



2016

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 22 № 6

Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
засновано в 1993 році

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2016

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal “Scientific Works of National University of Food Technologies” is included into the list of professional editions of Ukraine of technical and economic sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal “Scientific Works of National University of Food Technologies” is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 4 of October, 2016

© NUFT, 2016

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- CABI Full Text
- Universal Impact Factor
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
корпус Б, к. 412,
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 4 від 27 жовтня 2016 року

© НУХТ, 2016

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

| | |
|--|--|
| Головний редактор Editor-in-Chief | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Анатолій Українець Anatoliy Ukrainets | |
| Заступник головного редактора Deputy chief editor | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Олександр Шевченко Olexander Shevchenko | |
| Відповідальний секретар Accountable secretary | канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Юрій Пенчук Yuriy Penchuk | |

Члени редакційної колегії:

| | |
|---|---|
| Анатолій Зайнчковський Anatoly Zainchkovskiy | д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Анатолій Король Anatoly Korol | д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Анатолій Ладанюк Anatoly Ladanyuk | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Анатолій Сайганов Anatoly Sayganov | д-р екон. наук, проф., Білорусь Ph. D. Hab., Prof., Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, Belarus |
| Анжей Ковальський Anzhey Kowalski | д-р екон. наук, проф., Польща Ph. D. Hab., Prof., Institute of Agricultural and Food Economics, Poland |
| Анетта Зелінська Anetta Zielinska | д-р екон. наук, проф., Польща Ph. D. Hab., Prof., Wroclaw University of Economics, Poland |
| Брайан Мак Кенна Brian McKenna | д-р техн. наук, проф., Ірландія Ph. D. Hab., Prof., University College Dublin, Ireland |
| Віктор Доценко Victor Dotsenko | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Віра Оболкіна Vera Obolkina | д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Віктор Ємцев Viktor Yemtsev | д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Володимир Зав'ялов Vladimir Zavialov | д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Галина Чередниченко Galina Cherednichenko | канд. педагог. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |

| | |
|---|--|
| Герхард Шльонінг Gerhard Schleining | д-р техн. наук, Австрія Ph. D. Hab., Prof., University of Natural Resources, Austria |
| Дайва Лескаускайте Daiva Leskauskaite | д-р техн. наук, проф., Литва Ph. D. Hab., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuar |
| Єлизавета Костенко Jelyzaveta Kostenko | д-р хім. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Єлизавета Смірнова Jelyzaveta Smirnova | канд. філол. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Іван Малежик Ivan Malezhyk | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Кристина Сильва Cristina L.M.Silva | д-р техн. наук, проф., Португалія Ph. D. Hab., Prof., University de Catolica, Portuguesa |
| Лариса Арсенєва Larisa Arsenyeva | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Леонід Дегтярьов Leonid Dehtiarov | д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Микола Прядко Mykola Pryiadko | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Михайло Мартиненко Michail Martynenko | д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Наталія Гусятинська Natalia Gusyatyunska | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Олександр Бараненко Oleksandr Baranenko | д-р техн. наук, проф., Росія Ph. D. Hab., Prof., National Research University of Information Technologies, mechanics and optics, Russia |
| Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi | д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Олександр Карпов Oleksandr Karpov | д-р біол. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Олександр Перепелиця Oleksandr Perepelitsa | д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Олег Полумбрик Oleh Polumbryk | д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Паола Піттія Paola Pittia | д-р техн. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Teramo, Italy |
| Петро Шиян Petro Shyian | д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine |
| Саверіо Манніно Saverio Mannino | д-р хім. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Milan, Italy |
| Хууб Лелієвельд Huub Lelieveld | Нідерланди Ph. D. Hab., Prof., President of the Global Harmonization Initiatives, Netherlands |

ЗМІСТ

Автоматизація та інформаційні технології

Маковецька С.В., М'якшило О.М., Грибков С.В. Дослідження і математичне моделювання процесу постачання сировини на цукровий завод з урахуванням генетико-детермінованих властивостей цукрових буряків
Кривобок Г.І. Оцінювання параметрів лінійної моделі за неточними вхідними і вихідними сигналами
Луцька Н.М., Грищенко Н.Г. Розробка моделей системи керування бражної колони
Козирський В.В., Момотюк В.В., Засць Н.А. Використання нечітких мереж Петрі для формування навчальних вибірок синтезу нейронних мереж
Стеценко Д.О., Ладанюк А.П., Смітюх Я.В., Саеченко Т.В. Розробка системи автоматизованого інтелектуального керування процесом виробництва спирту

Біотехнологія і мікробіологія

Вороненко А.А., Івахнюк М.О., Пирог Т.П. Особливості синтезу полісахариду етаполану на суміші меляси і соняшникової олії
Воронцов О.О. Стічні води тваринницьких комплексів як субстрат для анаеробної ферментації

Економіка і соціальний розвиток

Бойко П.М., Бондар М.В., Куц А.М., Шиян П.Л. Трансфер технологій — основа розвитку України у XXI столітті
Еш С.М., Пюро Б.І. Роль місцевих бюджетів розвитку при формуванні місцевих бюджетів територіальних громад

Менеджмент

і стратегічне управління

Білоконь Д.С., Федулова І.В. Процес управління ризиками інформаційної безпеки
Євсєєва І.В., Жицька І.В. Управління ризиками як необхідний засіб ефективного розвитку підприємства
Валькович Н.Р., Буковинська М.П. Дотримання стандартів соціальної відповідальності на підприємствах України
Капінус Л.В., Єрмолаєва М.В. Категорійний мерчандайзинг як інструмент впливу на поведінку споживачів

Науки про життя

Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Харчування як основна складова системи оздоровлення: точки зору Аюрведи і вітчизняної нутриціології

Охорона праці і цивільний захист

Сірик А.О., Євтушенко О.В. Використання мультиагентних технологій для підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві харчових підприємств

CONTENTS

Automation and Information Technologies

- 7 *Makovetska S., Myakshylo O., Hribkov S.* Research and mathematical modeling of raw materials supply to sugar plants due to genetic properties of sugar beet
- 16 *Krivoboka G.* Evaluation of linear model parameters by inaccurate input and output signals
- 22 *Lutska N., Hrytsenko N.* Creating control system models for distillation column
- 28 *Kozyrskyy V., Momotyuk V., Zaiets N.* Application of fuzzy Petri nets for the formation of educational samples of neural networks synthesis
- 35 *Stecenko D., Ladanyuk A., Smityuh Y., Savchenko T.* Development of the automated intelligent control for alcohol production process

Biotechnology and Microbiology

- 45 *Voronenko A., Ivakhniuk M., Pirog T.* Features of polysaccharide ethapolan synthesis on molasses and sunflower oil mixture
- 52 *Vorontsov O.* Waste water from livestock farms as a substrate for anaerobic fermentation

Enterprise Economy and Social Development

- 66 *Boyko P., Bondar M., Kutz A., Shiyani P.* Technology transfer as the basis for the development of Ukraine in the XXI century
- 77 *Esh S., Pyuro B.* The role of local development budgets in the formation of local budgets of regional groups

Business Administration and Strategic Management

- 84 *Bilokon D., Fedulova I.* Risk management process of information security
- 92 *Yevsieieva I., Zhytska I.* Risk management as necessary means of effective enterprise development
- 100 *Valkovych N., Bukovinska M.* Compliance with standards of social responsibility in Ukraine
- 110 *Kapimus L., Yermolayeva M.* Categorial merchandising as an instrument for influencing consumer behavior

Life Sciences

- 117 *Simakhina G., Naumenko N.* Nutrition as the main component of health-protection system: viewpoints by Ayurvedic and national nutritiology

Occupational Health and Civil Protection

- 126 *Siryk A., Yevtushenko O.* Using multi-agent technologies to increase the level of safety in the energy sector of food industry

Процеси і апарати харчових виробництв
Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Деренівська А.В. Основи вибору технологічного обладнання в пакувальних лініях харчових виробництв

Паламарчук І.П., Цуркан О.В., Присяжнюк Д.В., Полєвода Ю.А. Обґрунтування схеми віброозонуючої сушарки для післязбиральної обробки зерна

Погорилій Т.М. Регресійні рівняння для визначення густини ρ міжкристалльного розчину сахарози при уварюванні цукрового утфелю

Фізико-математичні науки

Гнатівський В.О., Медвідь Н.В. Застосування кореляційної методики при дифракції на періодичних структурах

Харчові технології

Кобець О.С., Десик М.Г., Арпуть О.В., Доценко В.Ф., Телічкін В.І. Використання вакуумного охолодження у технології бісквітних напівфабрикатів

Позожих М.І., Головка Т.М., Полупан В.В., Бакіров М.П., Пархоменко Л.О. Обґрунтування технології виробництва J-Se функціональної добавки у вигляді порошку

Новгородська Н.В., Блащук В.В. Використання білково-жирових емульсій при виробництві варених ковбасних виробів

Осокіна Н.М., Костецька К.В. Технологічні властивості зерна гібридів кукурудзи

Коліановська Л.М. Удосконалення технології виробництва екстракційних олій

Сабадаш Н.І., Пасічний В.М., Маринін А.І., Бахмут Ж.О. Ефективність очищення вонючої води комплексом ферментів

Карпутіна М.В., Харгелія Д.Д. Нешкідливі технології у виробництві безалкогольних напоїв з натуральної рослинної сировини

Власенко І.Г., Власенко В.В., Семко Т.В. Удосконалення технології сиру «Моцарелла-манзар» функціонального призначення

Зміст журналу «Наукові праці Національного університету харчових технологій» за 2016 рік

Processes and Equipment for Food Industries

140 *Kryvoplias-Volodina L., Gavva O., Derenivska A.* Fundamentals of selection process of the equipment for food production packaging lines

151 *Palamarchuk I., Tsurkan O., Prisyazhnyuk D., Poljevoda Y.* Rationalizing the scheme of vibro-ozonizing dryer for postharvest grain processing

157 *Pogorilyy T.* Regression equations for determining density ρ of intercrystalline sucrose solution at sugar massecuite boiling

Physical and Mathematical Sciences

165 *Gnatovskiy V., Medvid' N.* Use of correlation techniques in diffraction on periodic structures

Food Technology

173 *Kobets E., Desyk M., Arpul O., Dotsenko V., Telychkin V.* Use of vacuum cooling in the technology of biscuit semi-finished products

179 *Pogozhikh M., Golovko T., Polupan V., Bakirov M., Parhomenko L.* Rationale for production technology of the J-Se functional additive in powder form

189 *Novgorodska N., Blashchuk V.* Using protein-fat emulsions for cooked sausage production

195 *Osokina N., Kostetska K.* Technological properties of corn hybrid grains

206 *Kolianovska L.* Improving the production technology of oil extraction

213 *Sabadash N., Pasichnyi V., Marynin A., Bakhmut Z.* Efficiency of cleaning wool-wax water using enzyme complex

220 *Karputina M., Khageliia D.* Harmless technologies in the production of soft drinks from natural plant raw material

228 *Vlasenko I., Vlasenko V., Semko T.* Improving the technology of Mozzarella-manzar functional purpose cheese

237 **Contents of the journal "Scientific Works of the National University of Food Technologies" for 2016**

RATIONALIZING THE SCHEME OF VIBRO-OZONIZING DRYER FOR POSTHARVEST GRAIN PROCESSING

I. Palamarchuk, O. Tsurkan, D. Prisyazhnyuk, Y. Poljevoda
Vinnitsia National Agrarian University

Key words:

*Drying
Postharvest processing
Ozone-air mixture
Mechanical vibrations
Vibro-ozonizing dryer*

Article history:

Received 01.09.2016
Received in revised form
19.09.2016
Accepted 08.10.2016

Corresponding author:

O. Tsurkan
E-mail:
tsurkan_ov@mail.ru

ABSTRACT

The existing ways to remove the abundant moisture from grain are reviewed and their analysis is conducted in this article. The necessity of complex use of intensifying factors and driving forces for moisture removal is substantiated. The methods of applying ozonized air and mechanical vibrations are used for this purpose. The developed scheme of a dryer that will ensure the realization of the set goals.

ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ВІБРООЗОНУЮЧОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

І.П. Паламарчук, О.В. Цуркан, Д.В. Присяжнюк, Ю.А. Полсвода
Вінницький національний аграрний університет

У статті наведено існуючі способи видалення зайвої вологи із зерна та проведено їх аналіз. Обґрунтовано необхідність комплексного використання інтенсифікуючих і рушійних факторів для видалення вологи, зокрема застосування озонованого повітря й механічних коливань. Представлено схему розробленої сушарки, яка забезпечить реалізацію поставлених завдань.

Ключові слова: сушіння, післязбиральна обробка, озоноповітряна суміш, механічні коливання, віброозонуюча сушарка.

Постановка проблеми. Сушіння зернової сировини під час післязбиральної обробки є важливим технологічним процесом, метою якого є отримання матеріалу з нормативними властивостями. Для цього використовують два основні способи видалення зайвої вологи із зерна: у вигляді рідини і у вигляді пари. Найбільшого розповсюдження набув другий спосіб — тепловий. Енергія, необхідна для випаровування вологи, підводиться до зерна різними методами: конвекцією, кондукцією, терморадіацією, в електричному полі струмів високої частоти тощо.

Найбільшого застосування в технології зерносушіння отримало сушіння при конвективному теплопідведенні. У цьому випадку енергія, необхідна для випаровування вологи, підводиться до зерна у вигляді нагрітого газу — повітря або суміші повітря з продуктами згоряння палива [1]. Але поряд із своїми перевагами конвективний метод має і ряд недоліків, основним з яких є значна енергоємність процесу. В зв'язку з цим і надалі триває інтенсивний пошук методів зниження енерговитрат і підвищення продуктивності означеного процесу. Цю актуальну проблему можна вирішити шляхом створення конструкції сушарки, яка б надавала можливість реалізувати в сукупності інтенсифікуючі та рушійні фактори для видалення вологи із капілярно-пористих матеріалів, зокрема застосування фізичних (озоноване повітря) та вібраційних ефектів.

Використання вібраційної технології для сушіння зернової сировини значною мірою інтенсифікуватиме технологічний процес, а застосування озоноповітряної суміші як сушильного агента сприятиме не тільки зменшенню зараженості зерна грибами і бактеріями, а й пришвидшенню видалення зв'язаної вологи, яка знаходиться всередині кожної зернини. Такий підхід вимагає використання вібраційного обладнання й озонаторів, що призводить до додаткових вимог щодо безпеки виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У [2; 3] вказується, що концентрація озону в озоноповітряній суміші при сушінні зерна повинна підтримуватися у межах 2...40 мг/м³ залежно від початкової вологості і виду продукції. Авторами праць [3; 4] здійснена спроба обґрунтувати фізику інтенсифікації процесу сушіння за рахунок застосування озоноповітряної суміші. У [5] наведені переваги вібраційних сушарок порівню з традиційними і показані їх конструктивні особливості.

Метою статті є обґрунтування енергоефективної схеми сушарки для післязбиральної обробки зернової сировини з використанням механічних коливань і суміші повітря та озону як сушильного агента.

Виклад основних результатів дослідження. Сушіння зернової сировини за допомогою озоноповітряної суміші має ряд особливостей. У перший період сушіння частина озону вступає в окислювальні реакції на поверхні зерна з органічними і неорганічними речовинами, утворюючи при цьому вибухові леткі речовини й очищаючи поверхню матеріалу. В результаті цього опір потоку вологи зменшується. З іншого боку, частина поверхневої вологи витрачається на реакцію з утвореними озонідами [3].

При проходженні через зернову масу озон розкладається на O₂ і O, виділяючи теплоту, яка становить 142 кДж/моль. Атомарний кисень зв'язує вологу навколо себе у вигляді крапель, які виносяться потоком повітря. Після видалення поверхневої вологи озон може впливати на проникність клітинних мембран, наявність атомарного кисню сприяє руху вологи з клітин назовні. Наступний етап сушіння — відведення сорбційно-зв'язаної вологи. На цьому етапі велику роль відіграють теплота, що виділяється при розпаді озону, наявність атомарного кисню та іонів різної полярності. Електричні сили можуть сприяти ослабленню дипольних зв'язків молекул води із стінками поверхні. Все це істотно впливає на швидкість сушіння зерна [6].

У зерні та харчових продуктах волога перебуває у зв'язаному стані, тобто бере участь у процесах життєдіяльності. Форми зв'язку в них різноманітні, тому для їх руйнування потрібна велика кількість енергії.

При направленні озону на поверхню рослинного матеріалу виникають процеси, які швидко поширюються у внутрішніх тканинах. По суті, це зводиться до передачі енергії, яка вивільняється на молекулярних мішенях верхнього шару зернівки або харчового продукту, у внутрішні тканини і, звичайно, змінюється сумарний енергетичний потенціал. Причому частину надлишкової енергії беруть на себе фізико-хімічні перетворення, внаслідок яких змінюється структура клітинних мембран, окислювально-відновлювальний потенціал, іонна проникність та інші властивості клітини. Частина енергії перетворюється в тепло, що прискорює розвиток наступних процесів.

Взаємодія озону з рослинним матеріалом спричиняє в ньому зменшення енергетичного рівня зв'язків вологи, а також вносить свою частку в інтенсифікацію тепломасообміну. Встановлено, що масообмінні процеси прискорюються за рахунок того, що підвищується вологовіддача матеріалу на основі біохімічних, фізико-хімічних процесів і збільшується вологоутримувальна здатність сушильного агента.

Сушіння із використанням озоноповітряної суміші також запобігає розвитку мікрофлори на свіжозібраному зерновому матеріалі. Результативність дії озону на фітопатогенну мікрофлору, біохімічні процеси, агротехнічні показники та інші властивості залежить від обраного режиму обробки, а також від виду зерна. Концентрація озону 10 мг/м^3 і вище дозволяє зменшити інтенсивність дихання із самого початку процесу сушіння, чим перешкоджає розвитку процесу самозігрівання з подальшими позитивними ефектами: підвищенням збереження сухої речовини, настанням більш глибокого стану спокою при зберіганні.

Озоноповітряна суміш, яка використовується як сушильний агент, впливає на поверхневу мікрофлору не тільки завдяки зниженню вологості, але і завдяки знезаражувальній дії озону, яка обумовлена його концентрацією і температурним режимом сушіння. Використовуючи озонований сушильний агент з концентрацією озону $8\text{—}10 \text{ мг/м}^3$, можна досягти збереження і навіть покращення якісних показників матеріалу, що обробляється. При цьому кількісний показник фітопатогенної мікрофлори зменшується порівняно з тепловою обробкою у 2,2 раза. Також зменшується кількість пліснявих грибків і бактерій залежно від концентрації озону та початкової зараженості. Плісняві гриби при концентрації 10 мг/м^3 зникають на початку сушіння продуктів.

Слід зазначити, що при озоноповітряному сушінні продуктів некротичні зміни у рослинному матеріалі практично відсутні. Після закінчення сушіння вже через $3\text{—}18$ годин відновлюються клітинні мембрани і пошкоджений покривний шар. Продукція, яка оброблена при концентраціях до 40 мг/м^3 , не втрачає свою біологічну цінність. Вживання цієї продукції людиною не викликає в її організмі гістологічних і морфологічних змін.

Ефект вібраційного впливу та дії озону на зернову сировину при сушінні очевидний, тому необхідно створювати й впроваджувати у виробництво

сушарки, робота яких була б заснована на вищевказаних особливостях. У лабораторії кафедри процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені проф. П.С. Берника Вінницького національного аграрного університету розроблена віброозонуюча сушарка з перемішувачими лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу (рис. 1). Сушарка складається із сушильної камери 1 U-подібної форми з перфорованим днищем 26, яка встановлена на пружинах 2 і оснащена віброзбуджувачем 3 та газорозподільною решіткою, що виконана як пустотілий циліндр 4 з перфорованою боковою поверхнею, який розміщений по осі сушильної камери 1 і на якому розміщені чотири лопаті-перемішувачі 10—13 з еластичними скребками 14—17. При цьому перша і друга лопаті-перемішувачі 10, 11 зі скребками 14, 15 встановлені з можливістю рухомого контакту з поверхнею перфорованого днища 26 сушильної камери 1, а третя та четверта лопаті-перемішувачі 12, 13 зі скребками 16, 17 встановлені з можливістю рухомого контакту з перфорованою поверхнею пустотілого циліндра 4, який з однієї сторони з'єднаний із системою подачі-відбору сушильного агента 20. Крім того, лопаті-перемішувачі 10—13 з еластичними скребками 14—17 нерухомо з'єднані з корпусами 6, 7 підшипників 8, 9, які з'єднані з втулкою 21, що з'єднується з маятниковими механізмами 22 з маятниками 23 і 24, які розміщені зовні сушильної камери 1, які через пружини 25 з'єднуються між собою та камерою 1. Позицією 5 позначена зернова сировина, що піддається сушінню. Нижня частина сушильної камери встановлена всередині дифузора 27, який через пружне еластичне з'єднання 28 сполучений із системою подачі-відбору сушильного агента 20. Сушильна камера 1, що ущільнена пружними вставками 29, 30, у верхній частині має завантажувальний отвір 32, а на рівні днища розташований розвантажувальний лоток 33.

Віброозонуюча сушарка з перемішувачими лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу працює таким чином: від віброзбуджувача 3, що обертається з кутовою швидкістю ω_b , передаються кругові коливання в вертикальній площині U-подібній камері 1, в торцевих стінках якої встановлені підпружинені маятники 24. Гармонійні коливання, що генеруються приводом, кінематично збуджують крутильні коливання маятників 24. Власні частоти коливань маятників із вантажами необхідно вибрати приблизно рівними частоті коливань камери, але вони не повинні дорівнювати одна одній для створення їх протифазних коливань. Через пружини, які з'єднують маятники, крутильні коливання передаються від маятників 24 до маятників 23. Останні через зовнішні обойми механізмів вільного ходу з'єднані з втулкою 21, яка, у свою чергу, з'єднана з корпусами 6, 7 підшипників 8, 9, що нерухомо з'єднані з лопатями-перемішувачами. Крутильні коливання маятників 23 перетворюються в обертовий рух лопатів-перемішувачів 10—13. Завдяки пружним вставкам 29 між втулкою та камерою коливання камери на пустотілий циліндр не передаються, тому на механізми вільного ходу не впливають коливання і заклинювання роликів відбувається своєчасно. Варіюючи величинами мас вантажів m_1 і m_2 та жорсткостями пружин c_1 і c_2 у широких межах здійснюється регулювання величин крутного моменту і кутової швид-

кості обертання лопатів-перемішувачів. Крім того, через з'єднувальну пружину із жорсткістю c_2 не передається вібрація, а тільки пружні деформації.

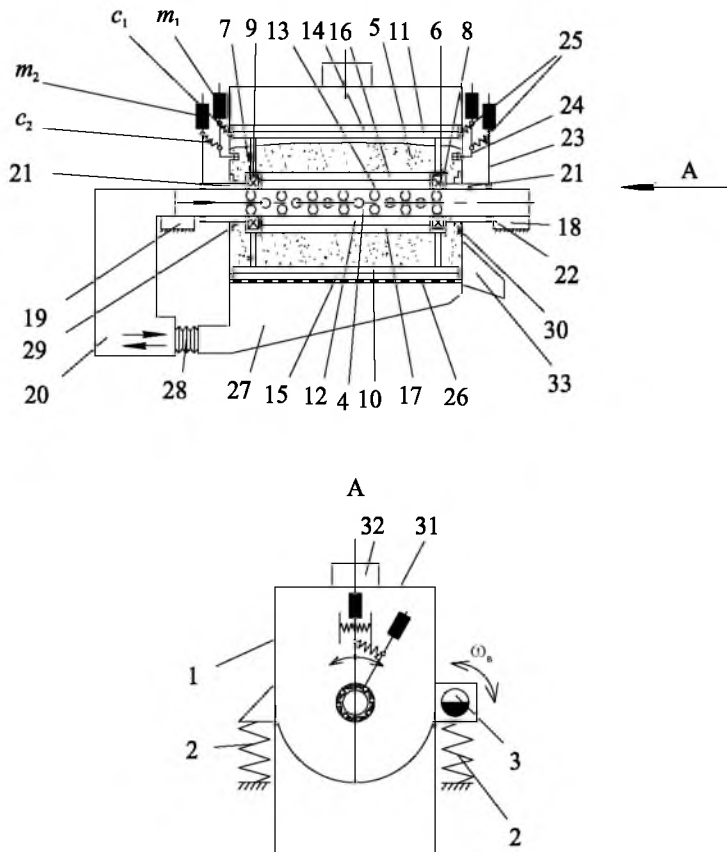


Рис. 1. Віброозонуюча сушарка з переміщуючими лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу: 1 — камера U-подібної форми; 2 — пружини; 3 — вібробуджувач; 4 — газорозподільна решітка; 5 — зернова сировина; 6, 7 — корпуси підшипників; 8, 9 — підшипники; 10—13 — лопаті-перемішувачі; 14-17 — еластичні скребки; 18, 19 — опори; 20 — система подачі-відбору сушильного агента; 21 — втулка; 22 — маятникові механізми; 23, 24 — маятники; 25 — пружини; 26 — перфороване днище; 27 — дифузор; 28 — еластичне з'єднання; 29, 30 — пружні вставки; 32 — завантажувальний отвір; 33 — розвантажувальний лоток

Представлена схема сушарки надасть можливість забезпечити узгоджений вплив інтенсифікуючих і рушійних факторів не тільки на вільну, а й на зв'язану вологу, що знаходиться у зерні. Це призведе до зменшення енерговитрат, часу обробки та зараженості зернової сировини грибками і бактеріями за рахунок використання озоноповітряної суміші як сушильного агента, забезпечить рівномірну обробку зерна за рахунок постійного оновлення його поверхні завдяки механічним коливанням. Виконання привода перемішуючих лопатів у вигляді маятників з механізмами вільного ходу не потребуватиме використання енергії та додаткових приводних елементів для їх обертання.

Висновки

У час постійного здорожчання енергоносіїв і суворого дотримання вимог до якості сільськогосподарської продукції все гостріше постає питання зменшення витрат, строків і підвищення кондиційних властивостей зерна у період проведення його післязбиральної обробки. У запропонованій енерго-ефективній схемі віброозонуючої сушарки з перемішувачами лопатями і маятниковими механізмами вільного ходу досягається рівномірність обробки зерна сушильним агентом, що забезпечує отримання продукції високої якості, а використання озоноповітряної суміші як сушильного агента інтенсифікує процес сушіння зернової сировини та знижує енерговитрати і тривалість його виконання. Оригінальним є привод перемішувачів лопатей, який не потребує використання електричної енергії і додаткових приводних механізмів.

Література

1. Данилов Д.Ю. Повышение эффективности сушки зерна: основные технологические приемы и направления / Д.Ю. Данилов, А.Ю. Рындин // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического университета, Княгинино. — 2015. — № 8/51. — С. 26—29.
2. Обработка зерна с использованием озонатора // Комбикормовая промышленность. — 1997. — № 2. — 28 с.
3. Троцкая Т.П. Сушка зерна с помощью озонозодушной смеси / Т.П. Троцкая // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. — 1985. — № 1. — С. 34—37.
4. Глуценко Н.Ф. Использование электроактивированного воздуха (ЭАВ) для сушки биологических объектов / Н.Ф. Глуценко, Н.А. Глуценко // Электронная обработка материалов. — 1987. — № 3. — С. 44—48.
5. Цуркан О.В. Особенности процесса и оборудования для сушки зернового сырья с использованием озона / О.В. Цуркан, Д.В. Присяжнюк, О.О. Герасимов, А.С. Коломиец // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. — 2016. — Vol. 18, # 4. — С. 37—44.
6. Ксенз Н.В. Повышение качества зерна на основе использования озонозодушной смеси / Н.В. Ксенз, К.Х. Попандопуло, И.Г. Сидорцов // Вестник аграрной науки Дона, Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, Зерноград. — 2009. — № 4. — С. 64—72.

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ВИБРООЗОНИРУЮЩЕЙ СУШКИ ДЛЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

И.П. Паламарчук, О.В. Цуркан, Д.В. Присяжнюк, Ю.А. Полевода
Винницький національний аграрний університет

В статье описаны существующие способы удаления лишней влаги из зерна и проведен их анализ. Обоснована необходимость комплексного использования интенсифицирующих и движущих факторов для удаления влаги, в частности применение озонированного воздуха и механических колебаний. Представлена схема разработанной сушки, которая обеспечит реализацию поставленных задач.

Ключевые слова: *сушка, послеуборочная обработка, озонозодушная смесь, механические колебания, виброозонирующая сушка.*