

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

1.2023

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2023, Issue 1, Volume 317

Хмельницький

**ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2023, № 1(317)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu_tekh

Включено до науково-метричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAAJ
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221
CrossRef	http://doi.org/10.31891/2307-5732

Головний редактор	Скиба М. Є. , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора	Синюк О. М. , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Горященко С. Л. , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї
Технічні науки

Березненко С.М., д.т.н., Бойко Ю.М., д.т.н., Говорущенко Т.О., д.т.н., Гордєєв А.І., д.т.н., Горященко С. Л., к.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Защепкіна Н.М., д.т.н., Рубаненко О. О., д.с.н., Захаркевич О.В., д.т.н., Злотенко Б.М., д.т.н., Зубков А.М., д.т.н., Каплун П.В., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Любош Хес, д.т.н., (Чехія), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мартинюк В.В., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Місяць В.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Параска О.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Горошко А.В., д.т.н., Сарібекова Ю.Г., д.т.н., Семенко А.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Харжевський В.О., д.т.н., Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Бубулєс Альгімантас, доктор наук (Литва), Елсаєд Ахмед Ельнашар, доктор наук (Єгипет), Кальчиньскі Томаш, доктор наук (Польща), Лунтовський Андрій, д.т.н. (Німеччина), Матушевський Мацей, доктор наук (Польща), Мушлевський Лукаш, доктор наук (Польща), Мушял Януш, доктор наук (Польща), Натріашвілі Тамаз Мамієвич, д.т.н., (Грузія), Попов Валентин, доктор природничих наук (Німеччина)

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 08 від 23.02.2023 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

☎	(038-2) 67-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik
e-mail:	visnyk.khnu@khmnu.edu.ua visnyk.khnu@gmail.com		http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24922-14862ПР від 12 липня 2021 року

© Хмельницький національний університет, 2023
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2023

ЗМІСТ

ДУБАС ЮРІЙ, КУНАНЕЦЬ НАТАЛІЯ ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЇ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ДОПОМОГИ У ФОРМУВАННІ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ СТУДЕНТІВ	9
БАБЕНКО ОЛЕКСІЙ, КУТІНА МАРИНА, ПРОЦЕНКО ЛЮДМИЛА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	18
БОРТНИК ГЕННАДІЙ, БОРТНИК ОЛЕКСАНДР, КИРИЛЮК СЕРГІЙ СПЕКТРАЛЬНО-КОВАРІАЦІЙНИЙ МЕТОД КЛАСИФІКАЦІЇ РАДІОСИГНАЛІВ	21
ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ МИКОЛА, ВАРГАТЮК ГАННА, БОЛДИРЕВА ОЛЬГА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ РАДІОІНТЕРФЕЙС З ПІДТРИМКОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	26
ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ МИКОЛА, ПРИКМЕТА АНДРІЙ, ОЛІЙНИК АНДРІЙ, НІКІТОВИЧ ДІАНА ОПТИМІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ	33
ВЕСЕЛОВСЬКА НАТАЛІЯ, БУРЛАКА СЕРГІЙ МЕТОДИ ТА ПРИЙОМУ КОМБІНУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОМПЛЕКСНИХ ҐРУНТОБРОБНИХ МАШИН	42
ВЛАСЮК ВАЛЕНТИН ПОБУДОВА ПРОГНОЗОВАНИХ МОДЕЛЕЙ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТРАДИЦІЙНИХ ТА СКЛАДЕНИХ ЗГІДНО З КОНЦЕПЦІЄЮ SMART GRID СХЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ ШАХТ	48
ГОРБІЙЧУК МИХАЙЛО, КРОПИВНИЦЬКИЙ ДМИТРО ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПОГЛИБЛЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ З ВРАХУВАННЯМ СТАНУ ОЗБРОЄННЯ ДОЛОТА	58
ГУРМАН ІВАН, БОБРОВНИКОВА КІРА, БЕДРАТЮК ЛЕОНІД, БЕДРАТЮК ГАННА МЕТОД АНАЛІЗУ ПРОГРАМНОГО КОДУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЯДРА CUDA	67
ДАНИЛКОВИЧ АНАТОЛІЙ, САНГІНОВА ОЛЬГА ЗАСТОСУВАННЯ ТАНИДІВ АКАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛАСТИЧНИХ ШКІР	74
ДАНИЛКОВИЧ АНАТОЛІЙ, ЛІЩУК ВІКТОР ФОРМУВАННЯ ВЗУТТЄВОЇ ШКІРИ ЗІ СПИЛКУ ШКУР СВИНЕЙ	82
ЗАЛЮБОВСЬКИЙ МАРК, ПАНАСЮК ІГОР, ЛИЧОВ ДМИТРО, КОШЕЛЬ ГАННА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РЕЖИМІВ РУХУ РОБОЧОГО МАСИВУ В ГАЛТУВАЛЬНІЙ МАШИНІ З ДОДАТКОВОЮ РУХОМОЮ ЛАНКОЮ ПОВЗУНОМ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЗМІНИ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ	87
ЗЕЛІНСЬКА ОКСАНА, ПОТАПОВА НАДІЯ, МЕЛЬЯНОВА АНАСТАСІЯ ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ВЕДЕННЯ РЕЄСТРУ КЛІЄНТІВ БАНКУ	94
КОВАЛЬОВ ЮРІЙ, ПЛЕШКО СЕРГІЙ, СУВОРОВ ІВАН РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЕКСТРУДЕРА	100
КРАВЦОВ АНДРІЙ, ЛЕВКІН ДМИТРО, БЕРЕЖНА НАТАЛІЯ, ЛЕВКІН АРТУР МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ БІООб'єктових ЗАДАЧ	105

КРАВЧЕНКО СВІТЛАНА, МАРЧУК ГАЛИНА, ЛОКТИКОВА ТАМАРА, ГРИШКУН ЄВГЕНІЙ МЕТОДИ ЮЗАБІЛІТІ-ТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ	111
КУЧЕРЕНКО ЮЛІЯ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ПОКРИТТІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЕННЯ	119
ЛЕМЕШКО АРТЕМ, АНТОНЕНКО АНДРІЙ, ЦВИК ОЛЕКСАНДР АНАЛІЗ І ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТРАФІКУ	123
МАМУТА МАРИНА, КРАВЧЕНКО ІГОР, МАМУТА ОЛЕКСАНДР ХОСТИНГ СТАТИЧНОГО ВЕБ-САЙТУ ЗАСОБАМИ AWS S3	128
МАРТИНЮК ТЕТЯНА, КОЖЕМ'ЯКО АНДРІЙ, БОРТНИК ГЕНАДІЙ, ВОЙНАЛОВИЧ ОЛЕКСАНДР АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ «ТРИВАЛІСТЬ-КОД»	135
МИХАЙЛОВА НІНА, ПРИВАЛА ВАЛЕРІЙ, ЛУЩЕВСЬКА ОЛЕНА ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР НА МАТЕРІАЛИ ІЗ ПОЛІМЕРНИМ ПОКРИТТЯМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В СТАТИЧНИХ УМОВАХ	139
ОЛІЙНИК ГАЛИНА, ДАНЧЕНКО ЮЛІЯ, КОРНИЦЬКА ЛАРИСА, РАСТОРГУЄВА МАРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОДУКЦІЇ СЕРІЇ DEKODER DERUFA ДЛЯ ОЗДОБЛЕННЯ СТІНИ В СУЧАСНОМУ ІНТЕР'ЄРІ	145
ОНИЩУК ОКСАНА ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ФЛОКУЛЯЦІЇ ТА КОАГУЛЯЦІЇ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОДИ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ	151
ПАЗДРІЙ ІГОР ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКІВ	155
ПЕДЯШ ВОЛОДИМИР МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕДАВАННЯ ОТН З МОДУЛЯЦІЄЮ ПО ІНТЕНСИВНОСТІ	162
ПЕДЯШ ВОЛОДИМИР ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА	167
ПОТАПОВА НАДІЯ, ВОЛОНТИР ЛЮДМИЛА МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ ЗАПАСАМИ ІЄРАРХІЧНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ	174
РИМАР ТЕТЯНА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ПРОЦЕСУ ПОРИЗАЦІЇ РІДИННОСКЛЯНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ В УМОВАХ НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ	181
СИНЮК ОЛЕГ, КРАВЧУК ОЛЬГА, КРАВЧУК АНДРІЙ, МАГДІН ВІКТОР, ЗОЛОТЕНКО ІВАН МОДЕЛЬ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ	186
СЛАВІНСЬКА АЛЛА, СИРОТЕНКО ОКСАНА АНАЛІЗ СУЧАСНОГО НАСТИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ У ШВЕЙНІЙ ГАЛУЗІ	196
СОКІЛ МАРІЯ, ЗВОРСЬКИЙ АНДРІЙ СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ПОСЛУГИ БІБЛОТЕКИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНОГО ТА НАУКОВОГО ПРОЦЕСІВ ЗВО В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	205

СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ ВІКТОР ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЗМІВ ПОРТАЛЬНИХ КРАНІВ «ГАНЦ»	209
ЧИГІНЬ ВАСИЛЬ, ПАЗИНЮК МИХАЙЛО, ТЕРЕНДІЙ ОЛЬГА, МЕНЬШИКОВ ОЛЕКСІЙ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВІДДАЛЕНОГО ПРИСТРОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ PYTHON-СЕРВЕРА FLASK	214
ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР, КОЛЬВА МИКИТА, ЄГОРОВ ДМИТРО, КОЛИСКО ОКСАНА, ЩЕРБАНЬ ЮРІЙ РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ КІНЕМАТИЧНОГО ТА ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ ВАЖЛИВИХ МЕХАНІЗМІВ МАШИН ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ПРОГРАМИ ДЛЯ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	220
КОЗУБ ЮРІЙ, КОЗУБ ГАЛИНА ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ МУЛЬТИПЛАТФОРМНИХ ЗАСТОСУНКІВ НА KOTLIN	224
РУТКЕВИЧ ВОЛОДИМИР, ДІДИК АНДРІЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ СУШІННЯ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА В ШКАРАЛУПІ	230

CONTENT

DUBAS YURI, KUNANETS NATALIYA USE OF ONTOLOGY IN INFORMATION SYSTEM TO ASSIST IN THE FORMATION OF AN INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY OF STUDENTS	9
BABENKO OLEKSIY, KUTINA MARYNA, PROTSENKO LYUDMILA STUDY OF THE EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF BIOGAS INSTALLATIONS AT ENTERPRISES OF THE AGRICULTURAL COMPLEX	18
BORTNYK GENNADIY, BORTNYK OLEXAND, KYRYLYUK SERGIY SPECTRAL-COVARIATION METHOD OF CLASSIFICATION OF RADIO SIGNALS	21
VASYLKIVSKYI MIKOLA, VARGATYUK GANNA, BOLDYREVA OLGA INTELLIGENT RADIO INTERFACE WITH THE SUPPORT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	26
VASYLKIVSKYI MIKOLA, PRYKMETA ANDRII, OLIYNYK ANDRII, NIKITOVYCH DIANA OPTIMIZATION OF INTELLIGENT TELECOMMUNICATION NETWORKS	33
VESELOVSKA NATALIYA, BURLAKA SERHIY METHODS AND TECHNIQUES COMBINATION WORKING BODIES OF COMPLEX SOIL PROCESSING MACHINES	42
VLASYUK VALENTYN BUILDING PREDICTIVE ELECTRICITY CONSUMPTION MODELS FOR TRADITIONAL AND SMART GRID POWER SUPPLY SCHEMES FOR IRON ORE MINES	48
GORBIYCHUK MYKHAIL, KROPYVNYTSKYI DMYTRO OPTIMAL CONTROL OF THE WELL DEEPENING PROCESS CONSIDERING THE CONDITION OF THE BITTING EQUIPMENT	58
HURMAN IVAN, BOBROVNIKOVA KIRA, BEDRATYUK LEONID, BEDRATYUK HANNA APPROACH FOR CODE ANALYSIS TO ESTIMATE POWER CONSUMPTION OF CUDA CORE	67
DANYLKOYVYCH ANATOLIY, SANGINOVA OLGA APPLICATION OF ACACIA TANNINS IN ELASTIC LEATHER MATERIALS PRODUCTION TECHNOLOGY	74
DANYLKOYVYCH ANATOLII, LISHCHUK VIKTOR FORMATION OF SHOE LEATHER FROM SPLIT PIG HIDES	82
ZALYUBOVSKYI MARK, PANASYUK IGOR, LYCHOV DMITRO, KOSHEL GANNA RESEARCH OF THE CHANGE OF THE MOTION MODES OF THE WORKING ARRAY IN A TURNING MACHINE WITH AN ADDITIONAL MOVEABLE SLIDING LINK DEPENDING ON THE CHANGE OF DESIGN FEATURES	87
ZELINSKA OKSANA, POTAPOVA NADIYA, YEMELIANOVA ANASTASIIA INFORMATION SYSTEM FOR MAINTAINING THE REGISTER OF CLIENTS OF THE BANK	94
KOVALYOV YURI, PLESHKO SERGEY, SUVOROV IVAN DEVELOPMENT OF IMPROVED ROBOTICS EXTRUDER LOADING SYSTEM	100
KRAVTSOV ANDRII, LEVKIN DMYTRO, BEREZHNA NATALIYA, LEVKIN ARTUR METHODOLOGICAL APPROACH TO THE MATHEMATICAL MODELS CONSTRUCTION OF BIOOBJECT PROBLEMS	105

KRAVCHENKO SVITLANA, MARCHUK GALINA, LOKTIKOVA TAMARA, GRISHKUN YEVGENII USABILITY TESTING METHODS FOR ASSESSING A MOBILE APPLICATION	111
KUCHERENKO JYLIA SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF COATING MATERIAL WHEN RESTORING PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY BY COLD GAS-DYNAMIC SPRAYING	119
ANTONENKO ARTEM, LEMESHKO ANDRII, TSVIK OLEKSANDR ANALYSIS AND FEATURES OF TRAFFIC MONITORING SOFTWARE	123
MAMUTA MARYNA, KRAVCHENKO IGOR, MAMUTA OLEKSANDR AMAZON S3 STATIC WEBSITE HOSTING	128
MARTYNIUK TATIANA, KOZHEMIAKO ANDRYI, BORTNYK GENNADIY, VOINALOVYCH OLEKSANDR ANALYSIS OF FEATURES OF ANALOG-TO-DIGITAL CONVERSION "DURATION-CODE"	135
MIHAILOVA NINA, PRIVALA VALERII, LUSHCHEVSKA OLENA STUDY OF THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES ON MATERIALS WITH A SPECIAL PURPOSE POLYMER COATING UNDER STATIC CONDITIONS	139
OLIJNYK HALINA, DANCHENKO YULIYA, KORNYTSKA LARYSA, RASTORHUIEVA MARIIA STUDY OF THE RANGE AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE DERUFA DECODER SERIES FOR WALL DECORATION IN A MODERN INTERIOR	145
ONYSHCHUK OKSANA TO THE STUDY OF THE FLOCCULATION AND COAGULATION PROCESS IN THE PURIFICATION OF WATER FOR INDUSTRIAL APPLICATION	151
PAZDRIY IHOR COMPARATIVE ANALYSIS OF SOFTWARE DEVELOPMENT SYSTEMS BASED ON FRAMEWORKS	155
PEDYASH VOLODYMYR MATHEMATICAL MODELING OF FIBER-OPTIC TRANSMISSION SYSTEM WITH INTENSITY MODULATION	162
PEDYASH VOLODYMYR INVESTIGATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF OPTICAL FIBER	167
POTAPOVA NADIIA, VOLONTYR LUDMILA MODELING METHOD IN STOCK MANAGEMENT HIERARCHICAL LOGISTICS SYSTEMS	174
RYMAR TATYANA RESEARCH OF THE TECHNOLOGICAL MODE OF THE PROCESS OF PORIZATION OF LIQUID GLASS COMPOSITE MATERIALS FOR THERMAL INSULATION IN THE CONDITIONS OF UHF RADIATION	181
SYNYUK OLEG, KRAVCHUK OLGA, KRAVCHUK ANDRII, MAGDIN VICTOR, ZOLOTENKO IVAN MODEL OF PLASTIC DEFORMATION OF POLYMER MATERIAL	186
SLAVINSKA ALLA, SYROTENKO OKSANA ANALYSIS OF MODERN SPREADING EQUIPMENT APPLIED IN THE SEWING INDUSTRY	196
SOKIL MARIIA, ZVORSKYI ANDRII MODERN ELECTRONIC SERVICES OF THE LIBRARY TO SUPPORT EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC	205

STRELBITSKIY VICTOR

EVALUATION OF THE RELIABILITY OF «GANZ» PORTAL CRANE MECHANISMS 209

CHYHIN VASYL, PAZYNIUK MYKHAILO, TERENDII OLHA, MENSHIKOV OLEKSII

CONTROLLING THE OPERATION OF THE REMOTE DEVICE USING FLASK PYTHON SERVER 214

SHCHERBAN VOLODYMYR, KOLVA NIKITA,**EGOROV DMITRIJ, KOLISKO OKSANA, SHCHERBAN YURYJ**

DEVELOPMENT OF A COMPUTER MODULE FOR KINEMATIC AND DYNAMIC ANALYSIS OF IMPORTANT MECHANISMS OF LIGHT INDUSTRIAL MACHINES, PROGRAMS FOR ASSESSING THE TENSION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES 220

KOZUB YURIJ, KOZUB HALYNA

FEATURES OF MULTIPLATFORM APPLICATION DEVELOPMENT ON KOTLIN 224

RUTKEVYCH VOLODYMYR, DIDYK ANDRII

OVERVIEW OF METHODS AND TOOLS FOR DRYING WALNUTS IN THE SHELL 230

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-317-1-230-236>

УДК 66.047.45

РУТКЕВИЧ Володимир

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6366-7772>

e-mail: v_rut@ukr.net

ДІДИК Андрій

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-0524-0017>

anddidyk99@gmail.com

ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ СУШІННЯ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА В ШКАРАЛУПІ

Розглядається питання підвищення якісних показників волоського горіха в процесі зберігання та переробки, за рахунок використання сучасних і прогресивних методів та засобів для його сушіння.

Зазначено, що Україна має значний потенціал у вирощуванні волоського горіха, але за рахунок відсутності сучасних і високоефективних засобів для його переробки змушена продавати за заниженими цінами в якості сировини на вторинні ринки. Підвищена вологість волоського горіха при його збиранні на рівні 35-45 % та відсутність сучасного високоефективного і енергозберігаючого обладнання в Україні призводить до зберігання даного продукту в природних умовах у спеціально критих і добре провітрюваних приміщеннях. Такий процес висушування плодів дуже затягується, оскільки на волоські горіхи постійно діє надлишкова волога, створюються умови активного розвитку мікроорганізмів. При випаданні дощу нерідко цей спосіб висушування призводить до повного псування плодів. Тому для високоефективного ведення бізнесу, пов'язаного з волоським горіхом, просто не обійтися без спеціальної сушильної техніки. Дане обладнання допоможе значно прискорити процес, зробить його більш ефективним та економічно вигідним та дозволить довести вологість волоського горіха до Міжнародного стандарту (не більше 10 %) та технічних вимог.

Встановлено, що сучасні методи та засоби для сушіння запобігають появі плісняви, забезпечують високу якість цінних ядер горіхів і гарантують тривалий термін їх зберігання. Свіжі горіхи сушать до залишкової вологості 6-12 % у потоці сухого теплого повітря при температурі від 20 до 36 °C. Температура сушіння волоського горіха залежить від його розміру та вологості. Процес сушіння може здійснюватись як у професійних сушильних шафах, так і за допомогою спеціальних нагрівальних пристроїв для сушіння горіхів.

Розглянуто сучасне ефективне сушильне обладнання від перевірених часом брендів Feucht-Obsttechnik, Amb Rousset та інших фірм. Нове високоефективне та ресурсозберігаюче обладнання представлено у вигляді секційних конструкцій, що працює на економічному газовому тепловому генераторі. В даному обладнанні здійснюється сушіння цілих горіхів протягом 1-3 діб, внаслідок чого вологість досягається 12-13 %. Продуктивність такої техніки в залежності від кількості секцій складає 1-4 тонни продукції на добу.

Також зазначено, що серед різноманіття існуючих технологій та засобів сушіння сировини найбільш перспективними способами, що дозволяють інтенсифікувати процес при забезпеченні високої якості готового продукту та підвищення ефективності виробництва, є пристрої, що комбінують різні режими та способи сушіння.

Ключові слова: волоський горіх, сушильне обладнання, продуктивність, енергоефективність, витрати, вологість.

RUTKEVYCH Volodymyr, DIDYK Andrii

Vinnitsia National Agrarian University

OVERVIEW OF METHODS AND TOOLS FOR DRYING WALNUTS IN THE SHELL

The question of increasing the quality indicators of walnut in the process of storage and processing, due to the use of modern and progressive methods and means for its drying, is considered.

It is noted that Ukraine has a significant potential in the cultivation of walnuts, but due to the lack of modern and highly efficient means for its processing, it is forced to sell them at low prices as raw materials to secondary markets. The increased moisture content of walnuts during harvesting at the level of 35-45% and the lack of modern highly efficient and energy-saving equipment in Ukraine leads to the storage of this product in natural conditions in specially covered and well-ventilated rooms. This process of drying the fruits is very long, since excess moisture constantly acts on the walnuts, creating conditions for the active development of microorganisms. When it rains, this method of drying often leads to complete spoilage of the fruits. Therefore, for highly efficient business related to walnuts, special drying equipment is simply indispensable. This equipment will help to significantly speed up the process, make it more efficient and economically profitable, and will allow to bring the moisture content of the walnut to the International Standard (no more than 10%) and technical requirements.

It has been established that modern methods and means for drying prevent the appearance of mold, ensure high quality of valuable nut kernels and guarantee a long shelf life. Fresh nuts are dried to a residual moisture content of 6-12% in a stream of dry warm air at a temperature of 20 to 36 °C. The drying temperature of a walnut depends on its size and humidity. The drying process can be carried out both in professional drying cabinets and with the help of special heating devices for drying nuts.

Modern efficient drying equipment from the time-tested brands Feucht-Obsttechnik, Amb Rousset and other companies were considered. The new highly efficient and resource-saving equipment is presented in the form of sectional structures, which works on an economical gas heat generator. In this equipment, whole nuts are dried for 1-3 days, as a result of which the humidity reaches 12-13 %. The productivity of such equipment, depending on the number of sections, is 1-4 tons of products per day.

It is also stated that among the variety of existing technologies and means of drying raw materials, the most promising ways to intensify the process while ensuring high quality of the finished product and increasing production efficiency are devices that combine different modes and methods of drying.

Key words: walnut, drying equipment, productivity, energy efficiency, costs, humidity.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Світові аграрні експерти з виробництва та переробки волоських горіхів стверджують, що горіхова галузь характеризується значним зростанням порівняно з іншими видами агропромислового виробництва. Особливі кліматичні умови України сприяють ефективному розвитку горіхового бізнесу. За останні 10 років обсяг експорту на світовий ринок горіхів з України збільшився у 30 разів. Наша країна експортує щорічно в середньому 37 % горіхів, решта ж частини йде на внутрішнє споживання. Для того, щоб дана галузь була перспективною, слід подбати не лише про вирощування, а й про подальшу переробку волоського горіха, оскільки він є джерелом альтернативних основних фізіологічно активних сполук, що замінюють продукти харчування тваринного походження [1, 2].

Даний напрямок ведення агробізнесу є перспективним, рентабельним, оскільки дохід з 1 га може становити біля 1 млн. грн. та є екологічно чистим, що є актуальним в умовах сталого розвитку [3].

Одним із найскладніших, недосконалих методів обробки плодів волоського горіха є його сушіння. Волоські горіхи в період їх збирання зазвичай містять завищений вміст вологи на рівні 35-45 %, що небажано, оскільки при підвищеній вологості створюються сприятливі умови для розвитку мікробіологічних та ферментативних процесів, що призводять до швидкого псування волоського горіха [4, 5]. Відповідно до міжнародного стандарту та технічних умов, вологість цільного волоського горіха повинна становити не більше 10 %. Тому розробка заходів та засобів для збереження та підвищення якісних показників волоського горіха є актуальним завданням сьогодення.

Аналіз досліджень та публікацій

Волоські горіхи відносяться до продуктів найбільш схильних до ризику окислювального псування на етапах зберігання, транспортування та реалізації. При цьому слід враховувати, що конкретні ботанічні сорти, вирощені у різних географічних регіонах, мають індивідуальний хімічний склад, що визначає інтенсивність протікаючих окислювальних процесів, тому горіхи різних партій мають різний потенціал зберігання показників якості.

В табл.1 наведено світові країни лідери з виробництва та експорту волоського горіха: США, Китай, Чилі, Туреччина, Канада, Іран, Молдова та Україна [6, 7]. Україна переважно експортує цілий волоський горіх, ціна даного продукту на світовому ринку на початку 2021 року становила приблизно 2 €/кг.

В Україні вирощування волоських горіхів переважно здійснюється у приватних селянських господарствах, що зосереджені переважно у Вінницькій, Хмельницькій, Чернігівській, Дніпропетровській, Донецькій та Львівській областях. На рис 1. представлено площу горіхових насаджень в Україні (за даними Держстату).

Таблиця 1

Провідні світові країни експортери волоського (грецького) горіху, тис. тонн

Країни	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
США	459,165	409,564	429,442	412,067	494,394	440,000
Китай	18,400	45,200	62,100	144,100	183,500	220,000
Чилі	116,800	123,700	147,900	135,400	145,000	150,000
Україна	55,100	82,000	106,100	105,000	75,000	107,700
Молдова	34,000	37,200	26,300	29,800	18,200	25,000
ЄС	21,015	21,182	21,531	20,286	16,000	17,000
Туреччина	7,800	6,400	6,900	8,000	10,000	17,000
Інші країни	18,900	1,600	10,000	10,000	9,700	7,900
Усього	731,180	739,846	810,273	864,653	951,794	979,600

Джерело. За даними досліджень і аналізу інформації USDA.

Волоські горіхи експортуються з України в основному до країн Європи 77,5 %, Близького Сходу (16,7), країн ЄАЕС (5%), Африки (0,3 %) та Азії (0,5%). Ці покупці переробляють українські горіхи і продають їх до країн Перської затоки за вищими цінами.

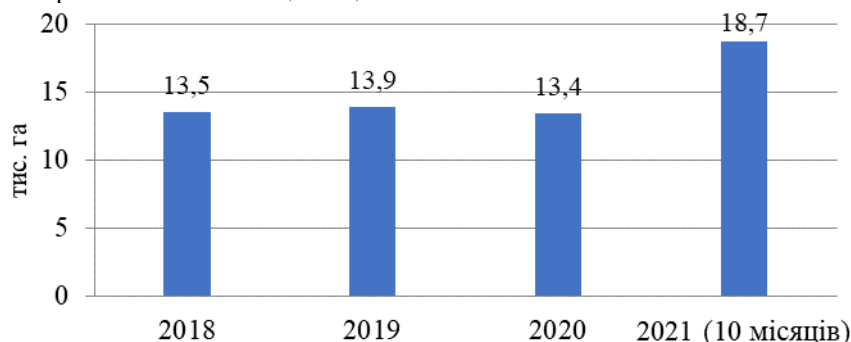


Рис. 1. Площа під волоськими горіховими насадженнями в Україні (за даними Держстату)

Деякі підприємства, що працюють у горіховому бізнесі, здійснюють постачання лише цілого волоського горіха, не займаючись його подальшою переробкою.

На території України та в країнах СНД на волоський горіх у шкаралупі діє ГОСТ16832-71[7]. У цьому документі описуються вимоги, на підставі яких горіхова сировина відноситься до того чи іншого сорту. Горіх у шкаралупі поділяють на 3 сорти – вищий, перший та другий. Для горіха у шкаралупі стандартизуються зовнішній вигляд (горіхи повинні бути цілими, очищеними від оплодня), забарвлення шкаралупи, яка повинна бути від світло-сірого до світло-коричневого кольору – для горіха вищого та першого сортів, і від світло-сірого до темно-коричневого – для горіха другого сорту. Обов'язково враховуються розмір горіха по найбільшому поперечному діаметру в мм (горіх вищого ґатунку – не менше 28,0 мм; першого – 25,0 мм; другого – 20,0 мм), його кругла форма, якість шкаралупи, яка визначається як легкість розколонування та вихід ядра, що у горіха вищого та першого сорту має бути не менше 45-50 %.

Вимоги до вологості цілого волоського горіха не вище 10 % визначає ГОСТ 16832-71 (Міждержавний стандарт. Горіхи грецькі. Технічні умови). Вологість цілого горіха після його збирання може сягати 35-45 %. Тому він вимагає сушіння для доведення до кондиції [4, 6].

Сушіння цілого горіха в Україні здійснюється, як правило, в природних умовах, у критих приміщеннях, що провітрюються (рис. 2). Це пов'язано з тим, що фізично важко прискорити процес сушіння цілого горіха за допомогою спеціального обладнання. До цього ж економічно неефективно, оскільки даний процес потребує великих витрат на енергоносії.



Рис. 2. Природний спосіб сушіння волоського горіха на сонці

Якість горіхів при обробці їх цим методом низька – оболонка шкаралупи набуває неприємного темно-сірого забарвлення. Смакові якості плодів різко знижуються; внаслідок розпаду – розкладання жирних речовин відбувається окислення ядра, горіхи набувають неприємного присмаку і запаху. Сушіння плодів волоського горіха на землі протікає не менше 12 і навіть 20 днів, процес висушування плодів дуже затягується, оскільки на волоські горіхи постійно діє надлишкова волога, створюються умови активного розвитку мікроорганізмів. При випаданні дощу нерідко цей спосіб висушування призводить до повного псування плодів. Тому для забезпечення збереження врожаю та якості волоського горіха необхідне кондиціонування та використання спеціального сушильного обладнання [4, 8].

Важливим фактором, що впливає на якість та безпеку продукту харчування, є фактор збереження, що залежить від необхідних умов і терміну зберігання. Збільшення термінів зберігання продуктів можливе в рамках застосування основних шести напрямків: термообробка, зниження температури, зміна атмосфери, зменшення вмісту води, опромінення та застосування хімічних консервантів.

При характеристиці рослинної сировини відзначається значний вміст в ньому води та відносно низька кількість сухої речовини.

Основна частина води рослинної сировини знаходиться у ньому у вільному вигляді і видаляється за допомогою сушіння. Близько 5 % вологи досить міцно зв'язано з клітинними колоїдами [9].

Вода, що міститься в будь-якому матеріалі, поділяється на вільну, зв'язану і хімічно зв'язану. В капілярах та у міжклітинному просторі зосереджена вільна волога. У замкнутих оболонках, якими є клітини та вакуолі, утримується зв'язана вода. Саме процес випаровування зв'язаної води обтяжується проникненням через замкнуту оболонку за рахунок сил дифузії. З метою забезпечення збереження води, необхідної для життя всередині клітини, природна проникність клітин та вакуолей достатньо мала. Таким чином, сушіння продуктів при малих рівнях вологості особливо складно. При видаленні хімічно зв'язаної води через те, що вона має поріг по енергії зв'язку, відбувається суттєва зміна структури речовини.

Дослідження, присвячені вивченню аналізу фізико-хімічних змін складу горіхоплідних у процесі зберігання, проведені багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими, зокрема: Сперанським В.Г., Страховим С.А., Цурканом О.В., Скоканом Л.Є., Котовим Б.І., Grossom N.R., Martinez M.L., Çağlarirmak N., Amaral J.S., Savage G.P. та іншими [9, 10].

Тому враховуючи дану ситуацію, яка склалася в країні з даною галуззю, необхідно забезпечити виробництво високих урожаїв горіхів та підвищити якісні параметри волоського горіха, які б продовжили термін його зберігання, що можна зробити шляхом розробки та обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів обладнання для сушіння волоського горіха в шкаралупі.

Мета роботи – на основі аналізу існуючих методів та засобів сушіння волоського горіха в шкаралупі визначити перспективні напрями розвитку даного обладнання.

Виклад основного матеріалу

Сушіння волоського горіха запобігає появі плісняви, забезпечує високу якість цінних ядер горіхів і гарантує тривалий термін їх зберігання. Свіжі горіхи сушать до залишкової вологості 6-12 % у потоці сухого теплого повітря при температурі від 20 до 36 °С. Температура сушіння волоського горіха залежить від його розміру та вологості. Процес сушіння може здійснюватись як у професійних сушильних шафах, так і за допомогою спеціальних нагрівальних пристроїв для сушіння горіхів [4, 7].

На сьогоднішній день серед сучасних технологій сушіння найпоширеніші наступні методи сушіння: інфрачервоний, сублімаційний, конвективний, мікрохвильовий, комбінований та інші [9, 10].

Інфрачервоний (ІЧ) метод сушіння ґрунтується на передачі тепла з використанням інфрачервоного опромінення. Дуже ефективно використання ІЧ – нагріву для тонких шарів продукту, що висушується. У цьому випадку інтенсифікація збільшується в 1,5 – 2,0 рази при зниженні витрат у 1,5 рази. На відміну від конвективного та кондуктивного сушіння, вона має ряд переваг, проте є досить енергоємним методом [4, 9].

При використанні інфрачервоного випромінювання в результаті сушіння оброблюваний продукт добре зберігає свої властивості, зокрема колір, смак та запах. Згодом при нетривалому замочуванні продукт легко відновлює свої властивості. Одночасно в процесі ІЧ – сушіння, проходить стерилізація продукції.

Сушіння продукту сублімаційним методом передбачає видалення вологи з продукту при низьких температурах і тиску [4]. При цьому здійснюється перехід речовини з твердого стану безпосередньо в газоподібний. Технології сублімаційного сушіння характеризуються рядом переваг. Зокрема, сублімаційне сушіння максимально забезпечує збереження основних вітамінів та білкових речовин, сприяє збереженню смаку, кольору, запаху, форми та розмірів.

Загально визнано, що найкращим способом зневоднення рослинного та тваринної сировини є спосіб вакуум-сублімаційного сушіння в полі СВЧ. Істотною перевагою СВЧ – нагріву є інтенсифікація процесів тепло- та масообміну, що обумовлено прогріванням продукту по всьому об'єму та збігом градієнтів вологості та температури. У той же час інтенсивне утворення пари при використанні СВЧ – енергії приведе до несвоєчасного видалення молекул води, яка випарувалася, що є обтяжуючим фактором. Однак через високі енерговитрати цей спосіб не знайшов широкого застосування.

Короткі характеристики сучасних технологій сушіння наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристики сучасних технологій сушіння

Методи сушіння	Капітальні витрати на 1 виробленої продукцію, тис. грн.	Продуктивність (по випаровуваній волозі), кг/год	Вартість обладнання, тис. грн.	Енергозатрати на випаровування 1 кг вологи, кВт/год
Інфрачервоний	2,3625	200	472,5	0,9-1
Сублімаційний (вакуумний)	350	0,25	875	2,7-3
Конвективний	1,8	500	900	1,8-3
Мікрохвильовий	10,4	43	447,5	1,6-1,8
Комбінований (конвективно-мікрохвильовий)	2,025	290	586,75	1-2,2

У результаті аналізу даної таблиці можна зробити висновок, що найефективнішим за капітальними витратами на одиницю виробленої продукції є комбінований метод. Найменш ефективна, відповідно, сушіння методом сублімації. Незважаючи на відмінну якість кінцевого продукту, широкого поширення дана технологія не отримує через високу вартість необхідного обладнання і, як наслідок, дорогий кінцевий товар.

Основними напрямками вдосконалення технологій сушіння є поліпшення якості кінцевого продукту харчування та ресурсозбереження. Технологічні прийоми дозволяють підвищувати ефективність використання сировинних ресурсів. Зниження енергоємності обладнання сприяє підвищенню ефективності виробництва [11–13].

Аналіз даних таблиці показує, що застосовувані технології в тій чи іншій степені відповідають необхідним вимогам сучасності. З різноманіття існуючих технологій сушіння сировини найбільш перспективними способами, що дозволяють інтенсифікувати процес при забезпеченні високої якості готового продукту та підвищенні ефективності виробництва, є пристрої, що комбінують різні режими та способи сушіння.

Світовий ринок пропонує досить велику кількість пропозицій сушильного обладнання різного типу: конвекційного, інфрачервоного, мікрохвильового. Інфрачервона технологія дозволяє значно підвищити продуктивність сушіння сировини, але потребує великого споживання електроенергії. Крім того, інфрачервоне випромінювання не нагріває повітря, а предмет. Більше того, якщо суб'єкт неоднорідного кольору, то температура в різних його точках можуть бути різними. Це ускладнює контроль температури на сушильному обладнанні, що для ядра волоського горіха дуже важливо.

Обладнання для сушіння волоського горіха в шкаралупі виготовляють такі закордонні фірми, як «Rivmes», «Fasma», «Zaffrani» (Італія); Feucht-Obsttechnik (Німеччина); Vimar Equipos (Іспанія), обладнання для сушіння волоського горіха в шкаралупі виробляють також кілька французьких фірм – «Amb Rousset» і «Recolt – Concept» [14, 15].

На рис. 3 представлено колісну моноблочну сушку для горіхів фірми «RIVMES» (Італія) [14]. Дана машина складається з елеватора для завантаження та вивантаження волоських горіхів, шнека для переміщення горіхів, дизельного паливника з паливним баком, електричної панелі для керування циклами сушіння. Переміщення машини може здійснюватись у двох варіантах залежно від побажань замовника: переміщення на короткі відстані по фермі, переміщення за допомогою трактора.



Рис. 3. Колісна моноблочна сушарка для волоських горіхів Rivmes (Італія)

Сушарка для горіхів 50EN фірми Zaffrani (Італія) підходить для всіх типів застосування та завдяки своїй універсальності та модульності дозволяє задовольняти найрізноманітніші потреби (рис. 4) [14]. Ефективна система змішування гарячого та холодного повітря нагнітає єдиний потік повітря з постійною температурою та однорідною циркуляцією усередині сушарки. Таким чином гарантується рівномірне нагрівання продукту і, отже, його правильне сушіння, при якому зберігаються його властивості та органолептичні якості.

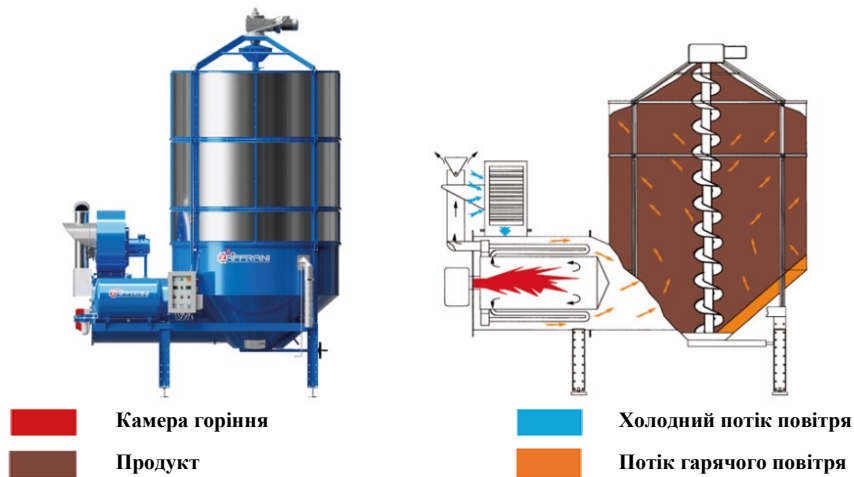


Рис. 4. Функціональна схема сушарки для горіхів 50EN «Zaffrani» (Італія)

Німецька фірма «Feucht-Obsttechnik» пропонує для волоських горіхів багаторівневу сушильну шафу Multi-level (рис. 5a) [15]. У багаторівневій сушильній шафі забезпечується рівномірне сушіння горіхів за рахунок їх постійного переміщення. Попереднє сушіння волоських горіхів проходить на верхніх рівнях, а остаточне сушіння – на нижніх. Це дозволяє підтримувати підвищену температуру повітря від 30 до 36 °С. Під дією сили тяжіння горіхи переміщуються зверху донизу. За рахунок додавання секцій можна підвищити продуктивність сушіння. Багаторівнева сушильна шафа для горіхів обладнана декількома дверцятами і центральним отвором.



Рис. 5. Обладнання для сушіння волоських горіхів у шкаралупі: Multi-level (а) і СН Т (б)

Крім того, сушильна шафа доступна зі шнековим або відцентровим змішувачем та нагрівачем з різною тепловіддачею (залежить від розміру камери шафи). Рівень вологості горіхів можна перевірити за допомогою додаткового вимірювача вологості.

Спеціальне сушильне обладнання моделі СН Т (рис. 5б) для сушіння волоського горіха забезпечує рівномірне та швидке просушування [14]. Після простої трансформації, машина може використовуватися також для сушіння кукурудзи. Завдяки маленьким габаритам і невеликій вазі, дана машина може легко транспортуватися за допомогою трактора. Гаряче повітря легко проходить через двостінковий циліндр. Після заповнення машини температура встановлюється в залежності від виду плодів, які потрібно просушити. Для завантаження плодів машина обладнана стрічковим конвеєром. Продуктивність 1000-5000 кг.

В Україні схоже за конструкцією обладнання виготовляє товариство з обмеженою відповідальністю «НАТ ЕКСІМ» м. Львів (рис. 6а) [16]. Дане обладнання може містити довільну кількість секцій, усередині резервуару секції вмонтовано шнек, який дозволяє вимішувати продукт (рис. 6 б).



Рис. 6. Обладнання для сушіння волоських горіхів у шкаралупі ТОВ «НАТ ЕКСІМ»: а) Сушка для сушіння волоських горіхів у шкаралупі, б) Сушильний комплекс «СВГ»

Подача продукту в кожен з секцій здійснюється за допомогою похилих та горизонтальних конвеєрів. Основними перевагами сушильного комплексу «СВГ» є порівняно короткий термін сушіння та можливість рівномірного висушування всіх горіхів. Обладнання відзначається енергозберігаючими можливостями: тепле повітря отримане від калориферів, нагрітих водяною системою. Таке конструктивне рішення дозволяє використовувати котли нагріву води різного типу (на дровах, газі чи електричні). Потужності котла достатньо не тільки для роботи сушильних камер, а також для обігріву виробничих чи офісних приміщень. Режим роботи можуть бути як ручними, так і повністю автоматичними. За допомогою сушильного комплексу «СВГ» сушіння горіхів відбувається в температурному діапазоні від 25 до 65° С. Продуктивність залежить від вихідної вологості горіхів та в середньому складає від 2000 до 12000 кг/добу в залежності від кількості резервуарів. Робочий об'єм одного резервуара 4,91 м³.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Світовий ринок пропонує досить велику кількість пропозицій сушильного обладнання волоського горіха різного типу: конвекційного, інфрачервоного, мікрохвильового. З різноманіття існуючих технологій сушіння сировини найбільш перспективними способами, що дозволяють інтенсифікувати процес при забезпеченні високої якості готового продукту та підвищення ефективності виробництва, є пристрої, що комбінують різні режими та способи сушіння.

Література

1. Сатіна Г.М. Грецький горіх в Україні: економічний огляд і перспективи / Г.М. Сатіна. – Київ : видавничий центр НАУ, 2006. – 22 с.

2. Волоський горіх [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://gorihvovod.blogspot.com/2012/11/80-90.html> (дата звернення 1.01.2023).
3. Самойленко О. Грецький горіх: ваш бізнес сьогодні, завтра і в майбутньому [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://propozitsiya.com/ua/greckiy-gorih-vash-biznes-sogodni-zavtra-i-v-maybutnomu> (дата звернення 1.01.2023).
4. Неговський А. Н., Пахно В. Г. Переработка грецких орехов [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nutexim.com/pererabotka-hretskykh-orehov> (дата звернення 1.01.2023).
5. Горіх волоський [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 1.01.2023).
6. Ринок горіхів: географія продажів, експортери і виробництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://kurkul.com/spetsproekty/1215-rinok-gorihiv-geografiya-prodajiv-eksporteri-i-virobnitstvo> (дата звернення 1.01.2023).
7. Глобальний і вітчизняний ринок волоських горіхів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/24754-hlobalnyi-i-vitchyzniani-rynok-voloskykh-horikhiv.html> (дата звернення 1.01.2023).
8. За два роки Україна скоротила експорт волоського горіха удвічі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://agravery.com/uk/posts/show/za-dva-roki-ukraina-skorotila-eksport-voloskogo-goriha-udvichi> (дата звернення 1.01.2023).
9. Калетнік Г.М. Особливості конструкції вібраційного обладнання для сушіння високо вологої сировини / Г.М. Калетнік, О.В. Цуркан // Вібрації в техніці та технологіях. – 2021. – № 1(100). – С. 5–13.
10. Котов Б.І. Розрахунок кінематики сушіння неоднорідних рослинних матеріалів / Б.І. Котов, А.В. Спірін, І.А. Зозуляк, А.В. Півнюк // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2017. – № 1(96). – С. 96–99.
11. Шмат С.І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний ресурс] / С.І. Шмат, П.Г. Лузан, С.В. Колісник // КНТУ. – 2010. Режим доступу : <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
12. Руткевич В.С. Інноваційні засоби для вивантаження стеблових кормів з траншейних сховищ / В.С. Руткевич, В.П. Кушнір, О.О. Остапчук // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2022. – № 1 (305). – С. 261–269.
13. Ratushna N. Методичні підходи до створення нової сільськогосподарської техніки у відповідності з вимогами ринку наукоємної продукції / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // MOTROL. – 2007. – № 9А. – С. 119–123.
14. Сушарки для горіхів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.agriexpo.ru/proizvoditel-susilka-orehov-2781.html> (дата звернення 1.01.2023).
15. Багаторівнева сушильна шафа [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://obstechnik.com/sushka-greetskogo-oreha/> (дата звернення 1.01.2023).
16. Сушильний комплекс «СВГ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.nutexim.com/uk/services/sushilnij-kompleks/> (дата звернення 1.01.2023).

References

1. Satina H.M. Hretskyi horikh v Ukraini: ekonomichniy ohliad i perspektyvy / H.M. Satina. – Kyiv : vydavnychiy tsentr NAU, 2006. – 22 s.
2. Voloskyi horikh [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://gorihvovod.blogspot.com/2012/11/80-90.html> (data zvernennia 1.01.2023).
3. Samoilenko O. Hretskyi horikh: vash biznes sohodni, zavtra i v maibutnomu [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://propozitsiya.com/ua/greckiy-gorih-vash-biznes-sogodni-zavtra-i-v-maybutnomu> (data zvernennia 1.01.2023).
4. Nehovskiy A. N., Pakhno V. H. Pererabotka hretskykh orekhov [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://www.nutexim.com/pererabotka-hretskykh-orehov> (data zvernennia 1.01.2023).
5. Horikh voloskyi [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (data zvernennia 1.01.2023).
6. Rynok horikhiv: heohrafiia prodazhiv, eksportery i vyrobnytstvo [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://kurkul.com/spetsproekty/1215-rinok-gorihiv-geografiya-prodajiv-eksporteri-i-virobnitstvo> (data zvernennia 1.01.2023).
7. Hlobalnyi i vitchyzniani rynok voloskykh horikhiv [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/24754-hlobalnyi-i-vitchyzniani-rynok-voloskykh-horikhiv.html> (data zvernennia 1.01.2023).
8. Za dva roky Ukraina skorotyla eksport voloskoho horikha udvichi [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://agravery.com/uk/posts/show/za-dva-roki-ukraina-skorotila-eksport-voloskogo-goriha-udvichi> (data zvernennia 1.01.2023).
9. Kaletnik H.M. Osoblyvosti konstruktii vibratsiinoho obladnannia dlia sushinnia vysoko volohoi syrovyny / H.M. Kaletnik, O.V. Tsurkan // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh. – 2021. – № 1(100). – S. 5–13.
10. Kotov B.I. Rozrakhunok kinematyky sushinnia neodnorodnykh roslennykh materialiv / B.I. Kotov, A.V. Spirin, I.A. Zozuliak, A.V. Pivniuk // Tekhnika, enerhetyka, transport APK. – 2017. – № 1(96). – S. 96–99.
11. Shmat S.I. Tendentsii staloho rozvytku suchasnoho silskohospodarskoho mashynobuduvannia v Ukraini i za rubezhem [Elektronnyi Resurs] / S.I. Shmat, P.H. Luzan, S.V. Kolisnyk // KNTU. – 2010. Rezhym dostupu : <http://dSPACE.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
12. Rutkevych V.S. Innovatsiini zasoby dlia vyvantazhennia steblovykh kormiv z transheinykh skhovyshch / V.S. Rutkevych, V.P. Kushnir, O.O. Ostapchuk // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seria: Tekhnichni nauky. – 2022. – № 1 (305). – С. 261–269.
13. Ratushna N. Metodichni pidkhody do stvorennia novoi silskohospodarskoi tekhniki u vidpovidnosti z vymohamy rynku naukoiemnoi produktsii / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // MOTROL. – 2007. – № 9А. – С. 119–123.
14. Susharky dlia horikhiv [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.agriexpo.ru/proizvoditel-susilka-orehov-2781.html> (data zvernennia 1.01.2023).
15. Bahatorivneva sushylna shafa [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://obstechnik.com/sushka-greetskogo-oreha/> (data zvernennia 1.01.2023).
16. Sushylniy kompleks «SVH» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://www.nutexim.com/uk/services/sushilnij-kompleks/> (data zvernennia 1.01.2023).