

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА
2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**
Богдан Вікторович - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**
Олег Григорович - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**
Володимир Михайлович – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**
Леонард Леонідович – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
- Гавва**
Олександр Миколайович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**
Ярослав Михайлович – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**
Анатолій Андрійович –Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**
Владимир Леонідович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**
Владимир Яковлевич – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**
Павло Семенович – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**
Ярослав Микитович – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Малежик**
Іван Федорович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**
Валерій Михайлович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**
Ігор Павлович – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович –Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Сорока**
Петро Гнатович – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Тасімов**
Юрій Миколайович – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**
Леонід Леонідович – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**
Леонід Михайлович – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**
Михайл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

УДК 621.9.048; 664.002.5

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТИВНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНВЕЄРНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СУШАРОК ПРИ ОБРОБЦІ СИПКОЇ СИРОВИНИ

Паламарчук Ігор Павлович, д.т.н, професор, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету

STATUS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL REALIZATION OF CONVEYOR VIBRATING DRYERS DURING PROCESSING OF BULK RAW MATERIALS

Palamarchuk Ihor Pavlovich, Dr. Sci., Professor, Head of the Department of Food Technologies and Microbiology of Vinnytsia National Agrarian University

Анотація: На основі теоретичних та експериментальних досліджень вирішена наукова проблема органічного поєднання транспортного та технологічного рухів при забезпеченні високої інтенсифікації та рівномірності тепломасообмінних процесів, що дозволило за необхідної якості обробки та продуктивності обладнання значно зменшити енерговитрати на металоємкість порівняно з традиційними віброконвеєрними машинами, що мають недеформований вантажонесучий орган; обґрунтовані основні режимні параметри при реалізації основної технологічної дії на сировину та вібраційного або хвильового транспортування продукції в умовах псевдозрідженого шару.

Summary: On the basis of theoretical and experimental researches, the scientific problem of the organic combination of transport and technological movements was solved with the provision of high intensification and uniformity of heat and mass transfer processes, which allowed for the required quality of processing and equipment efficiency to significantly reduce energy consumption of metal as compared to traditional vibroconveyor machines having a non-deformed load carrying body; Substantiated basic parameters in the implementation of the main technological effect on raw materials and vibration or wave transport of products in a fluidized bed.

Ключові слова: конвеєрна сушарка, незрівноваженість коливальної системи, вібропривод, сипка маса.

Key words: conveyor dryer, unbalance of oscillatory system, vibration drive, bulk mass.

Процес сушіння є одним із найпоширеніших в галузях переробних і харчових виробництв, реалізуючи ефективне руйнування сорбційного та осмотичного зв'язку вологи з матеріалом. Разом із тим, за механізмом здійснення та сутністю такі процеси є одними з найбільш складних. Тому засоби інтенсифікації сушильних процесів є актуальними та перспективними для впровадження.

Метою приведених досліджень є інтенсифікація процесів сушіння та підвищення їх продуктивності за рахунок вібромеханічної активації сипкого технологічного середовища, розробки віброконвеєрних систем для забезпечення поточної форми організації процесу.

Аналіз віброконвеєрних технологічних систем за особливостями конструкції вантажонесучого органу виявив три основні схеми: лоткову, барабанну та стрічкову. В якості предмету досліджень було обрано 2 схеми: двоконтейнерну барабанну та віброхвильову сушарки. За першої схеми процес транспортування сипкої продукції здійснювався за рахунок механічної зміни незрівноваженості коливальної системи (рис. 1). При цьому технологічно не складно у першому контейнері реалізувати теплову, а у другому – охолоджувальну дії, істотно збільшуючи рушійну силу процесу сушіння.

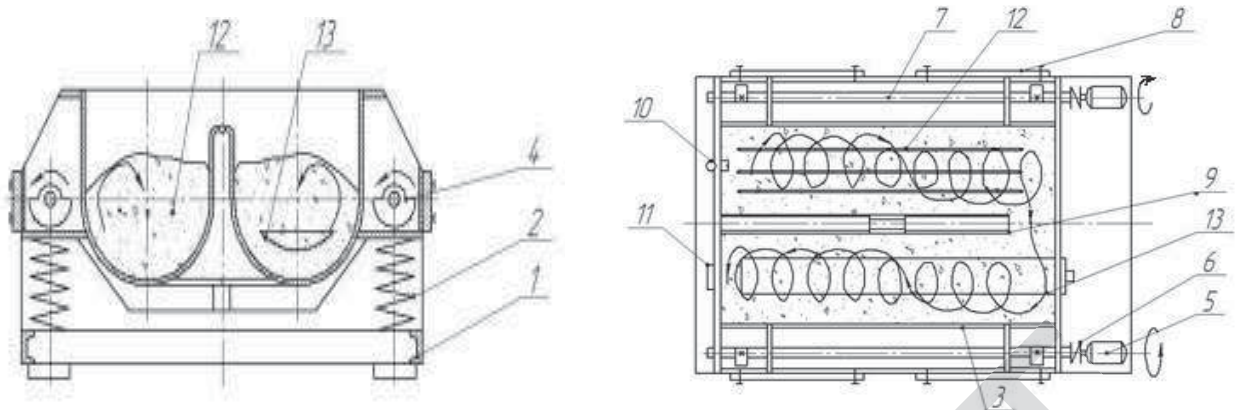


Рис. 1. Двоконтейнерна конвеєрна сушарка

1 - рама; 2 – пружина; 3 - корпус контейнера; 4 - дебаланс; 5 - електродвигун; 6 – пружна муфта; 7 - дебалансний вал; 8 - захисні щитки; 9 - роздільна перетинка; 10, 11 - завантажувальний та розвантажувальний патрубки; 12 - електротени; 13 - патрубок подачі повітря.

При розробці інфрачервоної віброхвильової сушарки компонування основних структурних складових машини здійснювалось на основі аналізу транспортно-технологічних машин з недеформувальним та гнучким транспортуючим органом за умови псевдозрідження продуктового потоку. В результаті була розроблена принципова схема віброхвильової інфрачервоної сушарки (рис. 2), особливостями якої є створення на робочій частині транспортерної стрічки 1 біжучої або стоячої хвилі в залежності від вибору режимних параметрів дебалансних віброзбуджувачів 11, 12, що агрегатовані в опорних котках 5, 6 стрічки. За такої схеми, на відміну від традиційно використовуваних віброконвеєрних сушарок, коливною масою машини є не вся опорна поверхня конвеєра, а лише котків, які підпружинені до корпуса, що значно зменшує енерговитрати на привод та металоемкість конструкції. Інфрачервоні випромінювачі 4 розміщені над поверхнею стрічки з можливістю вертикального регулювання подачі променистого потоку [1, 2, 4].

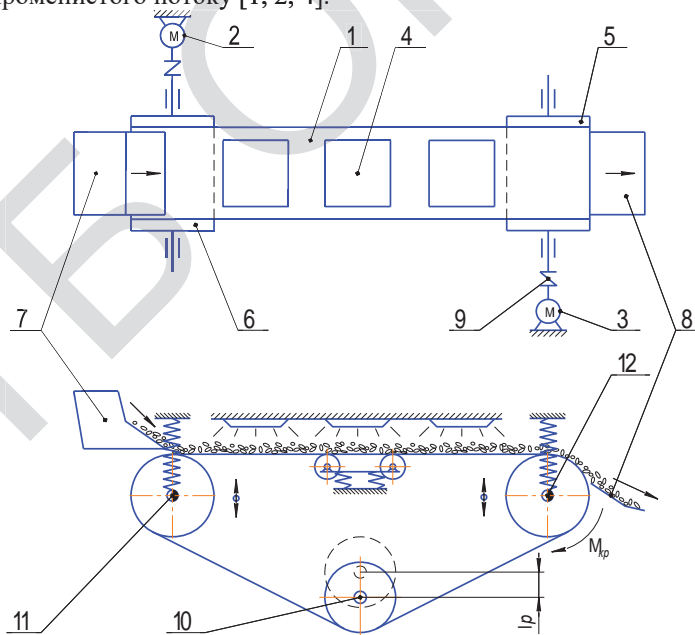
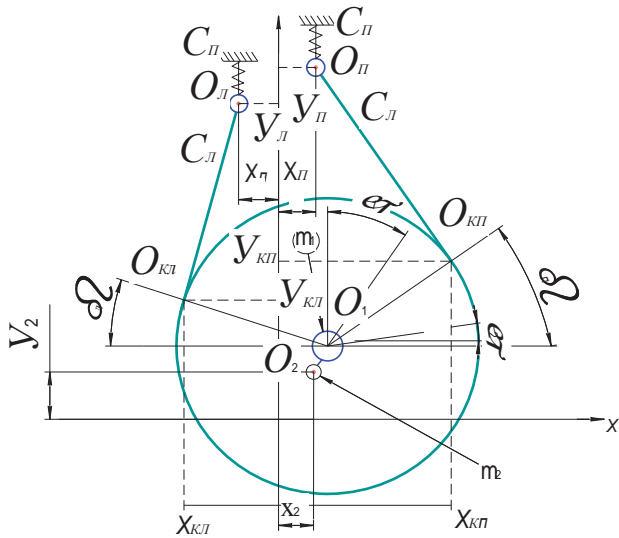


Рис. 2. Розроблена конвеєрна віброхвильова інфрачервона сушарка:

1 – стрічка; 2, 3 – двигуни віброзбуджувачів; 4 – інфрачервоні випромінювачі; 5,6 – котки; 7 – живильник; 8 – приймальний бункер; 9 – пружна муфта; 10 – натяжний коток; 11, 12– дебалансні віброзбуджувачі.

При математичному моделюванні процесів сушіння з представленими віброконвеєрними структурними елементами були використані наступні схеми: з деформувальним вантажонесучим органом (рис. 3) та з недеформувальним транспортуючим пристроєм (рис. 4).



Розподіл мас у системі:

$$m = m_1 + m_2$$

$$m_1 = m_{деб}$$

$$m_2 = m_g + m_n$$

Ступені вільності системи:

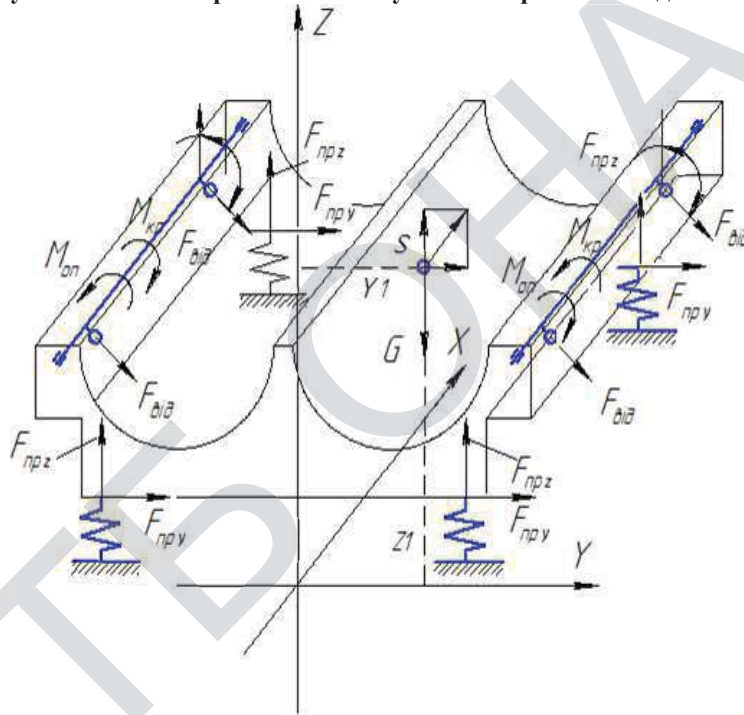
x_1 - горизонтальне переміщення приводного валу;

y_1 - вертикальне переміщення приводного валу ;

φ_1 - кутове зміщення приводного валу ;

φ_2 - кутове зміщення бічного диску опорного котка.

Рис. 3. Розрахункова схема вібротехніки з гнучкою напрямною та динамічним приводом



Ступені вільності системи:

z - зміщення центра мас контейнера вздовж осі x ;

y - зміщення центра мас контейнера вздовж осі z ;

φ_1 - кут повороту контейнера навколо осі y .

Рис. 4. Розрахункова схема вібротехніки з недеформувальним транспортуючим пристроєм

Для даних розрахункових схем складаємо рівняння руху виконавчих органів відповідного обладнання при використанні методу Лагранжа та розв'язуємо їх чисельним методом [3, 5].

Для подальшого математичного аналізу використовуємо наукову гіпотезу про те, що силовий імпульс від робочих органів вібробуджувача пропорційно передається та пошарово розподіляється у сипкому технологічному середовищі, а коефіцієнт дисипації або розсіювання енергії при цьому отожднюємо з коефіцієнтом затухання коливань. Тому можна вважати справедливою інформацію, яку можна отримати при побудові та аналізі епюр сил та моментів, що забезпечують у коливній системі відповідну незрівноваженість.

Найбільш сприятливі умови для отримання потрібної траєкторії руху технологічного середовища спостерігається за наявності у досліджуваній коливальній системі комбінованої силової та моментної незрівноваженості, способи реалізації якої представлені на рис. 5 [6].

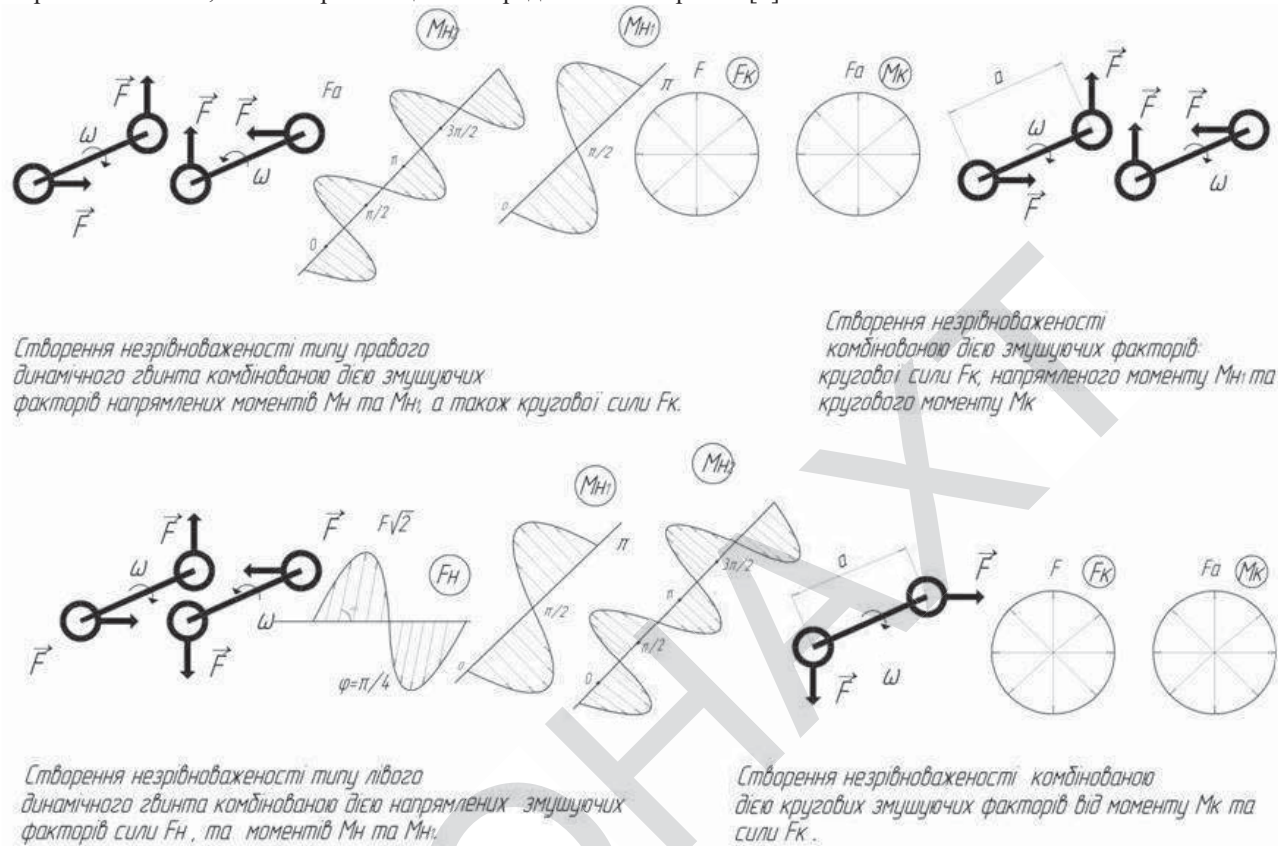


Рис. 5. Способи створення комбінованої незрівноваженості коливальної системи.

Висновки

1. На основі теоретичних та експериментальних досліджень вирішена наукова проблема органічного поєднання транспортного та технологічного рухів при забезпеченні високої інтенсифікації та рівномірності інфрачервоного сушіння, що дозволило за необхідної якості обробки та продуктивності обладнання значно зменшити енерговитрати на металоемкість порівняно з традиційними віброконвеєрними машинами, що мають недеформований вантажонесучий орган; обґрунтовані основні режимні параметри при реалізації інфрачервоного сушіння сипкої продукції та хвильового транспортування продукції в умовах псевдозрідженого шару.
2. Розроблена технічна документація, виготовлена та впроваджена у виробництво експериментально-промислова модель віброхвильової інфрачервоної сушарки на базі ПП «Вінницький олійножировий комбінат».
3. Двоконтейнерна схема вібраційної сушарки з перехідним патрубком також дозволяє реалізувати поточний спосіб тепломасообмінної обробки при забезпеченні транспортного руху продукції за рахунок створення у системі комбінованої незрівноваженості.

Література

1. Друкований, М.Ф. Удосконалення теплотехнології при виробництві олії та біодизельного пального [Текст]: монографія / М.Ф. Друкований, В.М. Бандура, Л.М. Коляновська, В.І. Паламарчук // Вінниця, РВВ ВНАУ, 2014. – 254 с.
2. Паламарчук, І.П. Обґрунтування конструктивної та технологічної схеми конвеєрної вібраційної сушарки [Текст] / І.П. Паламарчук, В.М. Бандура, В.І. Паламарчук // Вібрації в техніці та технологіях. №2(66). Вінниця, 2012 - С.116-125.

3. Паламарчук, І.П. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми конвеєрної вібромашини для обробки продукції «насіпом» [Текст] / І.П. Паламарчук, В.І. Драчишин, В.І. Паламарчук // Збірник наукових праць ВНАУ, № 2(85), 2014. – С. 185 – 192.
4. Bandura, V. Description of heat exchange in the similarity theory of vibrating drying process of sunflower [Text] / V. Bandura, I. Zozuliak, V. Palamarchuk // Ukrainian Journal of Food Science, 2014. Vol. 2. Issue 2. 305-311.
5. Паламарчук, І.П. Анализ динамики виброконвейерной технологической системы с кинематическим комбинированным вибровозбуждением [Текст] / І.П. Паламарчук, В.М. Бандура, В.І. Паламарчук // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2013. Vol. 15. No.4. 314-323.
6. Паламарчук, І.П. Обґрунтування параметрів пружної системи віброконвеєрної машини з кінематичним комбінованим вібровозбудженням [Текст] / І.П. Паламарчук, В.І. Паламарчук, В.І. Драчишин // Східно-Європейський журнал передових технологій, № 6/7(66), 2013. – С. 25 – 30.
7. Пат. 87767 України. Вібраційна конвеєрна сушарка з інфрачервоними випромінювачами / І.П. Паламарчук, В.М. Бандура, В.І. Паламарчук. – заявл. 28.02.2013; опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4. — 4 с.

УДК 532.528

МАСООБМІН ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ КАВИ АКТИВОВАНИМ ЕКСТРАГЕНТОМ

Вітенько Т.М., д-р техн. наук, професор, Городиський Н.І., аспірант
Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

MASS TRANSFER DURING THE EXTRACTION OF COFFEE USING ACTIVATED EXTRACTANT

Vitenko T. M., Doctor of Science, Professor
Horodyskyi N. I., post-graduate student
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Анотація Проаналізовано цільові компоненти розчинної кави основні чинники що впливають на кінетику їх екстрагування із мелених зерен кави, зокрема температура, ступінь помелу, гідромодуль, тривалість. Розглянуто перспективні напрямки отримання екстрактів, що передбачають використання фізико-хімічного впливу як на екстрагент так і на систему в цілому. Експериментально досліджено масообмін при екстрагуванні в системі мелена кава-вода за умов використання активованого у кавітаційному пристрої гідродинамічного типу і неактивованого екстрагента за різних технологічних параметрів ведення процесу. Проаналізовано зміни які відбуваються в екстрагенті під впливом ефектів гідродинамічної кавітації. Запропоновано та обґрунтовано механізм інтенсифікації процесу вилучення цільових компонентів з обсмаженої меленої кави на основі аналізу можливого масообміну процесу. Експериментальні результати узагальнені на основі математичної моделі, що дозволяє визначати масообмінні коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього масообміну й дає змогу прогнозувати процес під час його реалізації на практиці. Проведено аналіз та порівняння масообмінних коефіцієнтів процесу. Обґрунтовано доцільність застосування запропонованого методу з використанням попередньої кавітаційної обробки екстрагента.

Abstract: The objective components of instant coffee and the main factors influencing the kinetics of their extraction from ground coffee beans, in particular, temperature, degree of grinding, water duty, duration, are analyzed. The promising directions of extracts obtaining, which provide the use of physical-chemical influence both on the extractor and on the system as a whole are considered. The mass transfer during the extraction in the system "ground coffee-water" under conditions of activated in hydrodynamic type device and nonactivated extractant under various process parameters were experimentally studied. The changes that occur in the extractant under the influence of the effects of hydrodynamic cavitation are analyzed. The mechanism of intensification of the process of extracting the target components from roasted ground coffee based on the analysis of the possible mass transfer of the process is proposed and substantiated. Experimental results are generalized on the basis of a mathematical model that allows to determine mass exchange coefficients of external and internal mass transfer and allows to predict the process specific character during its implementation in practice. The analysis and comparison of mass transfer coefficients was carried out. The

ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВОЛОГОВИДАЛЕННЯ ПРИ ЗНЕВОДНЕННІ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ	
Снежкін Ю.Ф., Гусарова О.В., Шапар Р.О.	182
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФИТОЭСТРОГЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ	
Петрова Ж. А., Слободянюк Е. С.	186
СВЯЗЫВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ ПОРОШКАМИ	
Петрова Ж. О.	192
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ	
Гоженко Л. П., Коник А. В., Радченко Н. Л., Целень Б. Я., Недбайло А. Є.	195
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА МИКРОВОЛНОВОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ЭКСТРАКТОРА КОФЕ	
Левтринська Ю.О., Терзиев С.Г.	200
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕФЕКТИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ	
Авдєєва Л. Ю., Макаренко А. А.	209
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АЕРАЦІЙНО-ОКИСНЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ РОТОРНОГО ТИПУ НА ПРОЦЕС ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ	
Ободович О.М., Сидоренко В. В.	211
ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО БЛАНШУВАННЯ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРАГУВАННЯ	
Чорний В. М., Прищепя Ю. Ю., Лапіна Н. В., Мисюра Т. Г., Попова Н. В.	215
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТОЮВАННЯ ПЛОДІВ КИЗИЛУ	
Степанчук М.С., Лапіна Н.В., Чорний В.М., Мисюра Т.Г., Попова Н.В.	219
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТОЮВАННЯ ПЛОДІВ ЖУРАВЛИНИ	
Бараловська О. В., Прищепя Ю. Ю., Чорний В. М., Мисюра Т. Г., Попова Н. В.	223
КІНЕТИКА СУШІННЯ НАСІННЯ СОЛЯШНИКУ ТА СОЇ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ	
Бандура В.М., Маренченко О. І., Пилипенко Є. О., Катасонов О. В.	226
СУШАРКИ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ	
Яровий І.І., Катасонов О.В.	232
ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ	
Зыков А.В., Резниченко Д.Н., Безбах И.В.	242
БАЛАНСОВІ, ЕНЕРГЕТИЧНІ, КІНЕТИЧНІ ТА ФАЗОВІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ ВИМОРОЖУВАННЯ СОКІВ	
Бурдо О.Г., Мординський В.П., Давар Ростами Пур	244
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТИВНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНВЕСЕРНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СУШАРОК ПРИ ОБРОБЦІ СИПКОЇ СИРОВИНИ	
Паламарчук І. П.	250
МАСООБМІН ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ КАВИ АКТИВОВАНИМ ЕКСТРАГЕНТОМ	
Вігенько Т.М., Городиський Н.І.	254
БАЛАНСОВІ МОДЕЛІ ТА ФАЗОВІ РІВНОВАГИ ПРИ КРІОКОНЦЕНТРУВАННІ ГРАНАТОВОГО СОКУ	
Бурдо А.К., Давар Ростами Пур, Стоянова О. М., Драгні О. І.	260
МАШИНА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАННЯ ПЕРА ПТИЦЬ	
Всеволодов А.Н., Романов С.О.	266
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ВАКУУМНАЯ СУШИЛКА	
Бурдо О. Г., Мордынский В. П., Светличный П. И., Ананийчук Э. Ю.	270
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ОДИНИЧНИХ КРАПЕЛЬ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ ИГ-30 ЯК ОБ'ЄКТУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ	
Шаркова Н. О., Турчина Т. Я., Жукотський Е. К., Декуша Г. В., Костянець Л. О.	275
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВОГО СЫРЬЯ	
	279