



jet.com.ua

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ISSN 1729-3774

информационные технологии

інформаційні технології

information
technologies

новая экономика

нова економіка

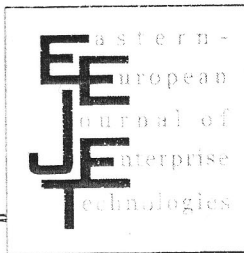
промышленные технологии

промислові технології

industrial
applications

1/7 (67)
2014

Восточно-Европейский
ЖУРНАЛ
передовых технологий



Східно-Європейський
ЖУРНАЛ
передових технологій

▪ Прикладная механика

1/7 (67) 2014

Содержание

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

- 4 Интегральні характеристики абсолютних і відносних коливань силосу при сейсмічних впливах
В. П. Шпачук, М. А. Засядько, А. О. Гарбуз, А. Ю. Абракітова
- 9 Оптимизация параметров 3D модели центробежной соковыжималки с автобалансиrom
минимизацией установившегося виброускорения
В. В. Гончаров, Г. Б. Филимоныхин
- 15 Обґрунтування конструкції вібрмашины для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів
І. А. Зозуляк
- 19 Исследование гидравлических характеристик роторно-пульсационного аппарата при
обработке водозерновой смеси
А. Н. Ободович, А. Ю. Лымарь
- 22 Математичне моделювання коливань колісної пари як основа методу акустичного контролю
І. Е. Мартинов, В. В. Бондаренко, Д. І. Скуріхін
- 29 Моделирование динамики частиц в вертикальном трехуровневом смесителе сыпучих
материалов
А. П. Мироненко, А. И. Завгородний
- 35 Исследование колебательных процессов в системе «карьерный самосвал-технологическая
дорога»
Ю. С. Рудь, И. С. Радченко, В. Ю. Белоножко

- 44 Напряженно-деформированное состояние грибовидных хвостовых соединений рабочих лопаток паровых турбин
Т. Н. Фурсова
- 48 Діагностування тягових електричних машин електротранспорту
В. М. Шавкун
- 53 Исследование силовых характеристик работы ротационного органа для междурядной обработки почвы
С. А. Беловол
- 58 О динамической нагруженности тяжелых машин при соударении смежных звеньев
Д. С. Лисюк, О. Ю. Талимонова, С. И. Трубачев
- 63 Abstrac&References

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Терзиян Ваган Яковлевич

д. т. н., профессор, Харьковский национальный университет радиотехники (Украина)
профессор Университета Ювяскюла (Финляндия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Бойчук А. Б., д. т. н., проф., Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков (Украина); **Бутко Т. В.**, д. т. н., проф., Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков (Украина); **Голдеский М. Д.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Cardoso Jorge**, Professor of University of Coimbra, Faculty of Science and Technology, Coimbra (Portugal); **Omelayenko Borys**, PhD, Senior Software Engineer at Elsevier Amsterdam Area, Amsterdam (Netherlands); **Rab Nawaz Lodhi**, PhD, COMSATS Institute of Information Technology, Sahiwal Campus (Pakistan); **Рыбак Л. А.**, д. т. н., проф., Старооскольский технологический институт, Старый Оскол (Россия); **Самсонкин В. Н.**, д. т. н., проф., Государственный научно-исследовательский центр железнодорожного транспорта Украины, Киев (Украина); **Соболев Ю. В.**, д. т. н., проф., Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков (Украина); **Фурман И. А.**, д. т. н., проф., Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства, Харьков (Украина); **Jakab Frantisek**, Assoc. professor of Technical University of Kosice, Department of Computers and Informatics, Kosice (Slovak Republic)

МАТЕМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА – ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

Ahmad Izhar, Associate Professor of King Fahd University of Petroleum and Minerals, Department of Mathematics and Statistics, Dhahran (Saudi Arabia); **Weber Gerhard Wilhelm**, Professor of Middle East Technical University, Institute of Applied Mathematics, Ankara (Turkey); **Демин Д. А.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», директор ЧИ «Технологический Центр», Харьков (Украина); **Зельк Я. И.**, д. т. н., ведущий научный сотрудник, Институт космических исследований Национальной академии наук Украины и Государственное космическое агентство Украины, Киев (Украина); **Кац М. Д.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Trujillo Juan J.**, Professor of Universidad de La Laguna, Faculty of Mathematics, San Cristobal de La Laguna (Spain)

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Andrianov Igor, Professor of RWTH Aachen University, Department of General Mechanics, Aachen, (Germany); **Дудников А. А.**, к. т. н., профессор, Полтавская государственная аграрная академия, Полтава (Украина); **Львов Г. И.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Machado José António Tenreiro**, Professor of Polytechnic of Porto, Institute of Engineering, Department of Electrical Engineering, (Portugal); **Пермяков А. А.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Подригало М. А.**, д. т. н., проф., Харьковский Национальный автомобильный технологический университет, Харьков (Украина); **Самородов В. Б.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина)

ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА

Гламздин А. В., к. ф.-м. н., старший научный сотрудник, Национальный Научный Центр «Харьковский физико-технический институт», Харьков (Украина); **Марьянчук П. Д.**, д. ф.-м. н., проф., Черновицкий национальный университет им. Ю. Федковича, Черновцы (Украина); **Новосядлий С. П.**, д. т. н., проф., Прикарпатский национальный университет им. Василия Стефаника, Ивано-Франковск (Украина); **Соболь О. В.**, д. ф.-м. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Стариков В. В.**, к. ф.-м. н., старший научный сотрудник, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина)

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Вахула Я. И., д. т. н., проф., Национальный университет «Львовская политехника», Львов (Украина); **Arvaldas Gaidikas**, Professor Kaunas University of Technology, Department of Physics, Kaunas (Lithuania); **Гликін М. А.**, д. т. н., проф., Технологический институт Восточноевропейского национального университета им. В. Дали, г. Северодонецк, (Украина); **Капустин А. Е.**, д. х. н., проф., Приазовский государственный технический университет, Мариуполь (Украина); **Carda Juan B.**, Professor of Universidad Jaime I, Department of Inorganic Chemistry, Castellón de la Plana (Spain); **Кондратов С. А.**, д. х. н., проф., Институт химических технологий Восточноевропейского национального университета им. В. Дали, Луцк (Украина); **Чумак В. Л.**, д. х. н., проф., Национальный авиационный университет, г. Киев (Украина)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Данько В. Г., д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Клименко Б. В.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков (Украина); **Sutikno Tole**, Professor of Universitas Ahmad Dahlan, Department of Electrical Engineering, Yogyakarta (Indonesia); **Терещенко Т. А.**, д. т. н., проф., Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев (Украина)

EDITOR IN CHIEF

Terzian Vagan

PhD, Professor of Kharkov National University of Radioelectronics (Ukraine)
Professor of the University of Jyväskylä (Finland)

EDITORIAL BOARD

COMPUTER SCIENCE

Boynuk Anatoly, Professor of Ukrainian State Academy of Railway Transport, Department of Automation and Computer telecontrol traffic, Kharkov (Ukraine); **Butko Tatiana**, Professor of Ukrainian State Academy of Railway Transport, Department of operational work and international transportation, Kharkov (Ukraine); **Cardoso Jorge**, Professor of University of Coimbra, Faculty of Science and Technology, Coimbra (Portugal); **Furman Ilya**, Professor of Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Department of Agricultural Mechanization, Kharkov (Ukraine); **Hodlyevskiy Mykhailo**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Automated Control Systems, Kharkov (Ukraine); **Jakab Frantisek**, Assoc. professor of Technical University of Kosice, Department of Computers and Informatics, Kosice (Slovak Republic); **Omelayenko Borys**, PhD, Senior Software Engineer at Elsevier Amsterdam Area, Amsterdam (Netherlands); **Rab Nawaz Lodhi**, PhD, COMSATS Institute of Information Technology Sahiwal Campus (Pakistan); **Rybak Larisa**, Professor of Staroskol Institute of Technology, Department of Automation and Industrial Electronics, Stary Oskol (Russia); **Samsonkin Valery**, Professor, Director of the State Research Center Railway Transport of Ukraine, Kyiv (Ukraine); **Sobolev Yuriy**, Professor, Advisor to the Rector of the Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkov (Ukraine)

MATHEMATICS

Ahmad Izhar, Associate Professor of King Fahd University of Petroleum and Minerals, Department of Mathematics and Statistics, Dhahran (Saudi Arabia); **Demin Dmitriy**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», director of the Private Company «Technology Center», Kharkov (Ukraine); **Katz Mark**, Professor of Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, Department of Applied Mathematics, Lugansk (Ukraine); **Teviashev Andrew**, Professor of Kharkov National University of Radioelectronics, Department of Applied Mathematics, Kharkov (Ukraine); **Trujillo Juan J.**, Professor of Universidad de la Laguna, Faculty of Mathematics, San Cristobal de La Laguna (Spain); **Weber Gerhard Wilhelm**, Professor of Middle East Technical University, Institute of Applied Mathematics, Ankara (Turkey); **Zyelyk Yarema**, Leading Researcher of Space Research Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine and National Space Agency of Ukraine, Kyiv (Ukraine)

ENGINEERING

Andrianov Igor, Professor of RWTH Aachen University, Department of General Mechanics, Aachen, (Germany); **Dudnikov Anatoly**, Professor of Poltava State Agrarian Academy, Department of the Repair machines and technology of constructional materials, Poltava (Ukraine); **Lvov Hennadiy**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Dynamics and Strength of Machines, Kharkov (Ukraine); **Machado José António Tenreiro**, Professor of Polytechnic of Porto, Institute of Engineering, Department of Electrical Engineering, (Portugal); **Permiakov Alexander**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Mechanical Engineering, Kharkov (Ukraine); **Podrigalo Mykhailo**, Professor of Kharkiv National Automobile and Highway University, Department of Mechanical Engineering Technologies and Repairs, Kharkov (Ukraine); **Samorodov Vadim**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Cars and Tractors, Kharkov (Ukraine)

APPLIED PHYSICS

Glamazdin Alexander, PhD, National Science Center «Kharkov Institute of Physics and Technology», Kharkov (Ukraine); **Novosyadlyi Stepan**, Professor of Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Department of Physics and Technology, (Ukraine); **Maryanchuk Pavlo**, Professor of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Department of Physics, (Ukraine); **Sobol Oleq**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Materials Science, Kharkov (Ukraine); **Starikov Vadim**, Senior Researcher of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Physics of metals and semiconductors, Kharkov (Ukraine)

MATERIALS SCIENCE, CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING

Carda Juan B., Professor of Universidad Jaime I, Department of Inorganic Chemistry, Castellón de la Plana (Spain); **Чумак Vitaliy**, Professor of National Aviation University, Department of Chemistry and Chemical Engineering, Kyiv (Ukraine); **Gaidikas Arvaldas**, Professor of Kaunas University of Technology, Department of Physics, Kaunas (Lithuania); **Glikin Marat**, Professor of East-Ukrainian National University, Technological Institute, Department of Technology of organic substances, fuels, and polymers, Severodonetsk (Ukraine); **Kapustin Alexey**, Professor of Pryazovskyi State Technical University, Department of Chemistry, Mariupol (Ukraine); **Kondratov Sergey**, Professor of Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University, Department of Mathematics and Computer Science, Lugansk (Ukraine); **Vakhula Yaroslav**, Professor of Lviv Polytechnic National University, Department of Silicate Engineering, Lviv (Ukraine)

ENERGY

Danko Vladimir, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Electrical Apparatus, Kharkov (Ukraine); **Klihenko Boris**, Professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of Electrical Apparatus, Kharkov (Ukraine); **Sutikno Tole**, Professor of Universitas Ahmad Dahlan, Department of Electrical Engineering, Yogyakarta (Indonesia); **Tereshchenko Tatiana**, Professor of National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Department of Industrial Electronics, Kyiv (Ukraine)

Почетный редактор

И. Г. Фидлипенко

доктор технических наук, профессор
Украинская Государственная Академия
железнодорожного транспорта, УКРАИНА

Учредители

ЧИ «Технологический Центр»
Украинская Государственная Академия
железнодорожного транспорта

Адрес редакции и издательства:

ул. Шаталова дача, 4, г. Харьков, Украина, 61145
ЧИ «Технологический Центр»
Тел.: +38 (057) 750-80-00
E-mail: nauka@jet.com.ua
Сайт: http://www.jet.com.ua,
http://journals.urau.com/eejet

Международная представленность и индексация журнала:

- Index Copernicus
- Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
- Ulrich's Periodicals Directory
- DRIVER
- Bielefeld Academic Search Engine (BASE)
- WorldCat
- Electronic Journals Library
- DOAJ
- EBSCO
- Research Bib
- American Chemical Society

Подписка:

оформляется через подписные агентства
«Идея», «Периодика», «Саммит», «Меркурий»
или через редакцию

Частичное или полное тиражирование любым способом материалов, опубликованных в этом издании, разрешается только с письменного согласия редакции

Свидетельство о государственной регистрации журнала

КВ № 17140-5910 ПР от 17.09.2010

Аттестовано

Высшей Аттестационной Комиссией Украины
Перечень № 12 постановления Президиума ВАК
№ 1-05.36 от 11.06.03

Аттестовано

Постановлением Президиума ВАК Украины
№ 1-05/2 от 27.05.2009, № 1-05/3 от 08.07.2009.
Бюллетень ВАК Украины № 8, 2009

Рекомендовано

Ученым Советом
протокол № 1 от 28.01.14 г.

Подписано в печать 04.02.2014 г.
Формат 60 × 84 1/8.
Цена договорная.
Тираж 1000 экз.

Проведено аналіз літературних джерел та обгрунтовано необхідність та можливість створення нових конструкцій сушарок з використанням вібраційних коливань робочого контейнера для інтенсифікації процесу сушіння. Запропоноване конструктивне рішення вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкип'ячому шарі дозволяє одночасно реалізувати два керовані технологічні процеси сушіння для інтенсифікації процесів тепло-масообміну при сушінні сипучих матеріалів

Ключові слова: зерно, сушіння, конвективне сушіння, вібромашина, вібрація, дебаланси, вібропривід, віброкип'ячий шар

Проведен анализ литературных источников и обоснована необходимость и возможность создания новых конструкций сушилок с использованием вибрационных колебаний рабочего контейнера для интенсификации процесса сушки. Предложенное конструктивное решение вибромашины для сушки гранулированных и зернистых материалов в виброкипящем слое позволяет одновременно реализовать два управляемых технологических процесса сушки для интенсификации процессов тепло-массообмена при сушке сыпучих материалов

Ключевые слова: зерно, сушка, конвективная сушка, вибромашина, вибрация, дебалансы, вибропривод, виброкипящий слой

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІБРОМАШИНИ ДЛЯ СУШІННЯ ГРАНУЛЬОВАНИХ І ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

І. А. Зозуляк

Асистент

Кафедра процеси та обладнання
переробних та харчових
виробництв ім. проф. П.С.Берника
Вінницький національний аграрний
університет

вул. Сонячна, 3, Вінниця, Україна, 21008

E-mail: tehnovnau@mail.ru

1. Вступ

Найважливішим завданням зернопереробної промисловості є розробка системи заходів та скорочення кількісних і якісних втрат зерна при його зберіганні. З метою приведення зерна в стійкий стан для зберігання, забезпечення кількісно-якісної характеристики зерна застосовують різні технологічні прийоми, серед яких найбільш ефективним є сушіння зерна. Задача полягає, насамперед, у зниженні вологості зерна до рівня нижче критичного, при якій фізіологічні процеси сповільнюються, а зернова маса перебуває в анабіотичному стані.

2. Літературний огляд

Результати експериментальних досліджень вібраційного сушіння і досвід промислової експлуатації обладнання показали наступні переваги застосування вібрацій при сушінні дисперсних матеріалів: інтенсивне перемішування частинок матеріалу; інтенсивне знімання вологи внаслідок постійного оновлення поверхні вологообміну; вирівнювання температури матеріалу в об'ємі сушильного апарату; поліпшення якості сушіння; зниження швидкості початку вібропсевдозрідження; зменшення енергетичних витрат; можливість суміщення різних технологічних операцій при безперервному веденні процесу (транспортування та сушіння, гранулювання і сушіння, формування оболонки і сушіння, поділ на

фракції та сушіння та ін); створення нових високо-ефективних вібраційних сушарок з регульованими параметрами вібрації [1 – 4].

Для реалізації технологічного процесу сушіння відома установка з віброкиплячим шаром для сушіння сільськогосподарської продукції АІ-КВО рис. 1 [5]. Вона являє собою камеру, в якій знаходяться чотири сушильних короби, розташованих один під іншим і попарно з'єднаних вертикальними тягами, та які пов'язані з ексцентриковим приводом і ресорами. Пари коробів коливаються за допомогою ексцентриків, перемішуючи та просушуючи при цьому матеріал, що знаходиться в коробах, продуваючи його сушильним агентом. Недоліком сушарки є велика металоємність, енергоємність, використання пари для нагрівання повітря, складність забезпечення герметизації камери сушіння.

Відома сушарка для сипучих матеріалів в віброкиплячому шарі переважно зернобобових та олійних культур, яка може бути використана для сушки ВСБК (рис. 2) [6], що представляє собою сушильну камеру з'єднану гнучкими елементами з лапірною камерою. Віброосушарка виконана як лабірент, утворений ребрами, які встановлені перпендикулярно газорозподільній решітці і встановлені відносно один одного в шаховому порядку. Матеріал на решітці піддається псевдозрідженню і переміщується по лабіренту сушарки під дією віброколивань.

Недоліком сушарки є складність конструкції, однократне використання сушильного агента, застосування одноступінчастого сушіння, неоднорідний

розподіл теплоносія по газорозподільних решетах і складність регулювання режимів технологічного процесу сушіння.

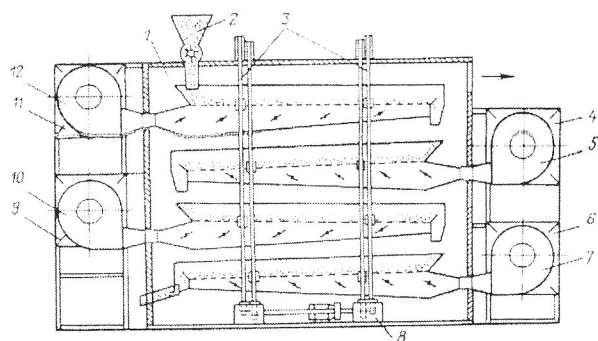


Рис. 1. Вібросушильна установка AI-KBO: 1 – сушильна камера; 2 – завантажувальний бункер; 3 – вертикальні тяги; 4, 6, 9, 11 – парові калорифери; 5, 7, 10, 12 – вентилятори; 8 – ексцентрикний привід

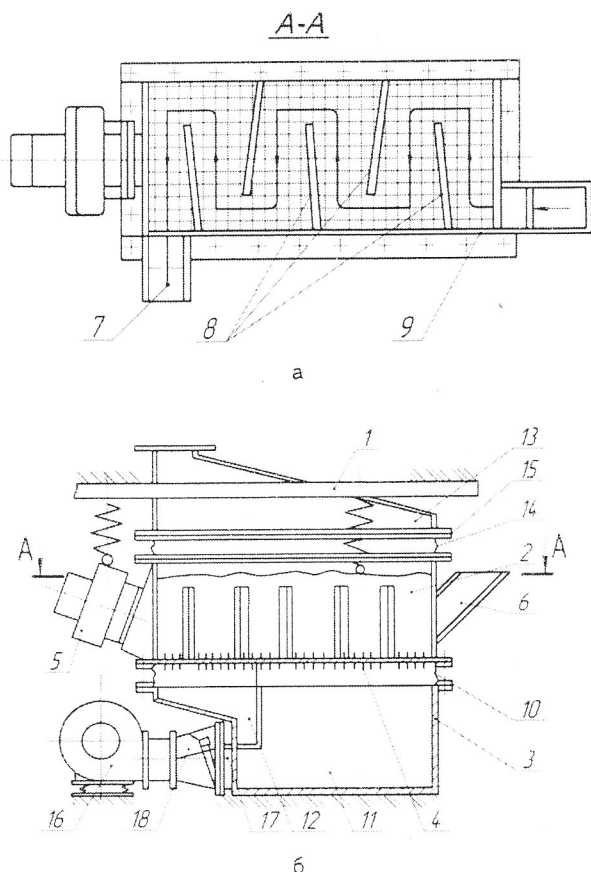


Рис. 2. Вібросушарка для сипучих матеріалів: а – загальний вигляд вібросушарки; б – розріз сушильної камери сушарки; 1 – рама; 2, 3 – сушильна і напірна камери; 4 – газорозподільна решітка; 5 – вібропривід; 6, 7 – завантажувальний і розвантажувальний лотки; 8 – ребра; 9 – стінки камери; 10, 14 – гнучкі елементи; 11, 12 – секції-подачі теплоносія і подачі повітря; 13 – короб; 15 – пружний елемент; 16 – вентилятор; 17 – калорифер; 18 – система подачі повітря

Особливістю комбінованих сушарок є багатосекційність їх конструкцій, де в процесі сушіння насіннєвий шар може знаходитися в різних станах в кожній з секцій, забезпечуючи цим раціональний режим сушіння ВСБК.

3. Мета роботи

Розробити конструктивне рішення сушарки для гранульованих і зернистих матеріалів із високою та керованою інтенсивністю процесів тепло-масообміну.

4. Матеріал і результати досліджень розробки конструктивного рішення вібромашини для сушки

Запропонована нова конструкція вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкільйному шарі, спроектована та виготовлена в науково-дослідній лабораторії Вінницького національного аграрного університету. Зовнішній вигляд якої зображено на рис. 3, а та рис. 3, б складається із рами 1 на якій на 2 встановлено корпус U – подібної форми 3 [7]. На корпусі U – подібної форми 3 розміщено автономні приводи які самовільно синхронізуються 6 керованого інерційного віброприводу котрі через муфти 7 передають крутний момент до керованих дебалансних вібраторів 8. Корпус U – подібної форми складається із (рис. 4) першої секції 4 та другої секції 5, на суміжній боковій стінці паралельних секцій U – подібної форми 11 зі сторони автономних приводів 6 які самовільно синхронізуються зроблено виріз 18. В першій (рис. 5, а) U – подібній секції 4 корпусу 3 розташована завантажувальна горловина 14 та електротен 12, що розташований в центральній частині секції 4 корпусу U – подібної форми 3 електричні контакти 19 якого виведено через торцеву стінку котра розташована навпроти торцевої стінки до якої закріплена завантажувальна горловина 14. В другій (рис. 5, б) U – подібній секції 5 корпусу 3 розташована вивантажувальна горловина 15 та пустотілий патрубок 13 із газорозподільними отворами. Вивантажувальна горловина 15 закріплена до торцевої стінки U – подібної секції 5 корпусу 3 таким чином, що має можливість переміщуватись у вертикальному напрямі та фіксуватись болтами у довільному положенні. Пустотілий патрубок 13 із газорозподільними отворами 20 своїм глухим кінцем кріпиться до торцевої стінки до якої закріплена завантажувальна горловина 14, а відкритим кінцем кріпиться до торцевої стінки на котрій виведено контакти 19 електротену 12 і до фланця пневмомережі 17. Корпус U – подібної форми зверху закривається газовивідною кришкою (на рисунках не показана) котра кріпиться до корпусу болтами, що розташовані по периметру 16. Після запуску приводів 6 та самосинхронізації керованих дебалансних віброприводів 8 корпус U – подібної форми 3 разом із сипучим матеріалом в U – подібних секціях 4 та 5 починає здійснювати коливні рухи по коловій (еліптичній) траєкторії на певній частоті.

В результаті колових рухів сипучого матеріалу в U – подібних секціях 4 та 5 (рис. 4) проходить інтенсивне перемішування сипучого матеріалу. За ра-

хунок безперервної подачі сипучого матеріалу через завантажувальну горловину 14 відбувається процес ідеального витіснення, котрий полягає у поршнево-му переміщенні потоку сипучого матеріалу та повно-му перемішуванню в напрямку перпендикулярному до руху потоку сипучого матеріалу [8]. У результаті накладання витіснення із коловим перемішуванням утворюється спіралеподібна траєкторія руху довільного елемента сипучого матеріалу (гранул або зернин) в здовж U – подібних секцій 4 та 5 (рис. 4).

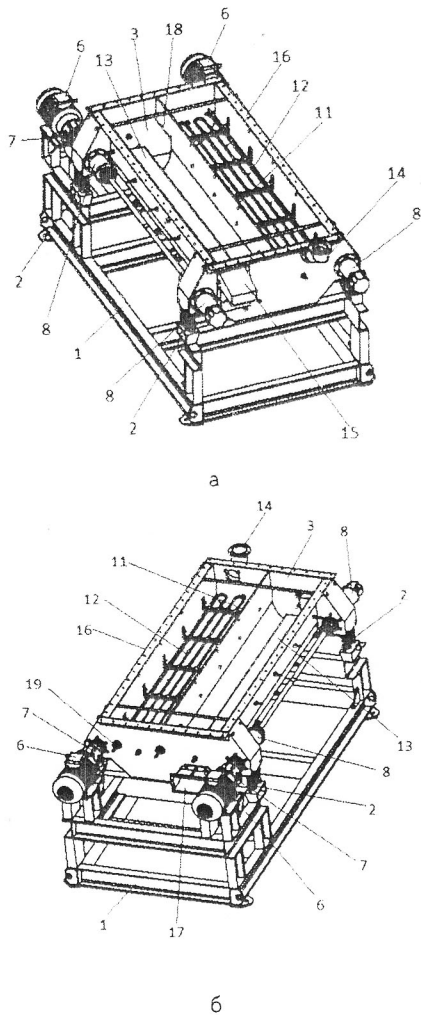


Рис. 3. Конструктивне рішення вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкип'ячому шарі: а – вид із сторони завантажувальної та розвантажувальної горловини; б – вид із сторони електродвигунів: 1 - рама; 2 - пружна підвіска; 3 - корпус; 6 - привод; 7 - муфта; 8 - дебалансний вібратор; 11 - бокова стінка; 12 - електротен; 13 - пустотілий патрубок; 14 - завантажувальна горловина; 15 - вивантажувальна горловина; 16 - кріплення кришки; 17 - пневмомережа; 18 - виріз; 19 - електричні контакти

Завдяки тому, що керовані дебалансні віброприводи 8 можуть плавно у довільних межах змінювати [9] амплітуду циклічної вимушеної сили, відбувається відповідна зміна амплітуди коливань корпусу U – подібної форми 3 разом із сипучим матеріалом в

U – подібних секціях 4 та 5 (рис. 4). Керування амплітудою коливань здійснюється за допомогою розробленого та запатентованого керованого синхронного вібробуджувача [10] та дозволяє змінювати колову траєкторію (радіус спіралі) руху сипучого матеріалу по U – подібних секціях 4 та 5. В результаті зміни амплітуди коливань корпусу U – подібної форми 3 змінюються технологічні параметри сушки, зокрема: інтенсивність перемішування сипучого матеріалу та час його перебування в U – подібних секціях 4 та 5. Перехід сипучого матеріалу із першої U – подібної секції 4 до другої U – подібної секції 5 відбувається через виріз 18. Спіралеподібна форма руху сипучого матеріалу по секції 4 U – подібного корпусу забезпечує рівномірне прогрівання всього об'єму сипучого матеріалу електротеном 12.

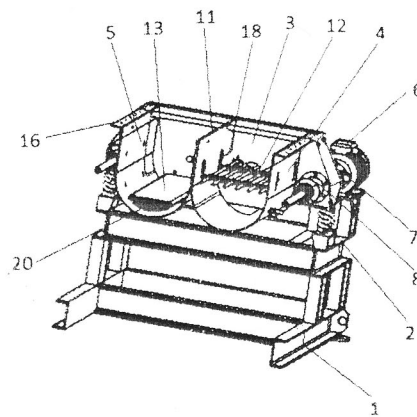


Рис. 4. Поперечний розріз першої та другої секції U – подібного корпусу вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкип'ячому шарі: 1 - рама; 2 - пружна підвіска; 3 - корпус; 4 - перша секція; 5 - друга секція; 6 - привод; 7 - муфта; 8 - дебалансний вібратор; 11 - бокова стінка; 12 - електротен; 13 - пустотілий патрубок; 16 - кріплення кришки; 18 - виріз; 20 - газорозподілюючі отвори

В результаті температурного градієнту в першій секції 4 (рис. 5, а) U – подібного корпусу відповідно до [11] відбуватиметься вилучення вологи із верхніх шарів елементів (елементарних частинок), що являються сипучим матеріалом. Відповідно [11] при інтенсивному нагріванню вологого тіла (в нашому випадку елементарної частинки сипучого матеріалу) в його середині виникає надлишковий тиск через внутрішній опір тіла руху пари, що утворилась в результаті швидкого випаровування вологи. Тобто, при температурному градієнті в першій секції 4 U – подібного корпусу попри випаровування вологи із верхніх шарів, волога все ж таки залишається в центральних шарах елементарних частинок сипучого середовища. Для усунення даного недоліку технологічного процесу сушіння температурним градієнтом у другій секції 5 (рис. 5, б) U – подібного корпусу при перемішуванні сипучого матеріалу за допомогою пустотілого патрубка 13 із газорозподілюючими отворами 20 реалізується технологічний процес конвективної сушки.

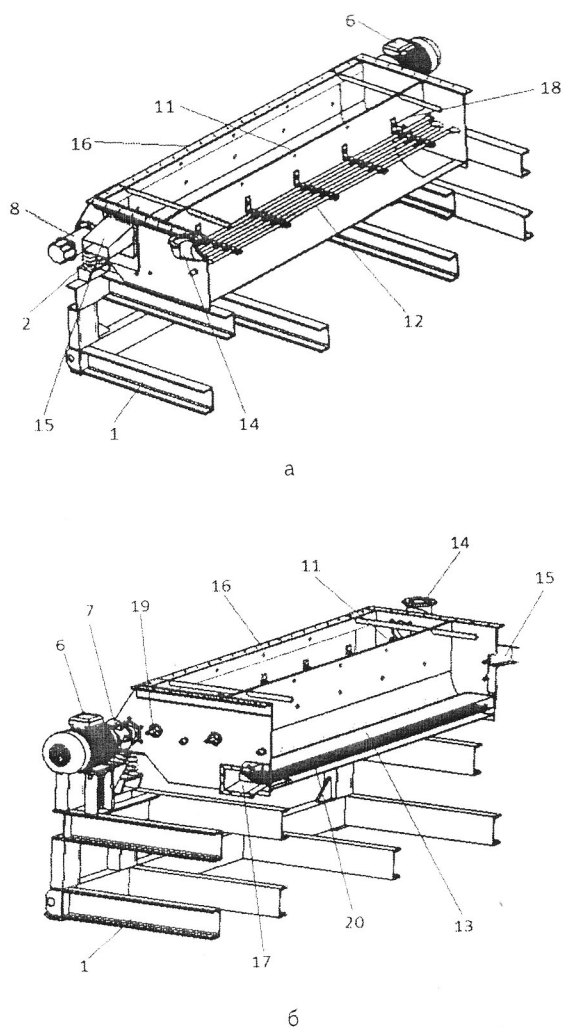


Рис. 5. Повздовжній розріз першої та другої секції U – подібного корпусу вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкип'ячому шарі: а – секція із температурним градієнтом; б – секція конвективної сушки: 1 - рама; 2 - пружна підвіска; 6 - привод; 7 - муфта; 8 - дебалансний вібратор; 11 - бокова стінка; 12 - електродвигун; 13 - порожній патрубок; 14 - завантажувальна горловина; 15 - вивантажувальна горловина; 16 - кріплення кришки; 17 - пневмережа; 18 - виріз; 19 - електричні контакти; 20 - газорозподілюючі отвори

При конвективному сушінні волога видаляється із елементарних частинок сипучого матеріалу в результаті випаровування із верхніх шарів, а на зміну волозі, що випарувалась із центральних шарів елементарних частинок сипучого матеріалу переміщується волога під дією градієнта концентрації вологи. Постійна подача гранульованих і зернистих матеріалів через вивантажувальну горловину 14 та вивантаження готової продукції через вивантажувальну горловину 15 у безперервному циклі, дозволяє при даному конструктивному рішенні вібромашини реалізувати технологічний процес сушки із температурним градієнтом (секція 4) та технологічний процес конвективної сушки (секція 5).

5. Висновок

Запропоноване конструктивне рішення вібромашини для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкип'ячому шарі дозволяє одночасно реалізувати два керовані технологічні процеси сушіння для інтенсифікації процесів тепло-масообміну при сушінні сипучих матеріалів. Завдяки тому, що у першій секції U – подібного корпусу вібромашини відбувається накладання температурного градієнту на кероване вібраційне перемішування та переміщення (реалізоване витісненням сипучого матеріалу) вздовж секції U – подібного корпусу відбувається інтенсивне випаровування вологи із верхніх шарів гранульованих і зернистих матеріалів. Волога, що залишилась у центральних шарах гранульованих і зернистих матеріалів у другій секції U – подібного корпусу вібромашини при керованому перемішуванні та переміщенні сипучого матеріалу вздовж секції U – подібного корпусу за допомогою порожнього патрубку із газорозподілюючими отворами інтенсивно видаляється методом конвективного сушіння.

Література

1. Авдеев, А. В. Технологические линии для поточной послеуборочной обработки зерна [Текст] : Сб. науч. тр. / А. В. Авдеев, Г. В. Ануфриев и др. – М. : ВИСХОМ, 1989. – С. 16-22.
2. Антонов, С. Т. Машины и аппараты пищевых производств [Текст] / С. Т. Антонов, И. Т. Кретов, А. П. Остриков и др. – М. : Высшая школа, 2001. – 138 с.
3. Малин, Н. И. Энергосберегающая сушка зерна [Текст] / Н. И. Малин. – М. : Колос, 2004. – 238 с.
4. Резников, В. А. Зависимость качества зерна от равномерности нагрева при сушке [Текст] / В. А. Резников // Мукомольно-элеваторная промышленность. – 1968. – № 1. – С. 25–30.
5. Кац, З. А. Сушка пищевых продуктов в виброкипящем слое [Текст] / З. А. Кац, А. П. Рысин – М. : ЦНИИТЭИ Пищепром, 1972. – 44 с.
6. Вібросушилка для сипучих матеріалів [Текст] : пат. 2047066 Російська Федерація, МПК F 26 В 17/26, 3/092. / Тумасов А. С., Захаров В. П., Пузанков А. А.; заявитель и патентообладатель Тумасов А. С. – №5012593/06; заявл.02.09.91; опубл. 27.10.95. Бюл. №30. – 6 с.
7. Вібромашина для сушіння гранульованих і зернистих матеріалів у віброкип'ячому шарі [Текст] : пат. 84564 Україна, МПК F26B 17/00 (2013.01) / Чубик Р. В., Зозуляк І. А., Мокрицький Р. Б., Зозуляк О. В. Вінницький національний аграрний університет. № п 2013 05064; заяв 19.04.2013; опубл. 25.10.2013, бюл. № 20. – 6 с.
8. Анисимов, А. В. Расчет и оптимизация химических реакторов. Часть 1. Идентификация структуры потоков в химических реакторах методом исследования функций откликов. Конспект лекций. [Текст] / А. В. Анисимов, В. С. Тимофеев. – М. : МИТХТ Росвузнаука, 1992. – 40 с.

9. Чубик, Р. В. Керовані вібраційні технологічні машини [Текст] / Р. В. Чубик, Л. В. Ярошенко. – Вінниця: ВНАУ, 2011. – 355 с.
10. Керований синхронний вібробуджувач [Текст] : пат. 84565 Україна. МПК В06В 1/16 (2006.01) / Чубик Р. В., Зозуляк І. А., Мокрицький Р. Б., Зозуляк О. В. – Вінницький національний аграрний університет. - № у 2013.05065; заяв 19.04.2013; опубл. 25.10.2013, бюл. № 20. – 14 с.
11. Лыков, М. В. Сушка в химической промышленности [Текст] / М. В. Лыков. – М.: Химия, 1970. – 432 с.

Обґрунтовано актуальність обробки водозернової суміші роторно-пульсаційним апаратом. Представлені результати досліджень гідравлічних характеристик даного апарату при обробці зернової суміші з водою. Обрані оптимальні режими обробки даного середовища. Досліджені продуктивність роторно-пульсаційного апарату, а також отримані результати, які дозволяють застосувати їх у проектуванні промислових установок з приготування рідких кормів для сільськогосподарських тварин

Ключові слова: роторно-пульсаційний апарат, гідравлічні характеристики, водозернова суміш, рідкий корм

Обоснована актуальность обработки водозерновой смеси роторно-пульсационным аппаратом. Представлены результаты исследований гидравлических характеристик данного аппарата при обработке зерновой смеси с водой. Выбраны оптимальные режимы обработки данной среды. Исследована производительность роторно-пульсационного аппарата, а также получены результаты, которые позволяют применить их в проектировании промышленных установок по приготовлению жидких кормов для сельскохозяйственных животных

Ключевые слова: роторно-пульсационный аппарат, гидравлические характеристики, водозерновая смесь, жидкий корм

УДК 636.084(075.8).532.528

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОТОРНО- ПУЛЬСАЦИОННОГО АППАРАТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДОЗЕРНОВОЙ СМЕСИ

А. Н. Ободович

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук*

E-mail: tdsittf@ukr.net

А. Ю. Лымарь

Аспирант*

E-mail: anna_kro@ukr.net

*Институт технической теплофизики
Национальной академии наук Украины
ул. Булаховского Академика, 2, г. Киев,
Украина, 03164

1. Введение

В современных рыночных условиях сельскохозяйственное производство ориентировано на энерго- и ресурсосбережение. Вследствие этого постоянно растут требования к качеству измельчения зернофуража, снижению расхода энергии, металла. Проблемная ситуация заключается в том, что традиционные измельчающие устройства и научные знания в этой области не могут обеспечить дальнейшее коренное совершенствование данного процесса.

2. Постановка проблемы

На сегодняшний день возникла потребность в повышении интенсивности, улучшении качественных показателей кормоприготовительных аппаратов, разработке конструкции нового оборудования – высокопроизводительного и технологичного.

Одним из перспективных путей повышения эффективности производства является использование роторно-пульсационных аппаратов (РПА), основанных на принципе дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). Возможности данного оборудования позволяют успешно осуществлять дробление, перемешивание, растворение с одновременным подогревом жидкой массы и ряд иных процессов [1, 2].

В институте технической теплофизики НАН Украины было разработано оборудование, которое реализует основные механизмы ДИВЭ: эффекты, связанные с ускорением движения непрерывной фазы, действие напряженный сдвига, кавитационные механизмы, механизмы взрывного вскипания [3 – 6].

Целью работы является исследование гидравлических показателей работы РПА при обработке водозерновой смеси в технологии приготовления жидких кормов. Объектами исследований была водозерновая смесь с различным содержанием твердой фазы и РПА, состоящий из статора и ротора.