



2025

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 31 № 3

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2025

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 (specialties — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) and economic sciences (specialties — 051, 073, 075), category "B" (Decree of MES of Ukraine #975 from July 11, 2019), 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
- 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. Protocol No. 11 from 26th of June, 2025

© NUFT, 2025

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 (спеціальності — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) та економічних наук (спеціальності — 051, 073, 075), категорія «Б» (Наказ МОН України № 975 від 11.07.2019), 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
- 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 № 11 від 26 червня 2025 року

© НУХТ, 2025

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

Головний редактор

Editor-in-Chief

Олександр Шевченко

Oleksandr Shevchenko

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Відповідальний секретар

Managing secretary

Анастасія Шевченко

Anastasiia Shevchenko

д-р техн. наук, доц., Україна

Dr. Sc., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Члени редакційної колегії:

Агота Гедре Райшене

Agota Giedre Raisiene

д-р екон. наук, Литва

Dr. Sc., Lithuanian Institute of Agrarian Economics,
Lithuania

Андрій Маринін

Andrii Marynin

канд. техн. наук, ст. наук. сп., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Валерій Мирончук

Valerii Myronchuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Василь Кишенько

Vasyl Kyshenko

канд. техн. наук, доц., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Василь Пасічний

Vasyl Pasichnyi

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

В'ячеслав Іващук

Vyacheslav Ivaschuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Віктор Стабніков

Viktor Stabnikov

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Володимир Зав'ялов

Volodymyr Zavialov

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Галина Поліщук

Halyna Polishchuk

д-р техн. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Герхард Шльонінг

Gerhard Schleining

д-р техн. наук, Австрія

Dr. Sc., Prof., University of Natural Resources, Austria

Дайва Лескаускайте

Daiva Leskauskaitė

д-р техн. наук, проф., Литва

Dr. Sc., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania

Кристина Сильва

Cristina L. M. Silva

д-р техн. наук, проф., Португалія

Dr.Sc., Prof., University de Catolica, Portuguesa

Лада Шірінян

Lada Shirinyan

д-р екон. наук, проф., Україна

Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies,
Ukraine

Лариса Арсеньева Larisa Arsenyeva	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Костіков Mykola Kostikov	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Луцька Nataliia Lutska	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Оксана Скροцька Oksana Skrotska	канд. б. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Гавва Oleksandr Gavva	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена Драган Olena Dragan	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олена Стабнікова Olena Stabnikova	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Ольга Петухова Olga Pietukhova	д-р екон. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Dr. Sc., Prof., University of Teramo, Italy
Світлана Бондаренко Svitlana Bondarenko	д-р хім. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Світлана Літвинчук Svitlana Lityunchuk	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Чумаченко Serhii Chumachenko	д-р техн. наук, ст. наук. сп., Україна Dr. Sc., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Балута Sergii Baluta	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Сергій Грибков Sergii Hrybkov	д-р техн. наук, проф., Україна Dr. Sc., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Хууб Леліевельд Huub Lelieveld	д-р наук, проф., Нідерланди Dr. Sc., Prof., Founder of the Global Harmonization Initiatives, the Netherlands

Автоматизація та інформаційні технології

Мошенський А. О., Савченко І. О. Методологія розробки системних стратегій автоматизованого екологічного моніторингу в контексті інформаційних систем підтримки прийняття рішень

Величко І. В., Сідлецький В. М. Прогнозування станів автоматизованих HVAC систем на основі нейромережевої моделі об'єкта в NLMPC

Залозний Р. В., Засяч Н. А., Луцька Н. М. Розробка та дослідження динамічної моделі біофізичних процесів в аквапонних системах

Біотехнології

Косовець І. Р., Миколаєнко Р. М., Стабніков В. П., Резніченко Ю. М. Полігідроксіалканати як альтернатива синтетичним пластикам

Пирог Т. П., Охмакевич А. М. Спільне культивування як фактор регуляції вторинного метаболізму актинобактерій

Скροцька О. І., Проценко М. Д., Жолобка О. В. Біосинтез наночастинок селену при використанні бактерій: характеристика, властивості та механізми

Економіка, менеджмент і маркетинг

Безпалко О. В., Гришко Ю. М., Грищенко А. В. Навігатор інклюзії: економіка праці та проблеми працевлаштування людей з інвалідністю

Арич М. І., Петухова О. М. Сучасні особливості візуалізації інформації в комерційній діяльності та формуванні іміджу підприємств

Брагіна О. С. Економічна сутність сталого розвитку підприємства

Механічна та електрична інженерія

Балиута С. М., Копилова Л. О., Сінюков Д. В., Жуков М. Ю., Кондрашевський М. С., Зінкевич П. О. Дослідження можливості підвищення показників якості електричної енергії в системах електрозабезпечення з нелінійним навантаженням

Automation and information technologies

7 *Moshensky A., Savchenko I.* Methodology for developing systemic strategies of automated environmental monitoring in the context of decision support information systems

22 *Velychko I., Sidletskyi V.* Forecasting states of automated HVAC systems based on neural networks of the object model in NLMPC

34 *Zaloznyi R., Zaiets N., Lutska N.* Development and research of a dynamic model of biophysical processes in aquaponic systems

Biotechnologies

53 *Kosovets I., Mykolaenko R., Stabnikov V., Reznichenko Y.* Polyhydroxyalkanoates as an alternative to synthetic plastics

74 *Pirog T., Okhmakevych A.* Co-cultivation as a factor regulating the secondary metabolism of actinobacteria

88 *Skrotska O., Protsenko M., Zholobko O.* Biosynthesis of selenium nanoparticles using bacteria: characteristics, properties and mechanisms

Economy, Management and Marketing

106 *Bezpalko O., Hryniuk Y., Hryshchenko A.* Inclusion navigator: labor economics and employment challenges of people with disabilities

119 *Arych M., Pietukhova O.* Modern features of information visualization in commercial activities and formation of the image of enterprises

136 *Brahina O.* The economic essence of sustainable development of an enterprise

Mechanical and Electrical Engineering

157 *Baliuta S., Kopylova L., Sinyukov D., Zhukov M., Kondrashevsky M., Zinkevych P.* Study of the possibility of increasing quality indicators of the electrical energy in power supply systems with non-linear load

- Філоненко В. М., Прядко М. О., Сторожук О. Т. 179 *Filonenko V., Pryadko M., Storozhuk O.* Analysis of the impact of thermal energy of secondary energy resources of steam contact technology of pulp drying on the energy efficiency of a sugar factory
- Пащенко Б. С., Штефан Є. В., Михайлов А. О., Михайлов О. В. 198 *Pashchenko B., Shtefan Ye., Mikhailov A., Mikhailov O.* The research of structure formation of porous filter elements for food industry equipment
- Туфекчі В. І., Кривопляс-Володіна Л. О., Токарчук С. В., Дорошенко А. М. 210 *Tufekchi V., Kryvoplias-Volodina L., Tokarchuk S., Doroshenko A.* Research of intelligent methods for positioning group packages in robotic systems for packaging production

Харчові технології

- Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. 225 *Simakhina G., Naumenko N.* Obtaining the natural colorant concentrate for enrichment of food bases
- Михалевич А. П., Поліщук Г. Є. 238 *Mukhalevych A., Polishchuk G.* Impact of the aging process on the quality indicators of whey ice cream
- Толстих В. Ю., Гордієнко Л. В., Коркач Г. В., Павловський С. М. 248 *Tolstykh V., Gordiienko L., Korkach H., Pavlovsky S.* Aerated confectionery products with reduced sugar content and carob addition

Food Technologies

THE RESEARCH OF STRUCTURE FORMATION OF POROUS FILTER ELEMENTS FOR FOOD INDUSTRY EQUIPMENT

B. Pashchenko

National University of Food Technologies

Ye. Shtefan

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

A. Mikhailov, O. Mikhailov

Frantsevich Institute for Problems of Materials Science National Academy of Sciences of Ukraine

Key words:

*Hygienic engineering
Filtration processes
Mathematical modeling
Dispersed materials
Filter elements for the
food industry
Food safety*

Article history:

Received 12.05.2025
Received in revised form
29.05.2025
Accepted 09.06.2025

Corresponding author:

B. Pashchenko

E-mail:

hoykke@gmail.com

Citation: Пашченко Б. С., Штефан Є. В., Михайлов А. О., Михайлов О. В. (2025). Дослідження структури утворення пористих фільтруючих елементів для обладнання харчової промисловості. *Наукові праці НУХТ*, 31(3), 198—209.
DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-3-14

ABSTRACT

The results of researching the process of structure formation of porous multilayer filter elements for the food industry by the method of radial isostatic pressing with using mathematical and computer modeling is presented. Taking into account the importance of ensuring the quality, safety, and hygiene of food production, the influence of the technological scheme of structure formation on the distribution of porosity in filter elements was considered. Two technological schemes of pressing were considered: on a mandrel and on a die. It was found that the mandrel pressing scheme ensured a monotonic distribution of porosity, which contributed to increased filtration uniformity, wear resistance, and a reduction in physical, chemical, and microbiological risks in food production. Special attention was paid to complex-shaped filter elements with a ribbed surface, which had an increased contact area with the medium while maintaining compact dimensions. The modeling showed that the classic designs of such elements were characterized by uneven density and accumulated plastic deformation, which reduced filtration and operational properties. A new filter cross-section geometry was proposed, which significantly reduced the spread of porosity values. This provided better washing efficiency in the flushing mode, increased the durability of the elements, and also met the requirements of hygienic engineering and the HACCP system. The research results gave grounds to assert that mathematical and computer modeling is an effective tool for the development and optimization of design and technological parameters of filter elements which used in food industry equipment, where technological characteristics and requirements of hygienic engineering are important as well as sanitary and hygienic production conditions.

DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-3-14

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПОРИСТИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Б. С. Пащенко

Національний університет харчових технологій

Є. В. Штефан

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

А. О. Михайлов, О. В. Михайлов

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України

У статті представлено результати дослідження процесу структуроутворення пористих багатошарових фільтруючих елементів для харчової промисловості методом радіально-ізостатичного пресування з використанням математичного та комп'ютерного моделювання, який є важливою частиною під час виготовлення зазначених елементів. З огляду на важливість забезпечення якості, безпечності та гігієнічності харчового виробництва розглянуто вплив технологічної схеми структуроутворення на розподіл пористості у фільтруючих елементах, а також дві технологічні схеми пресування: на оправку і на матрицю. Встановлено, що при використанні схеми пресування на оправку забезпечується монотонний розподіл пористості, що сприяє підвищенню рівномірності фільтрації, зносостійкості та зменшенню виникнення фізичних, хімічних і мікробіологічних ризиків виробництва харчових продуктів. Досліджено, що доцільно застосовувати схему ущільнення на оправку. Особливу увагу приділено фільтруючим елементам складної форми з ребристою поверхнею, які мають збільшену площу контакту з середовищем при збереженні компактних розмірів.

Проведене моделювання показало, що класичні конструкції таких елементів характеризуються нерівномірністю щільності та накопиченої пластичної деформації, що знижує фільтруючі й експлуатаційні властивості. Запропоновано нову геометрію поперечного перерізу фільтра, яка дає змогу істотно знизити розкид значень пористості. Це забезпечує кращу ефективність миття в режимі промивання, підвищує довговічність елементів, а також відповідає вимогам гігієнічного інжинірингу та системи НАССР. Отримані результати дають підстави стверджувати, що комп'ютерне моделювання є ефективним інструментом для розробки й оптимізації конструктивно-технологічних параметрів фільтруючих елементів, які застосовуються в обладнанні харчової промисловості, де важливіми є як технологічні характеристики, так і вимоги гігієнічного інжинірингу, а також санітарно-гігієнічні умови виробництва.

Ключові слова: *гігієнічний інжиніринг, фільтраційні процеси, математичне моделювання, дисперсні матеріали, фільтруючі елементи для харчової промисловості, безпечність харчової продукції.*

Постановка проблеми. Фільтраційні процеси є невід’ємною складовою технологічних ланцюгів у харчовій промисловості, де забезпечення якості та безпечності продукції тісно пов’язане з ефективним вилученням механічних домішок, газоподібних і рідких домішок (Alehosseini, Mohammadi, & Jafari, 2021; Fellows, 2022). Особливої актуальності ці процеси набувають в умовах сучасних вимог чинного законодавства України до безпечності харчової продукції, що диктуються принципами системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), зокрема в частині застосування програм-передумов і контролю критичних точок, пов’язаних із чистотою технологічних середовищ. У виробництві молочної продукції, пива, соків, води, олії, виноматеріалів і багатьох інших харчових продуктів фільтрація є ключовим етапом, що визначає не лише показники якості готової продукції (Singh, & Bagade, 2022), а також її безпечність. При цьому розвиток технологій порошкової металургії, які дають змогу отримувати фільтруючі елементи з контрольованими характеристиками пористості, відкриває нові можливості для підвищення надійності та довговічності обладнання, що застосовується в умовах жорстких санітарно-гігієнічних норм виробництва харчової продукції.

Разом з тим ефективність роботи фільтруючих елементів (Dalwadi, Griffiths, & Vrana, 2015) залежить не лише від їх матеріалів і геометрії, але й від параметрів виготовлення — рівномірності пористості, міцності, опору до абразивного зношення, корозійної стійкості. Особливо критичною є здатність фільтруючих елементів до багаторазової регенерації без втрати фільтраційних властивостей, що пов’язане з економічною ефективністю виробництва. У зв’язку з цим виникає потреба у вдосконаленні процесів виготовлення фільтруючих елементів, які мають складну форму, наприклад, з ребристою бічною поверхнею, що дає змогу збільшити робочу площу фільтра без збільшення його габаритів.

Крім того, в умовах сучасного гігієнічного інжинірингу для проектування харчового обладнання та впровадження системи НАССР постає вимога не тільки до ефективності фільтрації, а й до можливості санітарного обслуговування фільтруючих систем без розбирання — «clean-in-place» (CIP), або промиванням, що висуває специфічні вимоги до конструкції та фільтруючих елементів і матеріалів, з яких вони виготовляються. Зокрема, фільтруючі елементи повинні витримувати циклічні навантаження, не виділяти шкідливих речовин, бути стійкими до дії кислот і лугів, зберігати свої властивості в широкому діапазоні температур. Застосування подібних елементів в обладнанні харчових виробництв дає змогу ввести в дію такі програми-передумови системи НАССР:

- «Вимоги до стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок»;

- «Чистота поверхонь»;

- «Захист продуктів від сторонніх домішок; поводження з відходами виробництва та сміттям, їх збір та видалення з потужності» у частині захисту сировини та готової продукції від сторонніх домішок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначалося, фільтрування — один із найпоширеніших процесів харчових виробництв (Saravacos, & Kostaropoulos, 2016; Michel та ін., 2024), що забезпечує майже повне звільнення рідин і газів

від завислих частинок. Процес фільтрування в харчовій промисловості застосовується для ефективного очищення від механічних домішок продукції, що випускається, для поліпшення її якості (Hassoun та ін., 2023). Також фільтри можуть застосовуватися для очищення найрізноманітніших технологічних середовищ і стерилізації парю повітря в технологічних лініях (Egay та ін., 2021; Fan та ін., 2021).

Нині все ширше використовуються фільтруючі елементи, виготовлені методами порошкової металургії (Chen, Gao, Yang, & Zhang, 2023). Порошкові фільтри характеризують велика продуктивність, висока тонкість очищення, малий гідравлічний опір, здатність до багаторазової регенерації, нескладне виготовлення, підвищена міцність, висока корозійна стійкість, високі значення опору абразивного зносу. Вони не засмічують фільтровані рідини або гази матеріалами фільтра, витримують різкі коливання температур, легко обробляються, зварюються і паяються.

Одним із перспективних методів отримання фільтруючих елементів, що забезпечують очищення рідин і газів, є метод радіально-ізостатичного пресування порошків (Повстяной, & Богінський, 2011; Рудь, Повстяной, Заболотний, & Богінський, 2016). Метод дає змогу виготовляти довгомірні вироби простої та складної форми з рівномірним розподілом пористості. Ущільнення порошку відбувається під впливом еластичного елемента (Meng та ін., 2023), що дає змогу ефективно механізувати та автоматизувати процес, зменшити енерговитрати тощо. Малі об'єми проміжних середовищ зменшують металомісткість (Singh, Saxena, & Puri, 2021), габарити і вартість обладнання порівняно з іншими видами пресування.

Отже, проблема моделювання й оптимізації процесів виготовлення (Gourley та ін., 2024) фільтруючих елементів для харчових виробництв із використанням методу радіально-ізостатичного пресування набуває комплексного характеру. Вона охоплює аспекти матеріалознавства, комп'ютерного моделювання, технології виготовлення та гігієнічного інжинірингу задля забезпечення функціонування системи НАССР, оскільки результат повинен відповідати одночасно критеріям технічної ефективності, технологічної доцільності та санітарно-гігієнічної безпеки.

Основним параметром, що визначає експлуатаційні властивості фільтруючих елементів, є пористість (Zhu та ін., 2018). Залежно від призначення фільтруючого елемента, при його виготовленні намагаються отримати рівномірний розподіл пористості або, навпаки, нерівномірний, за заданою залежністю.

Незважаючи на існування окремих досліджень, присвячених процесам ущільнення порошкових матеріалів (Kultamaa, Gunell, Mönkkönen, Suvanto, & Saarinen, 2023), зокрема ізостатичного, відсутні ґрунтовні порівняльні оцінки ефективності різних схем ущільнення (на оправку, на матрицю) з урахуванням подальшого використання виробів у харчовій промисловості. Недостатньо також опрацьовані питання забезпечення рівномірного розподілу пористості у фільтруючих елементах складної форми, що є критичним для стабільності фільтраційного процесу та мінімізації зон мікробіологічного ризику в обладнанні.

Зважаючи на вищезазначене, актуальними є дослідження, які поєднують методи комп'ютерного моделювання з принципами гігієнічного інжинірингу та технологічного конструювання фільтруючих елементів, призначених для використання в сучасних харчових виробництвах.

З огляду на проведений аналіз джерел, об'єктом дослідження був обраний технологічний процес виготовлення багат шарових фільтруючих елементів для очищення рідких харчових середовищ при виготовленні молочних продуктів, пива, соків, води, олії, виноматеріалів, зокрема етап пресування як найбільш вагомий для задання фільтруючому елементу необхідних експлуатаційних і гігієнічних характеристик.

Мета дослідження: дослідження процесу структуроутворення пористих фільтруючих елементів для подальшого вибору оптимальної схеми ущільнення та геометрії їх робочої поверхні, що забезпечить виготовлення фільтруючого обладнання харчових виробництв, яке відповідатиме вимогам гігієнічного інжинірингу та системи управління безпечністю виробництва харчової продукції.

Матеріали і методи. Методом радіально-ізостатичного пресування отримують багат шарові фільтри, пористість шарів яких відрізняється. Завдяки наявності змінної пористості має місце більш рівномірний розподіл забруднювача по об'єму порівняно з одношаровими фільтруючими елементами, що збільшує ресурс роботи фільтру, а також підвищує ефективність очищення. Відповідно до цього для подальшого дослідження було побудовано математичну модель на основі вказаного методу.

Можливі дві схеми пресування багат шарових фільтруючих елементів: на оправку та на матрицю. Дослідження процесу виконано в ряді праць, але в жодній з них не виконано порівняння зазначених схем і не визначено, яка схема є оптимальною.

Підвищення продуктивності фільтруючих елементів без зміни їх розмірів може бути досягнуто шляхом збільшення робочої площі. Одним з методів збільшення площі робочої поверхні є формування ребристої бічної поверхні. У цьому випадку виникає необхідність забезпечити рівномірний розподіл пористості по об'єму фільтруючого елемента.

Характерною особливістю порошкових і пористих матеріалів є можливість незворотно деформуватися під дією гідростатичного тиску. Численні експериментальні дані, а також аналіз пластичної деформації з точки зору термодинаміки незворотних процесів накладають обмеження на вигляд і особливості поверхні навантаження. Вона має бути опуклою і замкненою. Методом комп'ютерного моделювання (Datta та ін., 2022) досліджено процеси ізостатичного пресування багат шарових фільтруючих елементів і фільтрів з ребристою поверхнею. Для цього використовували метод моделювання, що ґрунтується на континуальному підході, реологічній моделі пластичного деформування пористого тіла (Штерн, Михайлов, & Михайлов, 2021), методі скінченних елементів (МСЕ) (Shtefan, Pashchenko, Blagenko, & Yastreba, 2019) та методі послідовних навантажень (Повстяной, Рудь, & Імбірвич, 2019).

Для безпосередньої реалізації комп'ютерного моделювання було обрано програмний комплекс GiD версії 17.1.3d, який є графічним препроцесором з потужним апаратом геометричного моделювання на основі методу скінченних елементів (МСЕ), дискретизації геометричних моделей і широкими можливостями імпорту геометрії та сіток із інших CAE/CAD програм, гнучким графічним постпроцесором, що дає змогу аналізувати результати виконаних обчислень. Однією з

особливостей та основною ідеєю GiD, яка обумовлює необхідність використовувати цей пакет для виконання поставлених завдань, є можливість додаткового редагування модулів і постпроцесора, додавання компонентів сторонніх програм. Отже, цей програмний комплекс є універсальним для вирішення широкого спектра задач.

Викладення основних результатів дослідження. Для проведення дослідження були задані початкові параметри задачі, а саме: математичний опис контуру поверхні навантаження (елементу), напруження, швидкість деформації та деформаційне зміцнення твердої фази. На основі цих параметрів було побудовано реологічну модель пластичного деформування фільтруючого елемента під час процесу пресування, адже загальна пористість такого елемента прямо залежить від величини та напрямку пластичного деформування.

Рівняння контуру поверхні навантаження в площині p - τ (рис. 1) має вигляд:

$$F = \frac{(p-p_0)^2}{\psi} + \frac{\tau^2}{\phi} - \tau_s^2 = 0, \quad (1)$$

де p — величина гідростатичного тиску; τ — інтенсивність дотичних напружень; ϕ та ψ — матеріальні функції, залежні від пористості, p_0 — значення гідростатичної компоненти напруженого стану, за якої об'єм пористого матеріалу не змінюється, τ_s — границя текучості матеріалу порошку або твердої фази пористого тіла.

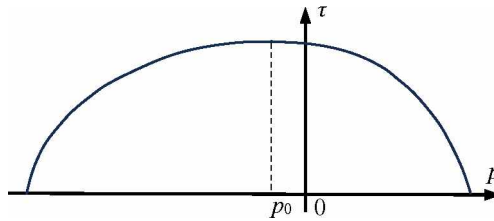


Рис. 1. Вигляд контуру поверхні навантаження в p - τ площині

Загальний зв'язок між напруженнями і швидкостями деформацій в покомпонентній формі визначається законом течії, що асоціюється з рівнянням пластичного потенціалу у формі:

$$\sigma_{ij} = \frac{\tau_s \cdot \phi}{w} \left[e_{ij} + \left(\frac{\psi}{\phi} - \frac{1}{3} \right) \cdot e \cdot \delta_{ij} \right] + p_0 \cdot \delta_{ij}. \quad (2)$$

Деформаційне зміцнення твердої фази можна враховувати за допомогою рівняння:

$$w = \frac{\sqrt{\gamma^2 \phi + e^2 \psi}}{\sqrt{1-\theta}} + \frac{p_0}{\tau_s} \cdot \frac{e}{1-\theta}. \quad (3)$$

Реологічна модель пластичного деформування враховує різноопірність пористих тіл розтягуванню і стисненню. Вона може застосовуватися при моделюванні поведінки як порошоків, так і спечених порошкових заготовок під дією зовнішнього навантаження.

Моделювання процесу деформування виконувалося поетапно, методом послідовних навантажень. На кожному кроці навантаження визначалися напруження, причому вважали, що матеріал є пружним. Потім обчислювали пластичний потенціал і, залежно від його величини, проводили коригування напружень і матеріальних параметрів моделі.

Було розглянуто дві технологічні схеми виготовлення багат шарових фільтруючих елементів: пресування на оправку та пресування на матрицю (рис. 2). Технологічний процес отримання багат шарових фільтруючих елементів здійснюється поетапно. Навантаження на зовнішню поверхню (пресування на оправку) та внутрішню поверхню (пресування на матрицю) пружного елемента знімається після ущільнення кожного шару. У порожнину між отриманим шаром і еластичним елементом, що прийняв первісну форму, засипається новий порошок, далі процес пресування триває.

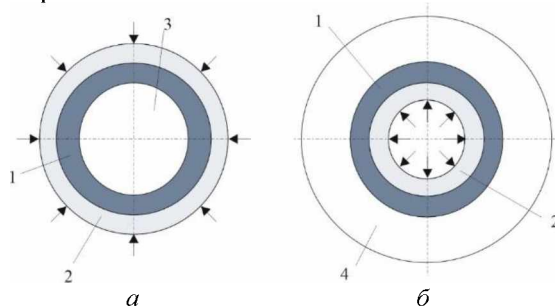


Рис. 2. Схеми пресування на оправку (а) та на матрицю (б): 1 — порошкоподібний матеріал; 2 — пружний елемент; 3 — оправка; 4 — матриця

Матеріал фільтруючих елементів — сталь ШХ15. Результати також масштабуються при моделюванні з використанням металокераміки — Al_2O_3 (Suleiman, Zhang, Ding, & Li, 2022) з початковим коефіцієнтом пористості 0,6, що є особливо важливим для виготовлення фільтруючих мембранних елементів трубчастого типу для процесу ультрафільтрації, матеріал еластичного елемента — поліуретан. Величина початкової пористості засипаного порошку — 0,8. Розглядалося ущільнення одношарових, а також двошарових і тришарових фільтруючих елементів. Вважали, що розмір частинок порошку шарів багат шарових елементів однаковий.

Досліджено вплив схеми пресування на радіальний розподіл пористості фільтруючих елементів. Встановлено, що при отриманні одношарових фільтруючих елементів розподіл пористості аналогічний для обох схем пресування. Розподіл нерівномірний, зі збільшенням радіуса пористість зростає. В міру збільшення ступеня деформації різниця між величинами пористості матеріалу у внутрішньої і зовнішньої поверхонь фільтра зменшується. У той же час схема пресування впливає на розподіл пористості багат шарових фільтруючих елементів.

При пресуванні на оправку ущільнення другого (зовнішнього) шару відбувається так само, як і першого шару. При цьому більш щільний внутрішній шар деформується незначно та виконує роль оправки. Подальше збільшення навантаження призводить до того, що настає момент, коли зовнішній шар ущільнився і обидва шари продовжують деформуватися одночасно.

Застосування схеми пресування на оправку дає змогу отримати монотонний розподіл пористості по перерізу фільтруючого елемента. Пористість зростає зі збільшенням радіуса як у кожному шарі, так і по всьому перерізу фільтруючого елемента (рис.3, а).

При пресуванні на матрицю багат шарових фільтруючих елементів мінімальна пористість кожного шару відповідає області у його внутрішній поверхні. У той же час величина пористості збільшується від поверхневого шару до внутрішнього (рис.3, б). Величина пористості змінюється за перерізом фільтруючого елемента немонотонно.

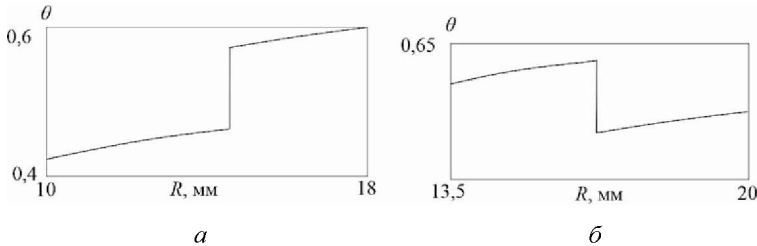


Рис. 3. Розподілення пористості θ у двошаровому фільтруючому елементі при пресуванні на оправку (а) та пресуванні на матрицю (б)

Отже, при виготовленні багат шарових фільтруючих елементів з монотонним розподілом пористості доцільно застосовувати схему ущільнення на оправку.

Моделювання виготовлення фільтруючих елементів з ребристою поверхнею. Форма існуючих фільтруючих елементів зі збільшеною бічною поверхнею буває різною. Поперечний переріз елементів може мати ребра, утворені дугами окружностей (Повстяной, Рудь, & Імбірович, 2019) або прямими лініями.

Проведено моделювання процесу ізостатичного пресування фільтруючого елемента, розглянутого в праці (Штерн, Михайлов, & Михайлов, 2021). Вид поперечного перерізу елемента наведено на рис. 4, а. Цей переріз є симетричним, крім того, зовнішній тиск діє на всю поверхню пружного елемента однаково, тому надалі розглядалося ущільнення однієї восьмої частини поперечного перерізу фільтруючого елемента.

Розрахункова схема наведена на рис. 4, б. Порошок 2 засипається в порожнину між оправкою 1 та пружним елементом 2. Ущільнення порошку відбувається під впливом тиску, прикладеного на зовнішню поверхню пружного елемента.

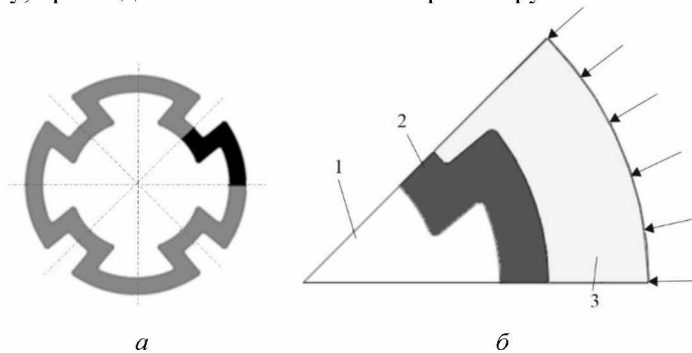


Рис. 4. Поперечний переріз фільтруючого елемента (а) та розрахункова схема при моделюванні (б): 1 — оправка; 2 — порошок; 3 — пружний елемент

Матеріал порошку — титан. Матеріал еластичного елемента — поліуретан. Початкова пористість порошку дорівнювала 0,6. Менший і більший діаметри оправки дорівнювали, відповідно, 45 мм та 65 мм. Початкова товщина фільтруючого елемента дорівнювала 8 мм. Величина зовнішнього тиску вибиралася в діапазоні 100—220 МПа таким чином, щоб кінцева товщина фільтруючого елемента в області, що відповідає більшому його діаметру, дорівнювала 6 мм.

Встановлено, що пористість і величина накопиченої пластичної деформації матеріалу порошку розподілені за перерізом фільтруючого елемента нерівномірно (рис. 5). Пористість частини фільтруючого елемента в області дуги окружності більшого діаметра менша, а в області дуги меншого діаметра більша (рис. 5, а).

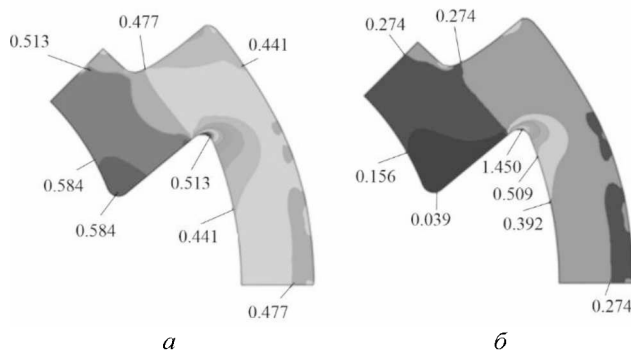


Рис. 5. Розподіл пористості (а) та накопиченої пластичної деформації (б)

У внутрішньої поверхні фільтруючого елемента та нижньої частини ребра розташована зона утрудненої деформації. Величина пористості у цій області максимальна і дорівнює 0,584. Величина накопиченої пластичної деформації матеріалу порошку розподілена аналогічно розподілу відносної щільності.

Через нерівномірний розподіл пористості фільтруючі властивості різних частин спресованого виробу також відрізняються, тому було запропоновано змінити форму фільтруючого елемента. Вид поперечного перерізу запропонованого елемента та розрахункова схема при моделюванні наведені на рис. 6.

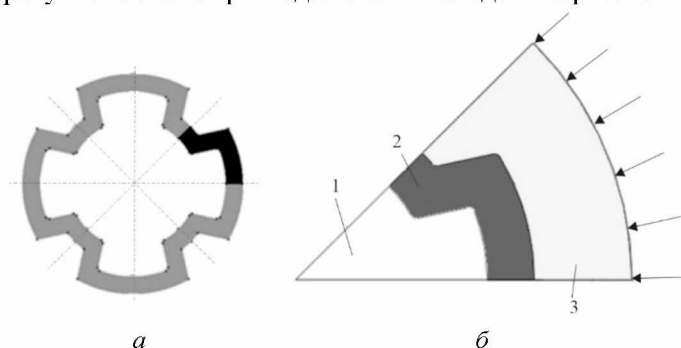


Рис. 6. Поперечний переріз фільтруючого елемента (а) та розрахункова схема при моделюванні (б): 1 — оправка; 2 — порошок; 3 — пружний елемент

Цей переріз також є симетричним, а зовнішній тиск діє на всю поверхню пружного елемента однаково. Аналогічно до моделі представленої на рис. 4 розглядаюся ущільнення однієї восьмої частини поперечного перерізу фільтруючого елемента, а результати масштабувалися по осі обертання виробу. Результати моделювання показали, що зміна форми фільтруючого елемента дала змогу зменшити нерівномірність розподілу величин пористості та накопиченої пластичної деформації (рис. 7). Зменшення нерівномірності розподілу пористості (на рис. 7, а розкид значень коефіцієнту пористості має значення у межах 0,402—0562, що відмічено відповідними кольоровими зонами) покращує фільтруючі характеристики елемента, а також сприяє підвищенню ефективності миття способом циклічного промивання мийними розчинами та водою. Ефективне миття зменшує ризик хімічного та біологічного забруднення, що безпосередньо впливає на безпечність оброблювальних харчових середовищ.

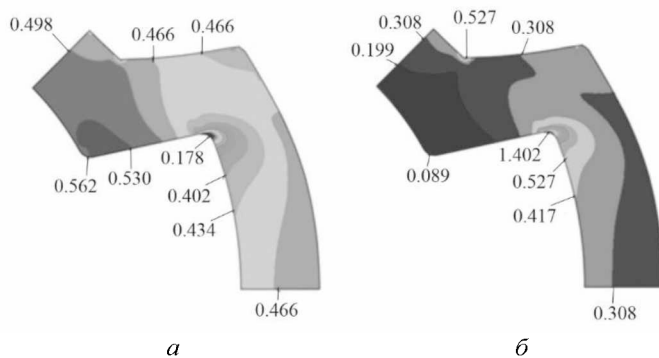


Рис. 7. Розподіл пористості (а) та накопиченої пластичної деформації (б)

Як видно з аналізу (рис. 7, б), зона накопичення пластичної деформації зменшилася, що підвищує надійність і довговічність обладнання, збільшує його стійкість до агресивних середовищ, покращує експлуатаційні характеристики. При цьому зменшується ймовірність виникнення фізичних небезпечних факторів внаслідок руйнування фільтруючого елемента, що прямо впливає на безпечність рідкого харчового середовища, що фільтрується.

Контроль і перевірка виробництва фільтруючих елементів за допомогою запропонованої методики моделювання дає змогу виготовляти вироби, що задовільняють вимоги гігієнічного інжинірингу обладнання для виробництва харчових продуктів. Це, у свою чергу, є невід'ємною частиною застосування програм-передумови, а також сприяє впровадженню системи НАССР для виробництва безпечних харчових продуктів.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що при виготовленні багат шарових фільтруючих елементів з монотонним розподілом пористості доцільним є застосування схеми пресування на оправку. Такий підхід дає змогу досягти рівномірного ущільнення та заданих фільтраційних властивостей по всьому об'єму виробу.

У процесі моделювання процесу формоутворення фільтруючих елементів з ребристою бічною поверхнею виявлено наявність зон нерівномірного ущільнення та накопиченої пластичної деформації, що погіршує експлуатаційні характеристики фільтруючого елемента та, як наслідок, також збільшує ризик виникнення фізичних, хімічних і мікробіологічних небезпек при виробництві харчової продукції. Запропонована модифікація форми елемента дає змогу зменшити ці негативні прояви. Зменшення варіацій пористості по перерізу фільтруючого елемента позитивно впливає на ефективність його миття в умовах циклічного промивання миючими розчинами та водою, що є важливим для забезпечення гігієнічного стану обладнання харчової промисловості.

Впровадження результатів моделювання в технологічний процес виготовлення фільтруючих елементів дає змогу забезпечити виконання відповідних програм-передумов системи НАССР, підвищити їх відповідність вимогам гігієнічного інжинірингу, технічну надійність та довговічність обладнання і, як наслідок, безпечність виготовлення харчової продукції.

Література

Повстяной, О. Ю., & Богінський, Л. С. (2011). Оптимізація форми для виготовлення пористих проникливих матеріалів. *Наукові нотатки*, 31, 258—264. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2011_31_50.

Повстяной, О. Ю., Рудь, В. Д., & Імбірович, Н. Ю. (2019). *Комп'ютерно-інформаційні технології в сучасному матеріалознавстві*: монографія. Луцьк: РВВ ЛНТУ.

Рудь, В. Д., Повстяной, О. Ю., Заболотний, О. В., & Богінський, Л. С. (2016). *Технології, структура, властивості пористих проникних матеріалів*: монографія. Луцьк: РВВ ЛНТУ.

Штерн, М. Б., Михайлов, О. В., & Михайлов, А. О. (2021). Узагальнена континуальна модель пластичності порошкових та пористих матеріалів. *Порошкова металургія*, 01/02, 27—44. <http://www.materials.kiev.ua/article/3189>.

Alehosseini, E., Mohammadi, Z., & Jafari, S. (2021). *Introduction to unit operations and process description in the food industry*. In *Engineering Principles of Unit Operations in Food Processing*, 1—27. <https://www.researchgate.net/publication/352749779>.

Chen, D., Gao, K., Yang, J., & Zhang, L. (2023). Functionally graded porous structures: Analyses, performances, and applications — a review. *Thin-Walled Structures*, 191, 111046. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2023.111046>.

Dalwadi, M. P., Griffiths, I. M., & Bruna, M. (2015). Understanding how porosity gradients can make a better filter using homogenization theory. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 471(2182), 1—20. <https://doi.org/10.1098/rspa.2015.0464>.

Datta, A., Nicolay, B., Vitrac, O., Verboven, P., Erdogdu, F., Marra, F., & Koh, C. (2022). Computer-aided food engineering. *Nature Food*, 3(11), 894—904. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00617-5>.

Eray, E., Candelario, M., Boffa, V., Safafar, H., Ostedgaard-Munck, N., Zahrtmann, N., & Jorgensen, K. (2021). A roadmap for the development and applications of silicon carbide membranes for liquid filtration: Recent advancements, challenges, and perspectives. *Chemical Engineering Journal*, 414, 128826. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.128826>.

Fan, W., Ying, Y., Peh, S. B., Yuan, H., Yang, Z., Yuan, Y. D., & Zhao, D. (2021). Multivariate polycrystalline metal-organic framework membranes for CO₂/CH₄ separation. *Journal of the American Chemical Society*, 143(42), 17716—17723. <https://doi.org/10.1021/jacs.1c08404>.

Fellows, P. J. (2022). *Food processing technology: Principles and practice*. Woodhead Publishing.

- Gourley, A., Kaufman, J., Aman, B., Schwalbach, E., Beuth, J., Rueschhoff, L., & Reeja-Jayan, B. (2024). Spreading anomaly semantic segmentation and 3D reconstruction of binder jet additive manufacturing powder bed images. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 134, 3139—3151. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14311-2>.
- Hassoun, A., Jagtap, S., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & Câmara, J. S. (2023). Food quality 4.0: From traditional approaches to digitalized automated analysis. *Journal of Food Engineering*, 337, 111216. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111216>.
- Kultamaa, M., Gunell, M., Mönkkönen, K., Suvanto, M., & Saarinen, J. (2023). Antimicrobial activity of porous metal injection molded (MIM) 316L stainless steel by Zn, Cu and Ag electrodeposition. *Surfaces and Interfaces*, 38, 102778. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2023.102778>.
- Meng, X., Zhang, H., Yang, J., Zhang, Q., Zhang, Z., & Qu, B. (2023). Cold isostatic pressing-study on methane production and microbial community structure in anaerobic digestion of food waste. *Journal of Cleaner Production*, 428, 139469. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139469>.
- Michel, M., Eldridge, A., Hartmann, C., Klassen, P., Ingram, J., & Meijer, G. (2024). Benefits and challenges of food processing in the context of food systems, value chains and sustainable development goals. *Trends in Food Science & Technology*, 153, 104703. <https://www.researchgate.net/publication/383856718>.
- Saravacos, G., & Kostaropoulos, A. (2016). *Handbook of Food Processing Equipment*. Springer: Part of Food Engineering series.
- Shtefan, E., Pashchenko, B., Blagenko, S., & Yastreba, S. (2019). *Constitutive equation for numerical simulation of elastic-viscous-plastic disperse materials deformation process*. In Ivanov, V., Advances in Design, Simulation and Manufacturing. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93587-4_37.
- Singh, H., Saxena, P., & Puri, Y. M. (2021). The manufacturing and applications of the porous metal membranes: A critical review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 33, 339—368. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.03.0>.
- Singh, N., & Bagade, P. (2022). Quality, food safety and role of technology in food industry. *Thermal Food Engineering Operations*, 14, 415—454. <https://doi.org/10.1002/9781119776437.ch14>.
- Suleiman, B., Zhang, H., Ding, Y., & Li, Y. (2022). Microstructure and mechanical properties of cold sintered porous alumina ceramics. *Ceramics International*, 48(10), 13531—13540. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.01.232>.
- Zhu, B., Duke, M., Dumée, L. F., Merenda, A., Des Ligneris, E., Kong, L., & Gray, S. (2018). Short review on porous metal membranes — Fabrication, commercial products, and applications. *Membranes*, 8(3), 83. <https://doi.org/10.3390/membranes8030083>.

SUBMISSION GUIDELINES

Dear colleagues,

The editorial board of the Journal “Scientific works of the National University of Food Technologies” invites you to the publication of your manuscripts (<http://sw.nuft.edu.ua>).

Only the manuscripts that have not previously been published in print and electronic media are accepted. The author who submits materials for publication reserves the copyright and provides the right of first publication to the Journal, allows to distribute the manuscript indicating the authorship and the primary source of publication and agrees to placing the electronic version of the manuscript on the website of the V. I. Vernadsky National Library of Ukraine, publicly available electronic network of the University. The author gives the right to the editorial board to review and reject the material submitted for publication. The author can publish one manuscript (of his/her single authorship or co-authored) per every issue of the Journal.

The following documents are necessary to be sent to the e-mail address of the journal (npuht@nuft.edu.ua):

- Electronic version of the manuscript;
- A review of the manuscript by a doctorate of the corresponding branch of science. If one of the authors is a doctorate him/herself, then a review is not necessary;
- A statement signed by the author(s) that the manuscript has not been published and is not submitted for publication.

REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS

The electronic version should be submitted in a Microsoft Word document (margins of 2 cm, Time New Roman, type size 14, spacing 1.5). There should be no blank lines in the manuscript. No extra spaces are allowed between the words. All pages of the manuscript should be numbered.

The number of pages of the research article should be at least 10 (excluding abstracts and references). At least 15 references should be analyzed in the research paper. The length of the review article should be at least 25 pages (excluding abstracts and references). At least 40 references should be analyzed in the review article.

The use of automatic translation for any part of your text (manuscript, abstract, keywords) is not allowed. Translation must be of good quality.

The editors reserve the right to edit the manuscript scientifically and literary.

SEQUENCE OF STRUCTURAL ELEMENTS OF THE MANUSCRIPT

1. UDC index.
2. The title of the manuscript (in English, Ukrainian).
3. Full names of the authors in English, Ukrainian (not more than four authors).
4. An abstract in English, Ukrainian (not less than 1800 characters with spaces). The abstract should be highly informative, it is a separate text document in which the results of the research must be summarized. General phrases, insignificant details and well-known provisions shouldn't be written in the abstract. Direct repetitions of any parts of the article should be also avoided.
5. A list of keywords (5—6 words or key phrases in English, Ukrainian).
6. The structure of the text:
 - Problem definition and its relationship with important practical tasks;
 - Analysis of recent studies and publications related to subject matter of the manuscript;
 - Problem statement (statement of purpose of the manuscript);
 - Presentation of the main material;
 - Conclusions and recommendations for further research.
7. A list of references of their quotation should be presented after the text of the manuscript.

Bibliographic descriptions should be made according to international style APA. Bibliographic descriptions should be submitted in the language of their edition. Links to unpublished materials are not allowed. The list of references should contain links only to recent and relevant studies. At the end of each reference, the DOI identifier is provided in the format <https://doi.org/>, if it is, or a link to the publication. National standards,

specifications, textbooks, lecture notes, laboratory workshops and other non-scientific literature must not be referenced. References to patents should be made in the text of the article, indicating only the number and title of the patent. In the list of references, the sources should be presented in alphabetical order.

The investigations of scientists from all over the world should be analyzed in the article. Based on the analysis of modern articles from English-language journals, the relevance of the topic in the world should be proved, the issues which need to be solved should be identified, and the purpose of the research should be formulated.

8. Tables (in Word and Excel) can be submitted both in the text of the manuscript and in separate files (on separate pages). Each table should have a title, typed in bold, and its serial number if there are several tables. The word "Table" and number are printed in italics; the title is printed in bold. Tables should be in book format and fit freely in the height and width of the journal page.

9. Figures, images and tables should be performed in Corel Draw, Origin on white paper and placed both in the text and in separate files. Captions should be typed in bold directly under the figures. Images must be clear and contrasting (TIF, JPG with a resolution of 300 dpi); the size 6×9. Photos are printed in case of extreme necessity, if they provide information of the significant scientific value.

10. Mathematical formulas should be typed with the correct placing of upper and lower indices. The formulas should be numbered by Arabic numerals in parentheses at the right margin of the page. The indices of Ukrainian abbreviated words should be typed in bold and in lower case. The first word of an index, consisting of two abbreviated words, should be followed by a dot, and the second word has no dot. The numbers in the indexes are typed in upright font. Indexes should be typed in Latin letters and in italics. In formulas, the letters of Latin alphabet are typed in italics; Greek and Ukrainian letters are in upright font.

Chemical formulas should be typed in upright font. Mathematical symbols that make up the chemical formulas should be typed in italics.

Formulas should be put directly into the text. Simple formulas are typed from the keyboard, and complex — using the Microsoft Equation 3.0 object or MathType 5.6. Other equation editors are unacceptable. The characters are inserted only through the symbol table. The contraction of physical units must comply with the rules of the International System of Units (SI).

11. Information about the authors should be given as follows: second name (in uppercase letters), first name and patronymic (in full); academic title; position or profession, place of work; phone number, E-mail.

12. The date when the manuscript was received by the editorial board.

The use of **automatic translation** for any part of your text (manuscript, abstract, keywords) is **not allowed**. Translation must be of good quality.

The absence of any item listed above; absence of abstracts; non-compliance to the design requirements; spelling, grammatical, stylistic errors; automatic translation of any part of the manuscript are the grounds **for refusal** to accept the manuscript for publication.

The author is fully responsible for compliance with current legislation, including the rules of copyright and the consistency of data (quotations, references, names, etc.).

Editorial office address:

National University of Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
building B, room 412, 01601 Kyiv, Ukraine
E-mail: npnuht@nuft.edu.ua