

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

XVII Міжнародної наукової конференції
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

3-8 вересня 2018 р.



**ОДЕСА
2018**

Публікуються доповіді, представлені на XVII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3 – 8 вересня 2018 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

Доктор техн. наук, професор
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

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

СЕКЦІЯ 3.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ**

УДК: 544.723

ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ВИЛУЧЕННІ БІЛКІВ ЗІ СТИЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Сабадаш В.В. канд. техн. наук, доцент
Гумницький Я.М. д-р техн. наук, професор
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

APPLICATION OF MICROWAVE RADIATION ON THE DISCHARGE OF PROTEINS FROM STEEL WATER OF FOOD MANUFACTURERS

V. V. Sabadash, J. M. Gumnitsky
Lviv National Polytechnic University
Lviv, Ukraine

Анотація. В роботі приведено результати досліджень кінетики вилучення білків з модельного розчину, зміни оптичної густини розчинів білка в результаті дії на досліджуваній розчин випромінювання надвисокочастотного діапазону. Процес денатурації розчинів білка, що моделюють стічні води підприємств харчової промисловості, здійснювали під дією НВЧ випромінювання з частотою 2450 Гц. Обробленню піддавали водні дисперсії альбуміну та казеїну з масовою часткою сухих речовин 5% за потужності надвисокочастотного випромінювання 800 Вт. Контроль за процесом денатурації білка здійснювали за зміною оптичної густини досліджуваних розчинів. Експериментальні дослідження показали, що ступінь вилучення альбуміну без застосування інших методів розділення становила 80%, а казеїну 35%. Виведено теоретичну залежність для розрахунку зміни температури досліджуваного об'єкту від потужності генератора електромагнітних хвиль та часу дії на об'єкт випромінювання надвисокочастотного діапазону. В основу розрахунків кінетики нагрівання електролітів у полі дії електромагнітного випромінювання поставлено зв'язок між напруженістю електромагнітного поля, що генерується в резонаторній НВЧ-камері, та потужністю НВЧ-генератора. Експериментальне дослідження кінетики денатурації водних дисперсій білка показало хорошу збіжність експериментальних та розрахункових даних. За допомогою приведеного рівняння можна з достатньою точністю визначати теплофізичні параметри процесу нагрівання вологих об'єктів та розчинів до 100 °С, або для діелектриків з низьким вмістом вологи. Розроблений спосіб обробки стічних вод передбачає введення НВЧ модуля у технологічну схему очищення стічних вод біотехнологічних виробництв. Це дозволить здійснювати знезараження стічних вод та ефективного вилучення білкових сполук шляхом переведення білків у коагульований стан та збільшити ефективність очищення стічних вод.

Ключові слова: стічні води, білок, денатурація, НВЧ – випромінювання, теплообмін

Abstract. The paper presents the results of investigations of the kinetics of protein extraction from the model solution and changes in the optical density of protein solutions as a result of influence of the ultrahigh-frequency radiation on the test solution. The process of denaturation of protein solutions that simulate wastewater from food industry enterprises under the influence of microwave radiation at a frequency of 2450 Hz was carried out. The samples of aqueous dispersions of albumin and casein with a mass fraction of dry matter of 5% were treated of ultrahigh-frequency radiation of the power of 800 W. Control of process of the protein denaturation was carried out by changing the optical density of the investigated samples. Experimental studies have shown that the degree of albumin excretion without application of other methods of separation was 80% and casein 35%. The theoretical dependence for calculating the temperature change of the investigated object from the power of the generator of electromagnetic waves and the time of action on the object of radiation of the ultrahigh-frequency range was derived. The basis of calculations of the kinetics of heating of electrolytes in the field of electromagnetic radiation is the relationship between the intensity of the electromagnetic field generated in the chamber of microwave resonator and the power of the microwave generator. An experimental study of the kinetics of denaturation of aqueous dispersion of the protein showed good correlation of experimental and calculated data. Application of the given equation it is possible to determine with sufficient accuracy the thermophysical parameters of the process of heating the wet objects and solutions to 100°C or for dielectrics with low moisture content. The developed method of treatment of sewage involves the introduction of a microwave module in the technological scheme of sewage treatment of biotechnological industries. This will allow for the disinfection of sewage and the effective removal of protein compounds by converting proteins into a coagulated state and increasing the efficiency of wastewater treatment.

Key words: sewage, protein, denaturation, microwave radiation, heat exchange

Постановка проблеми. Проблема очищення стічних вод від органічних забруднень дуже часто супроводжується труднощами, пов'язаними з низькою ефективністю вилучення колоїдних частинок. У випадку наявності білкових сполук у стічних водах виникає небезпека нецільової втрати не тільки цінних поживних речовин, але й небезпека створення живильного середовища для патогенної мікрофлори, що буде утруднювати процес очищення стічних вод. Відомо, що стічні води підприємств харчової промисловості забруднені органічними сполуками та мінеральними речовинами [2]. Біотехнологічні виробництва займають одне з перших місць серед галузей промисловості, що скидають значну кількість стічних вод[1,2]. Це в основному дріжджові клітини, білки, вуглеводи, залишки масел, хлориди, фосфати, калій, азот, БПК загального стоку становить 1500-5000 мг/л.

Мета роботи – дослідити кінетику вилучення білків з модельного середовища під дією випромінювання надвисокочастотного діапазону та встановити закономірності зміни теплофізичних характеристик досліджуваних об'єктів в залежності від тривалості дії на них мікрохвильового випромінювання та потужності НВЧ-генератора.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературних джерелах міститься багато даних про способи вилучення білків з водних розчинів, зокрема і сорбційні методи із застосуванням природних та синтетичних сорбентів[2,3]. Встановлено, що сорбційна ємність цеоліту щодо альбуміну становить 14 мг/г.адс. Вказується, що наявність білка в стічних водах значно сповільнює процес адсорбційного вилучення фосфатів та амонію зі стічних вод і призводить до зменшення сорбційної ємності адсорбентів, оскільки молекули білка сорбуються на поверхні пор [1,2].

У попередніх публікаціях вказується, що процес адсорбції білків проходить у зовнішньо дифузійній області. Досягнення вищих показників якості очищення стічних вод потребує розробки новітніх технологій, зокрема застосування техніки НВЧ. Використання НВЧ-випромінювання в різних галузях за останні десятиліття поширилося завдяки можливостям ефективного миттєвого нагріву, висушування, стерилізації, швидкого розігріву замороженої сировини і т.д.

Надвисокі електромагнітні хвилі, проникаючи в об'єм матеріалу, що обробляється, діють швидко та рівномірно. Діелектрики та зневоднені об'єкти при цьому не підігріваються, а ті, що містять воду, можна за невеликий проміжок часу нагріти і висушити. Після обробки НВЧ випромінюванням структура матеріалу переважно не змінюється. Ефективність перетворення енергії електромагнітного поля на тепло зростає прямо пропорційно до частоти коливань і квадрату напруженості електромагнітного поля. Важлива перевага НВЧ нагріву – відсутність теплової інерційності, тобто можливість практично миттєвого включення і виключення теплового впливу на сировину, яка обробляється. Це дозволяє підтримувати високу точність регулювання процесу нагріву. ККД перетворення енергії НВЧ на тепло наближається до 100%. [3,4]. Процес нагрівання модельного розчину в лабораторній установці відбувався у нестационарному режимі. Температура досліджуваного об'єкта змінювалася в часі.

Для експериментальних досліджень використовували скляний контейнер, виготовлений з кварцового скла, що і є неполярним діелектриком. У контейнері здійснювали нагрівання досліджуваної дисперсії шляхом пропускання електромагнітного випромінювання. Поверхня контейнера контактувала у конвективному і радіаційному теплообміні з навколишнім середовищем, що має більш низьку температуру. Принцип нагрівання під дією змінного електромагнітного поля на досліджуваний об'єкт спричинює поляризацію і пов'язані електричні заряди спрямовано здійснюють переміщення. Поляризація середовища збільшується зі збільшенням частоти та напруженості електромагнітного поля.

У водних дисперсіях НВЧ випромінювання призводить до впорядкованого руху диполів води, що спричинює виділення тепла, яке рівномірно розподіляється в об'ємі розчину [5]. Теплофізичні та оптичні характеристики досліджуваних матеріалів залежать від температури.

Експериментальні дослідження. Проведено серію дослідів, у яких досліджували процес денатурації розчинів білка, що моделюють стічні води підприємств харчової промисловості. Дослідження кінетики вилучення білків з модельного середовища під дією випромінювання надвисокочастотного діапазону здійснювали шляхом оброблення дисперсії альбуміну та казеїну з масовою часткою сухих речовин 5% у полі НВЧ випромінювання з частотою 2450 Гц за потужності 800 Вт. 1 дм³ водної дисперсії білка вносили у скляний контейнер висотою 15см і діаметром 10см та поміщали у експериментальну установку. Включали нагрів на 800Вт. Проби відбирали кожні 50с.

Після проведення нагріву проби досліджуваного розчину охолоджували до температури 20°C, відстоювали та аналізували на вміст білка атомно-абсорбційним методом. Результати експерименту представлено на рис. 1.

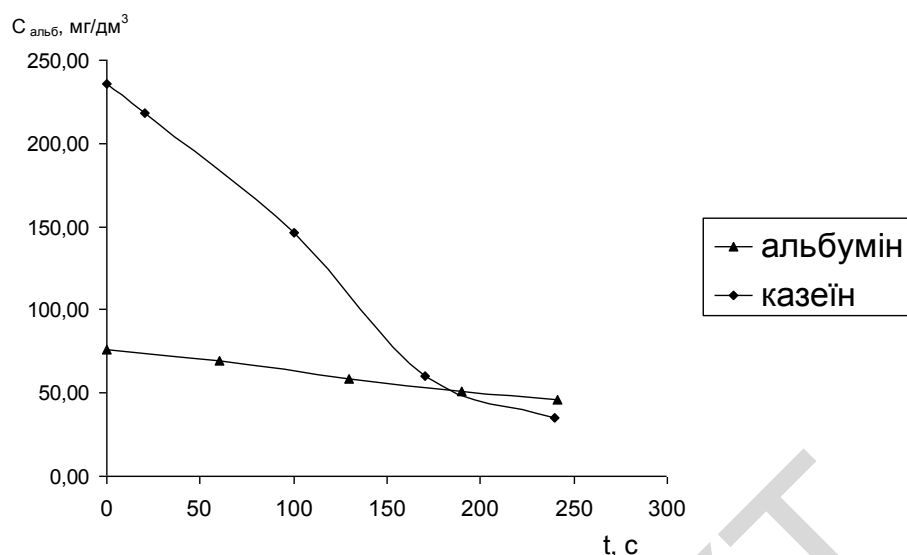


Рис. 1. Кінетика вилучення білків з модельного розчину

Як видно з результатів дослідження, під дією НВЧ поля відбувається зменшення концентрації білків у модельному розчині за рахунок утворення осаду денатурованого білка. Експериментальні дослідження показали, що ступінь вилучення альбуміну без застосування інших методів розділення становила 80%, а казеїну 35%. В процесі денатурації спостерігається зміна оптичної густини розчину. Результати дослідження приведені на рис. 2.

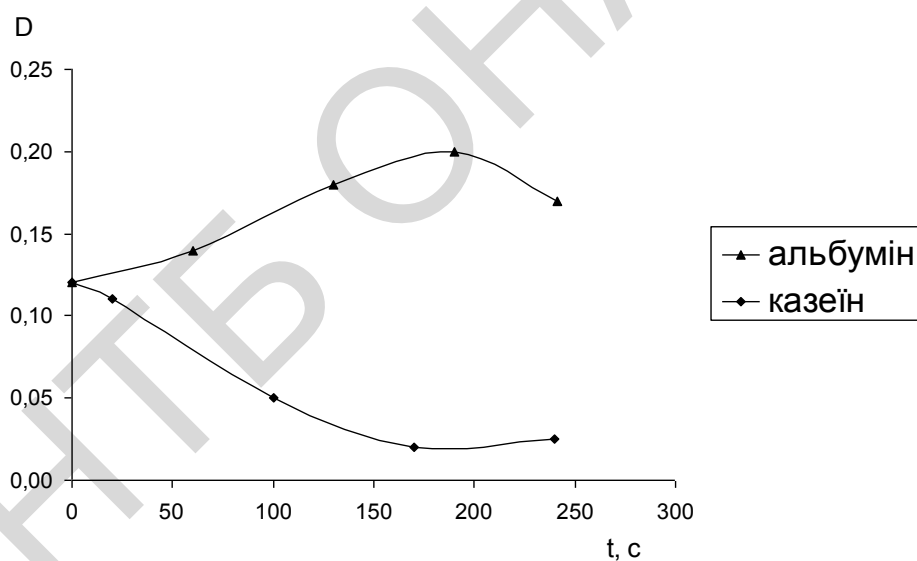


Рис. 2. Зміна оптичної густини розчинів білка

Зв'язок між напруженістю електромагнітного поля, що генерується в резонаторній НВЧ-камері, та потужністю генератора електромагнітних хвиль надвисокочастотного діапазону описується загально відомими рівняннями електродинаміки [6,7].

В результаті впливу НВЧ променів конфігурація білків, руйнується. Денатурований у такий спосіб білок втрачає свою біологічну активність і стає нерозчинним. На процес денатурації має вплив температура середовища, яка буде збільшуватися в залежності від потужності електромагнітного випромінювання, що діє на досліджуваний об'єкт [8].

Розрахункову формулу для визначення середнього значення питомої потужності внутрішніх джерел теплоти під час нагріву у надвисокочастотному полі представлено у [6]:

$$\omega = \frac{P}{lS} \frac{1}{R} \int_0^R e^{-\frac{r}{l}} dr \quad (1)$$

де ω - потужність внутрішніх джерел теплоти, Вт/м³;
 S - площа поверхні об'єкта, що піддається нагріву, м²;
 V - об'єм продукту, м³;
 $R=V/S$ - відношення об'єму до площі поверхні досліджуваного об'єкта, м;
 l - глибина проникнення НВЧ - випромінювання у досліджуваній об'єкт, м;
 Проінтегрувавши (1) одержимо:

$$\omega = \frac{P}{V} \frac{l}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{l}} \right) \quad (2)$$

де P - потужність нагрівання тіла довільної форми в момент часу τ , Вт:

$$P = cm \frac{(T_2 - T_1)}{\tau} \quad (3)$$

де m - маса об'єкта, що піддається нагріву, кг;
 T_1 і T_2 - початкова та кінцева температури досліджуваного об'єкта °К;
 c - теплоємність, Дж/(кг·К);
 τ - час, с.

З врахуванням (3) рівняння (2) матиме наступний вигляд:

$$\omega = \frac{cm(T_2 - T_1)}{\tau V} \frac{l}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{l}} \right) \quad (4)$$

Температура нагрівання тіла довільної форми в момент часу τ після впливу НВЧ поля буде рівна:

$$T_2 = \frac{\omega V \tau R}{cm l \left(1 - e^{-\frac{R}{l}} \right)} + T_1, \text{ або} \quad (5)$$

$$T_2 = \frac{P_2 \tau R}{cm l \left(1 - e^{-\frac{R}{l}} \right)} + T_1,$$

де $P_2 = \omega \cdot V$ - потужність НВЧ-генератора, Вт;

Для перевірки теоретичних даних ми дослідили зміну температури досліджуваного об'єкта. Порівняння теоретичних та експериментальних даних (рис. 3) свідчить про те, що за допомогою рівняння (5) можна визначати теплофізичні параметри процесу до 100°С (або для діелектриків з низьким вмістом вологи) з достатньою точністю.

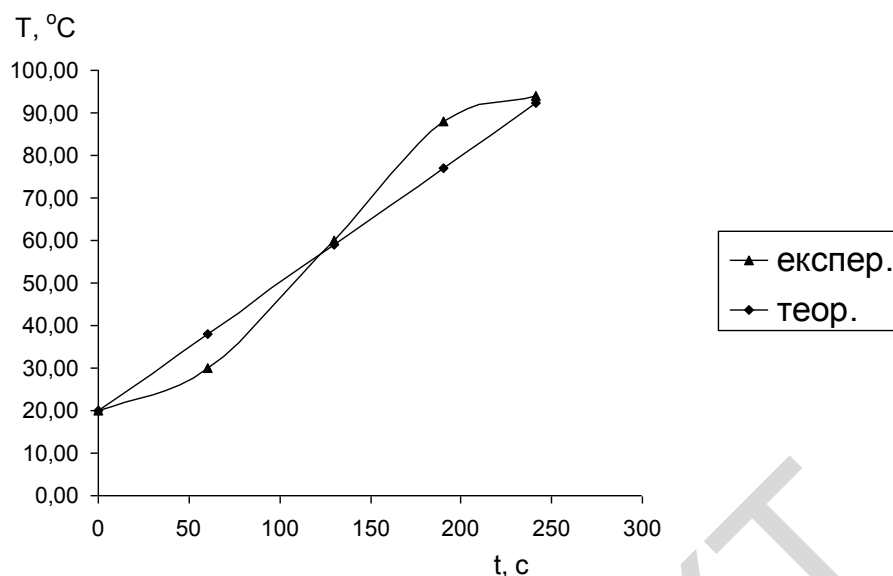


Рис. 3. Зміна температури розчинів білка під впливом НВЧ випромінювання

Висновки. Аналіз результатів експериментальних досліджень використання випромінювання надвисокочастотного діапазону показав, що генератори електромагнітних хвиль надвисокочастотного діапазону можна використовувати для вилучення білків з водних розчинів, а також для здійснення термічного знешкодження промислових стоків. Дана технологія дає змогу забезпечити зменшення енергозатрат, скорочення тривалості процесу обробки та мікробіологічну стабільність продукції. Перспективи більш широкого застосування НВЧ-випромінювання пов'язані з розробкою і впровадженням НВЧ-установок нового покоління.

Література

1. Мацуська О. В. Очищення стоків від білків природними сорбентами/ О. В. Мацуська, Р. П. Параняк, Я. М. Гумницький //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. - 2011. - Т. 13, № 2(2). - С. 255-261
2. Гумницький Я.М. Кінетика адсорбції альбуміну природним сорбентом/ Я.М. Гумницький, (А.М. Гивлюд), В.В.Сабадаш //Наукові праці ОНАХТ. - Одеса, 2015. – Вип. 47.- Т.1. - С. 133-139.
3. Beszedes S. Application of thermal and microwave pre-treatments for dairy wastewater sludge / S. Beszedes, G. Szabo, G. Geczi. // International Journal Of Engineering. – 2012. – №10. – С. 231–235.
4. Теорія електромагнітного поля і основи техніки НВЧ: навч. Т 59 посіб. / С.В. Соколов, Л.Д. Писаренко, В.О. Журба; за заг. ред. Г.С. Воробйова. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 393 с.
5. Калинин Л. Г. Применение метода регулярного режима для определения электро- и теплофизических характеристик дисперсных систем / Л. Г. Калинин // Наук. праці. ОНХАТ. – Одеса, 2010. – Вип. 37. – С. 170–173.
6. Потапов В. О. До питання розрахунку внутрішніх джерел теплоти під час мікрохвильової обробки харчових продуктів/ В. О. Потапов, В. В. Качалов, С. В. Михайлова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. - 2013. - Вип. 1(2). - С. 73-81.
7. Кудряшов Ю. Б., Перов Ю. Ф. Рубин А. Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. Учебник для ВУЗов. — М.: Физматлит, 2008. — 184 с.
8. Диденко А.Н. СВЧ-энергетика. Теория и практика / А.Н. Диденко. – М.: Наука, 2003. – 447 с.

УДК 664.723.047.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ

Пазюк В. М., к.т.н., с. н. с., Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

ENHANCEMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF DRYING SEEDS OF GRAIN CROPS WITH HEAT PUMPS

Pazyuk V.M., Ph.D., p. N. s., Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of
Ukraine, Kyiv

В статті наведені дослідження з енергоефективного сушіння насіння ріпаку із застосування теплових насосів.

The paper presents studies on energy-efficient drying of rape seeds using heat pumps.

Ключові слова: сушіння, тепловий насос, схожість насіння.

В сучасних умовах розвитку зерносушіння основою вибору сушильних установок є енергетична складова процесу сушіння та якісні характеристики матеріалу.

Проведений аналіз існуючих зерносушарок показав, що діючі зерносушарки не відповідають вимогам за енергетичними показниками від 10 – 30% (нормативні витрати 4000 кДж/кг вип. вологи). Для насіннєвого зерна витрати складають більше на 30% (нормативні витрати 5200 кДж/кг вип. вологи) із-за неможливості застосування високотемпературних режимів [1].

Витрати теплоти, якщо взяти за 100% за даними досліджень [2] можна розділити наступним чином:

на випаровування вологи – 53,2%; на нагрівання зерна та транспортних пристроїв – 15%; з відпрацьованим теплоносієм – 23,9%; від корпусу зерносушарки – 6,9%; від неповного згорання палива – 1%.

Заходи направлені на зниження витрат на процес сушіння частково реалізується в сучасних розробках, що відповідно знижує витрати теплоти на сушіння та підвищує коефіцієнт корисної дії зерносушарок.

Зниження витрат теплоти на випаровування вологи, відбувається через розробку енергоефективних технологій сушіння, вдосконалення конструкції зерносушарок, автоматизація процесу.

Для зниження нагрівання зерна та транспортних пристроїв – вдосконалення процесу нагрівання та охолодження, створення конструкцій нагрівача та охолоджувача на основі теплового насосу.

При зниженні втрат теплоти з відпрацьованим теплоносієм, можливо використання теплонасосного циклу для зниження вологи високотемпературного відпрацьованого теплоносія і направлення їх для попереднього нагрівання теплоносія або часткового змішування в системі подачі для сушіння зерна.

Під зниженням втрат в навколишнє середовище розуміють встановлення теплоізоляції зерносушарки та топкових пристроїв та їх найближче конструктивне розташування.

Втрати теплоти від неповного згорання палива вирішуються через автоматизацію спалювання палива, правильної експлуатацією топків, а також використання теплоти димових газів топкових пристроїв та направлення теплоти на сушіння за допомогою теплових насосів.

На основі проведених літературних досліджень та результатів власних досліджень, вказують на доцільність впровадження теплонасосних установок, за енергетичними показниками (табл. 1).

Таблиця 1.

Ефективність технологій сушіння насіння зернових культур

№	Технологія	Витрати теплоти, кДж/кг	Переваги	Недоліки
1	Сушіння на традиційних видах палива	5000 - 11000	Високе знімання вологи, не потребує додаткового обладнання	Великі енергетичні витрати, зниження якості при порушенні технології
2	Активне вентилування	2500 - 3000	Енергозбереження, висока якість насіння	Тривалість процесу, невелике знімання вологи
3	Застосування енергозберігаючих технологій сушіння	3244 - 4800	Енергозбереження, висока якість продукції	Потрібні додаткові капітальні вкладення та введення нового обладнання

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКТОРА НАСИЧЕННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКАТІВ	
Гузьова І.О., Атаманюк В.М.	78
УНИФИЦІРОВАННИЙ ПОДХОД К МОДЕЛЮВАННЮ КАВІТАЦІОННИХ РЕАКТОРІВ	
Иваницкий Г.К., Недбайло А.Е., Коник А.В., Целень Б.Я., Гоженко Л.П.	84
МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У АПАРАТІ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ	
Данилюк О. М., Атаманюк В.М., Гумницький Я.М.	89
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УВАРЮВАННЯ СОКУ ТА ЙОГО ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	
Маяк О.А., Сардаров А.М., Костенко С.М., Гриценко О.Ю., Шершньов Г.Г.	94
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БИОМАССЫ	
Сороковая Н.Н., Коринчук Д.Н.	99

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ

КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ГЕЛПОУСТАНОВОК	
Беляновська О.А., Пустовой Г. М., Суха І.В., Губинський М.В., Литовченко Р.Д., Сухий К.М.	106
ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ВИЛУЧЕННІ БІЛКІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	
Сабадаш В.В., Гумницький Я.М.	111
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ	
Пазюк В.М.	116
ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСА ТЕПЛООБМЕНА СОЛНЕЧНОЇ УСТАНОВКИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А.	120
ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ПРОЦЕСАХ КОМПОСТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ	
Крусір Г.В., Сагдєєва О.А., Чернишова О.О., Мадані М.М., Гаркович О.Л.	125
ПРО ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЗАОЩАДЖЕННЯ РЕСУРСІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТОМАТІВ	
Гаврилов О.В.	131
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РЕЖИМИ РОБОТИ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНОГО БІОПАЛИВА	
Коринчук Д. М., Снєжкін Ю.Ф., Бунецький В. О.	134
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ УТИЛІЗАЦІЇ-МОДИФІКАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ТА ПАКУВАННЯ	
Бухкало С.І.	140
ЗАСТОСУВАННЯ СОЛЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ РІЗНОГО ТИПУ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ	
Ощипок І.М.	143

ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ ВИРОБНИЦТВ

АНАЛІЗ СИРОВИНИ, ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ	
Потапов В.О., Євлаш В.В., Педорич І.П.	149
ІНФРАЧЕРВОНЕ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВІБРОХВИЛЬОВИМ КОНВЕСРОМ. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ	
Паламарчук І.П., Кюрчев С.В., Верхованцева В.О.	153
РАЦІОНАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ ФАЗНИХ РОЗДІЛЮВАЧІВ З МОДУЛЬНИМИ СЕПАРАЦІЙНИМИ ПРИСТРОЯМИ	