frac{\frac{H}{2\pi}}{\sqrt{\left(\frac{H}{2\pi}\right)^2 + R_{\kappa}^2}} = \frac{H}{\sqrt{H^2 + R_{\kappa}^2 4\pi^2}} \quad (13)$$

$$\sin \beta = \frac{\dot{\phi}R_{\kappa}}{\sqrt{\left(\frac{H\dot{\phi}}{2\pi}\right)^2 + (\dot{\phi}R_{\kappa})^2}} = \frac{R_{\kappa}}{\sqrt{\left(\frac{H}{2\pi}\right)^2 + R_{\kappa}^2}} = \frac{R_{\kappa}}{\sqrt{H^2 + R_{\kappa}^2 4\pi^2}} \quad (14)$$

При розв'язанні диференціального рівняння (12) передбачається, що на початку процесу зернова суміш обертається з кутовою швидкістю шнека, а рух в осьовому напрямку виникає при створенні достатнього тиску q при подачі матеріалу в диспергатор.

Висновки. На переміщення продукту в шнеку диспергатора впливають такі фактори як сила тертя, вологість, стан поверхні і адгезійні властивості частинок матеріалу, що обробляється. Запропонована достатньо проста математична модель, що дозволяє визначити кінематичні характеристики руху зернової суміші в диспергаторі в залежності від його конструктивних характеристик. Отримано диференціальне рівняння руху матеріалу (12), що описує перехідний режим під час пуску пристрою. Встановлені залежності дозволяють більш точно врахувати особливості руху зернового матеріалу в диспергаторі відповідно до розробленої математичної моделі.

Список використаних джерел

1. Головацкий В. А. Механические и физико-химические способы обработки сырья растительного происхождения с

использованием импульсного воздействия. *Процессы и аппараты пищевых производств*. 2010. № 2(10). С. 1–13.

2. Руднев С. Д., Козлов М. А., Крюк Р. В. Анализ работы и исследование энергетических характеристик роторного диспергатора. *Техника и технология пищевых производств*. 2017. Т. 44, № 1. С. 73–80.

3. Попов А. М., Руднев С. Д., Рыбина О. Е. О селективном измельчении, селективности измельчения и селективной функции. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2006. № 5. С. 42–44.

4. Ошкордин О. В., Лаврова Л. Ю., Усов Г. А. Кинетика и динамика измельчения растительного сырья для производства пищевых продуктов. *Ползуновский вестник*. 2011. № 2(2). С. 202–206.

5. Усов Г. А., Никитин А. М., Ахмедьянов Р. М. Технология получения наноструктурированных дисперсных систем органических полимеров методом механоактивации применительно к производству сухих строительных смесей. *BALTIMIX – сухие строительные смеси для XXI века: Технологии и бизнес: IX Международная специализированная отраслевая конференция*. Петрозаводск, 2009. С. 3.

6. Pivovarov A., Mykolenko S, Hez' Y., Shcherbakov S. Plasma-chemically activated water influence on staling and safety of sprouted bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 12, № 2. P. 100–107. DOI: 10.15673/fst.v12i2.940.

7. Измельчитель пищевых продуктов: пат. 2121399 Российская федерация: МПК В02С 18/30 / М. З. Акимов, С. Н. Момотюк, Ю. А. Светайло; заявл. 29.12.1997; опубл. 10.11.1998.

8. Устройство для приготовления тестовой массы из зерна: пат. 2156065 Российская федерация: МПК А21С 1/12, В02С 18/30 / В. К. Жикленков, Г. А. Корсакова, И. Ф. Третьяков; заявл. 22.02.2000; опубл. 20.09.2000.

9. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання. Тернопіль: ТДТУ, 2008. 307 с.

10. Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Дячун А. Е. Дослідження крутильних коливань шнека у випадку дії імпульсних сил. *Науковий вісник НГУ*. 2015. № 5. С. 64–68.

11. Грудовий Р. С. Моделювання характеру навантаження на гвинтові робочі органи. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кіровоград: КНТУ, 2012. Вип. 42, ч. 2. С. 171–181.

12. Sharshunov V. A., Kirkor M. A., Evdokimov A. V. Process of crushing sprouted grains of rye, wheat and triticale in combined disperser dryer // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных*

наук. 2019. Т. 57, № 3. С. 357–367. DOI: 10.29235/1817-7204-2019-57-3-357-367.

13. Pankiv V. R., Tokarchuk O. A. Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor. *INMATEH Agricultural Engineering*. 2017. Vol. 51, № 1. P. 59–68.

14. Development and investigation of reciprocating screw with flexible helical surface / R. B. Hevko et al. *INMATEH Agricultural Engineering*. 2015. Vol. 46, № 2. P. 133–138.

15. The study of bulk material kinematics in a screw conveyor-mixer / B. M. Hewko et al. *INMATEH Agricultural Engineering*. 2015. Vol. 47, № 3. P. 156–163.

16. Marinov K. Theoretical Exploration on The Process of Movement of Seeds of Dewingers with Continual Action. *Forestry Ideas*. 2005. № 2. P. 84–94.

ОБҐРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ З ШНЕКОВИМ ЖИВИЛЬНИКОМ ПРИ ДИСПЕРГУВАННІ

Науменко М. М., Миколенко С. Ю., Гуридова В. О., Гезь Я. В.

Анотація

Для здрібнення рослинної сировини і отримання цільнозернових хлібних виробів використовують процес диспергування. Задля визначення кінетичних характеристик руху зернової суміші в диспергаторі запропонована математична модель взаємодії зернового насипного матеріалу з шнеком диспергатора для подрібнення зернової сировини. Для незмінного кроку гвинтової поверхні шнека і сталої товщини витка диференціальні рівняння гвинтового руху суміші приведені до одного диференціального рівняння, що описує перехідний режим під час пуску пристрою. Розв'язання отриманого рівняння дозволяє визначити кінематичні характеристики руху суміші в залежності від конструктивних характеристик пристрою та початкових умов руху зернової суміші.

Ключові слова: диспергатор, шнек, зернова суміш, диференціальні рівняння руху, кінематичні характеристики.

ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ С ШНЕКОВЫХ ПИТАТЕЛЕМ ПРИ ДИСПЕРГИРОВАНИИ

Науменко Н. Н., Мыколенко С. Ю., Гуридова В. А., Гезь Я. В.

Аннотация

Для измельчения растительного сырья и получения цельнозерновых хлебных изделий используют процесс диспергирования. Для определения кинетических характеристик движения зерновой смеси в диспергаторе предложена математическая модель взаимодействия зернового насыпного материала со шнеком диспергатора для измельчения зернового сырья. Для постоянной шага винтовой поверхности шнека и постоянной толщины витка

дифференциальные уравнения винтового движения смеси приведены к одному дифференциальному уравнению, которое описывает переходной режим при пуске устройства. Решение полученного уравнения позволяет определять кинематические характеристики движения смеси в зависимости от конструктивных характеристик устройства и начальных условий движения.

Ключевые слова: диспергатор, шнек, зернова суміш, дифференціальні рівняння руху, кінематичні характеристики.

JUSTIFICATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF GRAIN RAW MATERIALS and SCREW FEEDER INTERACTION IN DISPERSER

M. Naumenko, S. Mykolenko, V. Guridova, Y. Gez

Summary

In the food industry for the grinding of raw materials for compliance with the processing technology is widely used dispersion process. Today, treatment with dispersants is used for vegetable raw materials in order to give it certain technological characteristics. Thus, the dispersion of grain raw materials, pre-activated by soaking, allows to obtain a pasty dispersed grain mass, which is used for the production of whole grain breads.

It is known that the process of grinding vegetable raw materials is characterized by significant energy costs, due to the high strength and anisotropy of its properties. When dispersing natural organic polymers, which include grain raw materials, the presence of ultimate destruction is typical. The process of grinding grain raw materials is influenced by a number of factors, one of which is the movement of material using an auger feeder. The problem of studying the effect of additional pressure required to work when loading the material on the process of its movement remains relevant. The task of the work was to develop a scheme of a mathematical model of the interaction of grain material with the screw of the dispersant. Obtaining a differential equation of motion of the material describing the transient mode during device start-up.

To determine the kinetic characteristics of the movement of the grain mixture in the disperser, a mathematical model of the interaction of the grain bulk material with the screw of the dispersant for grinding grain raw materials. For a constant pitch of the helical surface of the auger and a constant thickness of the coil, the differential equations of the helical motion of the mixture are reduced to one differential equation describing the transient mode during the start-up of the device. The solution of the obtained equation allows to determine the kinematic characteristics of the movement of the mixture depending on the design characteristics of the device and the initial conditions of movement of the grain mixture.

Key words: dispersant, auger, grain mixture, differential equations of motion, kinematic characteristics.

Зміст

стор.

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

1. *Samoichuk K., Viunyk O.* Methodology of conducting studies of jet mixing of liquids 3
2. *Кюрчев С. В., Паламарчук І. П., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О., Кюрчева Л. М.* Обґрунтування розробленого обладнання для швидкоскоростного заморожування сільськогосподарської продукції 11
3. *Struchaiev N., Postol Y., Tarasenko V., Palianychka N.* Thermophysical calculations the process of cooling the fermented milk clot 19
4. *Ковальов С. В., Науменко О. П., Міщенко В. І., Плахотін К. О., Кенюх Д. В.* Порівняння та поліпшення теплообмінних апаратів харчових виробництв шляхом зміцнення деталей електрохімічним осадом у слабкому магнітному полі 28
5. *Дейниченко Г. В., Дмитревський Д. В., Гузенко В. В., Афукова Н. О.* Аналіз застосування мембранних апаратів для виробництва соків із плодової сировини 36
6. *Самойчук К. О., Ялпачик В. Ф., Петриченко С. В.* Аналіз способів промислового очищення воскової сировини 44
7. *Стадник І. Я., Пилипець О. М., Піддубний В. А., Веселовська Т. С.* Особливості теплообміну в тісті при формуванні бубликів 52
8. *Леженкін О. М., Малюта С. І., Михайленко О. Ю., Дмитрієв Ю. О.* Визначення допустимих значень швидкості руху причепа-візка для збирання обчисаного вороху зернових 66
9. *Бондаренко Л. Ю., Стручасв М. І., Вершков О. О., Філіпов Д. О.* Підвищення ефективності використання відходів плодової деревини 74
10. *Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Верхованцева В. О.* Дослідження високоефективного обладнання для гомогенізації дрібнодисперсних емульсій з використанням комп'ютерного моделювання 84
11. *Гавдида Г. І., Олексієнко В. О., Ломейко О. П.* Технологічні параметри інтенсивного пророщування зерна для годівлі птиці 93
12. *Науменко М. М., Миколенко С. Ю., Гурідова В. О., Гезь Я. В.* Обґрунтування математичної моделі взаємодії зернової сировини з шнековим живильником при диспергуванні 101
13. *Самойчук К. О., Лебідь М. Р., Паляничка Н. О.* Підвищення ефективності клапанної головки гомогенізатора за рахунок використання зустрічних струменів 109
14. *Доценко Н. А.* Результати дослідження пропускної спроможності подрібнювача-протиральника томатів 116