

**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

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

---

**СЕКЦІЯ 1.**

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ,  
ТЕПЛОВИХ, МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ**

---

У витих теплообмінниках дросельних установок на температурний рівень 20-80 К і дросельних контурів установок з використанням газових холодильних машин гідродинамічні, теплофізичні та геометричні умови характеризуються наступними величинами:  $Re = 1 \cdot 10^4 \div 1 \cdot 10^5$ ;  $\lambda = 1,3$ ;  $d_{тр} = 0,3 \div 0,7$  мм (в окремих випадках  $d_{тр} = 0,2$  мм і 1 мм);  $L_{тр}/d_{тр} = 1000 \div 2000$ ;  $d_{тр}/R_{зм} = 0,03 \div 0,05$ .

Приведений діапазон чисел  $Re$  свідчить про, те що в трубках різних мікротеплообмінників має місце три гідродинамічних режима: ламінарний, турбулентний та перехідний. Статистичний аналіз даних вказує на те, що в більшості випадків спостерігається розвинений турбулентний режим (теплообмінники високого і середнього тисків), і тільки в апаратах низького тиску спостерігається ламінарний і перехідний. Турбулентний режим в цих апаратах спостерігається при  $T < 50$  К.

## ВИСНОВКИ

Для досягнення низьких температур необхідно застосовувати багатокомпонентні робочі тіла на основі інертних газів та вуглеводнів в циклі Джоуля-Томпсона. Дані сумішеві холодоагенти відповідають Монреальському і Кіотському протоколам. Використання багатокомпонентних холодоагентів дозволяє отримати необхідну термодинамічну ефективність циклу охолодження на рівні каскадних холодильних машин і газових криогенних машин, при значно нижчому тиску дроселювання в 1,5-2,0 МПа.

Використання традиційних для мікротеплообмінників конструкцій не завжди вирішує вимоги, яким повинно відповідати обладнання спеціального призначення. Тому актуальним є розробка нових методів інтенсифікації процесів тепломасообміну і конструкцій мікротеплообмінників.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дилевская Е.В. Криогенные микротеплообменники. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Перспективы использования дросельных циклов на смесях в криогенных системах / В.М. Бродянский, В.М. Ягодин, В.Н. Никольский и др. – Химич. и нефт. Машиностроение, 1976, № 1, с. 21-23.
3. Ягодин В.М., Никольский В.А, Бродянский В.М. Основные свойства и классификация многокомпонентных смесей, используемых в качестве рабочих тел дросельных криогенных систем с уровнем тепловода в интервале 65-100 К. – Промышленные теплоэнергетические и криогенные установки, – Тр. МЭИ, 1973 вып. 155. 82 с.
4. Little, W.A., 2008. Heat transfer efficiency of Klimenko cycle heat exchangers, Adv. Cryo.Eng. 53, 606–613.

УДК 664.8.047

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ФІТОЕСТРОГЕННОЇ СИРОВИНИ

Петрова Ж.О., д.т.н, головний науковий співробітник  
Слободянюк К.С., аспірант  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

## ENHANCEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE PHYTOSHROGENIC RAW DRYING PROCESS

Petrova Zh.O., Doctor of Engenering., Chief researcher  
Slobodyanyuk K.S., post-graduate student  
Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

**Анотація.** Постійний попит на сою і соєві продукти як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках України зумовив розширення площі посівів під цією рослиною і вона стала одною з найприбутковіших культур, які вирощуються у сільськогосподарських підприємствах. Полінасічені жирні кислоти, які входять до складу клітинних мембран сої та інших структурних елементів рослинних тканин, виконують в організмі низку важливих функцій, зокрема забезпечують нормальний ріст та обмін речовин, еластичність судин. У зв'язку з існуючою проблемою дефіциту білка в харчуванні людей все більшої актуальності набувають для України дослідження шляхів підвищення економічної ефективності виробництва сої, формування та функціонування ринку сої та продуктів її переробки.

Тепловий вплив – одна з найбільш широко розповсюджених теплотехнологічних операцій в процесах обробки рослинної сировини, а тепловий нагрів з метою зменшення початкового вологовмісту сировини, що обробляється (сушіння) – один із найбільш розповсюджених способів консервування, підготовки і полуфабрикування харчових продуктів. На ряду з перевагами процесу сушіння виникає ряд недоліків процесу,

найважливішим з яких, в сучасних умовах, є енерговитрати на виконання процесу. Процес сушіння - один з найбільш енергоємних операцій, він використовує до 25% всієї промислової енергії. Через проблеми в екологічній і енергетичній галузях, включаючи викиди парникових газів, виснаження викопного палива тощо стає надзвичайно важливим зменшення споживання енергії у всіх галузях промисловості.

Створення рослинних композицій, поєднання двох сумісних за біохімічним складом матеріалів (сої та батату), дає можливість знизити енерговитрати на процес сушіння та зберегти біологічно активні речовини в процесі зберігання висушеної сировини. За своїм біохімічним складом батат містить каротиноїди, що є природними стабілізаторами для білків сої і які перешкоджають окисленню її ліпідів. Отже, поєднання цих двох компонентів дозволяє природнім шляхом збільшити термін зберігання сировини. Через відсутність інформації в наукових інформаційних джерелах про вплив режимних параметрів сушіння ( $t$ ,  $\varphi$ ,  $\nu$ ) на кінетику сушіння соєво – бататної суміші, ця робота спрямована на дослідження процесу сушіння соєво - овочевих композицій з метою інтенсифікації процесу.

**Abstract.** The constant demand for soy and soya products on both the domestic and foreign markets of Ukraine led to the expansion of the area under this plant and became one of the most profitable crops grown in agricultural enterprises. Polyunsaturated fatty acids, which are part of cellular soybean membranes and other structural elements of plant tissues, perform in the body a number of important functions, in particular, provide normal growth and metabolism, elasticity of blood vessels. Due to the existing problem of protein deficiency in people's nutrition, Ukraine is increasingly studying ways to increase the economic efficiency of soybean production, the formation and functioning of the soy market and its processing products.

Thermal effect is one of the most widely used heat engineering operations in the process of processing of plant raw materials, and heat heating in order to reduce the initial moisture content of processed material (drying) - one of the most common methods of preservation, preparation and semi-preparation of food products. Along with the advantages of the drying process, there are a number of flaws in the process, the most important of which, in modern conditions, is energy costs for the process. The drying process is one of the most energy-intensive operations, it uses up to 25% of all industrial energy. Due to problems in the environmental and energy sectors, including greenhouse gas emissions, fossil fuel depletion, etc., it is becoming increasingly important to reduce energy consumption in all industries.

The creation of plant compositions, a combination of two biochemical compositions (soybeans and sweet potatoes) compatible, makes it possible to reduce energy costs for the drying process and preserve biologically active substances during the storage of dried raw materials. In its biochemical composition, sweet potato contains carotenoids, which are natural stabilizers for soy proteins and prevent the oxidation of its lipids. Consequently, the combination of these two components can naturally increase the shelf life of raw materials. Due to the lack of information in scientific information sources on the influence of regime drying parameters ( $t$ ,  $\varphi$ ,  $\nu$ ) on the drying kinetics of soybean - vegetable mixture, this work is aimed at studying the process of drying soy and vegetable compositions in order to intensify the process.

**Ключові слова:** теплотехнологія, білок, соя, сушіння, зберігання.

**Key words:** heat-technologies, protein, soy, drying, storage.

**Вступ.** Соя і соєві продукти є основним джерелом продовольчого і кормового білка, олії та важливим фактором росту економіки багатьох країн світу. [1]. Завдяки високому вмісту жирів, соя в ряді регіонів України є основною олійною культурою. Соя також багата на білок, вміст якого становить до 44%, також до її складу входять 8 незамінних амінокислот [2]. Сільськогосподарські підприємства мають можливість підвищити прибутковість своєї діяльності збільшуючи обсяги виробництва та реалізації сої [1].

Натуральні фітоестрогени, які знаходяться в соєвих продуктах, в першу чергу ізофлавоногеністеїни і дайдзеїни, при вживанні дітьми та дорослими не викликають будь-яких наслідків гормональних ефектів. Вони включають в себе декілька класів хімічних з'єднань: ізофлавонони, куместани і лігніни. Ці речовини за своєю структурою нагадують людський гормон естрадіол – найбільш активна форма естрогену [3].

При технологічній переробці сої виникає необхідність регулювати глибину денатурації білка та використовувати більш жорсткі режими гіротермічної обробки для інактивації небажаних ферментів та білків-інгібітору трипсину [4].

Хоча ми й не є жителями спекотних тропічних і субтропічних країн, напевно, кожен із нас чув що-небудь про батат і його корисні властивості. В Україні його називають «солодкою картоплею», але біологічні властивості цих рослин не мають спільних ознак[5]. Хімічний склад батату представлений в таблиці 1 [7].

Таблиця 1. Хімічний склад батату : значення на 100 г поживних речовин.

	Одиниц ь	Сировина солodka картопля	Приготована, запечена в шкірі	Приготована, варена без шкірки
Вода	г	72,84	72,84	72,84
Енергія	Ккал	105	103	105
	кДж	439	431	439
Білки	г	1,65	1,72	1,65
Загальна кількість ліпідів (жир)	г	0,30	0,11	0,30
Вуглеводи розчинні	г	24,28	24,27	24,28
Клітковина	г	3,0	3,0	1,8
Зола	г	0,95	1,06	0,95
Кальцій Ca	мг	22	28	21
Залізо Fe	мг	0,59	0,45	0,56
Магній Mg	мг	10	20	10
Фосфор P	мг	28	55	27
Калій K	мг	204	348	184
Натрій Na	мг	13	10	13
Цинк Zn	мг	0,28	0,29	0,27
Мідь Cu	мг	0,169	0,208	0,161
Марганець Mn	мг	0,355	0,560	0,337
Селен Se	мкг	0,6	0,7	0,7
Вітамін С	мг	22,7	24,6	17,1
Тіамін В <sub>1</sub>	мг	0,066	0,073	0,053
Рибофлавін В <sub>2</sub>	мг	0,147	0,127	0,14
Ніацин В <sub>3</sub>	мг	0,674	0,604	0,64
Пантотенова кислота В <sub>5</sub>	мг	0,591	0,646	0,532
Вітамін В <sub>6</sub>	мг	0,257	0,241	0,244
Фолієва кислота, загальна	мкг	14	23	11
Вітамін В <sub>12</sub>	мкг	0	0	0
Вітамін А, ІУ	0,3 мкг ретинолу	20,063	21,822	17,054
Вітамін А, RE	1 мкг ретинолу	2,006	2,182	1,705
Вітамін Е	мг - АТЕ	0,280	0,280	0,280

Батат культурний, *Ipomea batatas* (L.) Lam. - малопоширена в Україні овочева культура, яка є однією з найважливіших та розповсюджених бульбоподібних культур у світовому господарстві. Батат вирощують в більшості тропічних та субтропічних країн земної кулі, а найбільшими виробниками батату є Китай, Індія, Індонезія, Уганда, Нігерія, В'єтнам [6]. Бульби батату вживають в їжу в сирому, вареному, печеному і смаженому вигляді, їх використовують як гарніри до страв з м'яса, додають в каші. З солодких сортів батату виготовляють суфле, повидло, пастилу. Також з бульб батату отримують борошно, цукор, патоку і спирт, молоді листя і стебла після варіння додають в різні салати, а з насіння отримують сурогат кави.

У Китаї батат називають плодом довголіття і вважають, що він здатний попереджувати виникнення онкологічних захворювань, відновлює еластичність судин, стимулює активність печінки і нирок, корисний при грипі як загальнозміцнюючий і вітамінний засіб. Батат має низький глікемічний індекс, тому цей коренеплід безпечний для діабетиків. Таким чином, батат є перспективною культурою для вирощування на території України з подальшим отриманням на його основі продуктів з високою харчовою цінністю. Пошук і дослідження нетрадиційних видів сільськогосподарської сировини, розроблення технології їхнього перероблення з максимальним збереженням вмісту біологічно активних речовин в готових продуктах є важливим завданням при створенні продуктів оздоровчого та профілактичного призначення [8].

**Матеріали та методи.** Дослідження процесів конвективного сушіння проводили на експериментальному стенді, розробленому в Інституті технічної теплофізики НАН України [9].

Експериментальний стенд [9] складається з системи ізольованих повітре-проводів з пристроями для нагрівання та циркуляції теплоносія, сушильних камер, вимірювальних схем та пристроїв для контролю параметрів процесу та вимірювання величин, які характеризують процес сушіння досліджуваного матеріалу.

Під час переробки рослинної сировини основним показником якості висушеного продукту є максимальне збереження біологічно активних компонентів та функціональної цінності кінцевого продукту. Тому доцільно дослідити і підібрати такі режими сушіння, які не лише дозволили б заощадити енергію, а і дозволили забезпечити бажаний показник якості кінцевої сировини.

Об'єктами дослідження були: попередньо гігротермічно оброблена соя, в'єтнамський батат і український батат сорту «Потат солодкий», та їх соєво – бататні композиції, зі співвідношенням компонентів 1:1.

В'єтнамський батат має вологість 51,6 %, фіолетову шкіру і білу м'якоть. За своєю структурою жорсткий та крихкий. Батат сорту «Потат солодкий» має вологість 88,5%, коричневу шкіру і помаранчевий колір м'якоті, який зобумовлений каротиноїдами. За структурою схожий на звичайну картоплю, але має інший хімічний склад.

**Результати досліджень.** Соєво-овочеві суміші, як об'єкти сушіння, є складними за своєю структурою, фізико-хімічним та біохімічним складом. Вони поєднують у собі як властивості сої, так і овочів з багатим мінеральним та вітамінним складом та високими поживними властивостями рослинного білка [2]. Каротиноїди, у процесі зберігання соєво-овочевих композицій, допомагають стабілізувати та перешкоджають процесу окиснення білків сої [9]. Для цього було проведено експериментальні дослідження з сушіння соєво-бататної суміші з температурами теплоносія 60°C, результати яких показані на рисунках 1, 2, 3 та 4. Форми кривих сушіння характерні для колоїдних капілярно-пористих матеріалів. Процес сушіння бінарної суміші проходить у другому періоді. З поглибленням зони випаровування всередину матеріалу температура його поверхні підвищується, а швидкість вологовіддачі зменшується. Криві швидкості сушіння показують, що зі збільшенням температури теплоносія інтенсивність зневоднювання зростає. Використання високотемпературного режиму сушіння вище 65-70 °C призводить до руйнування каротину, що містить батат, тому доцільним є використання режиму сушіння при температурі теплоносія 60°C.



Рисунок 1. – Криві сушіння соєво-бататної суміші при температурі теплоносія 60°C,  $\delta = 10$  mm,  $W_k^e = 4$  %;  $V = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг сухого повітря: 1-батат (В'єтнам), 2 – соя, 3-соя-батат (1:1).

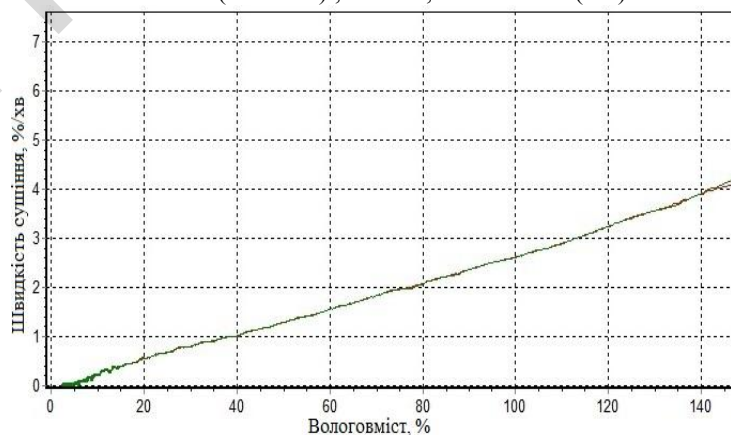


Рисунок 2. – Крива швидкості сушіння соєво-бататної (В'єтнам) суміші при температурі теплоносія 60°C. Режимні параметри  $v = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг с.п.

Криві швидкості сушіння наведені на рисунку 2, 4. З підвищенням температури теплоносія максимальна швидкість сушіння підвищується і зміщується в сторону меншого вологовмісту матеріалу. Так при температурному режимі теплоносія 60°C максимальна швидкість сушіння суміші сої з в'єтнамським бататом складає 4,2 %/хв., а максимальна швидкість суміші сої з бататом сорту «Потат солодкий» при температурі 60°C - 6,8%/хв. Така різниця обумовлена біохімічним складом компонентів, можна припустити, що це реакція взаємодії жирів сої з жиророзчинними каротиноїдами батату і потребує додаткових досліджень.

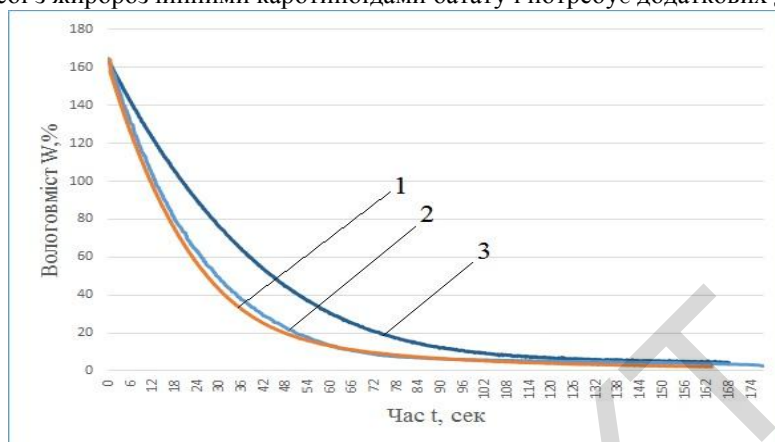


Рисунок 3. – Криві сушіння соєво-бататної суміші при температурі теплоносія 60°C,  $\delta = 10$  mm,  $W_k^c = 4$  %;  $V = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг сухого повітря:  
1 - соя, 2 – батат (Потат солодкий), 3-соя-батат (1:1).

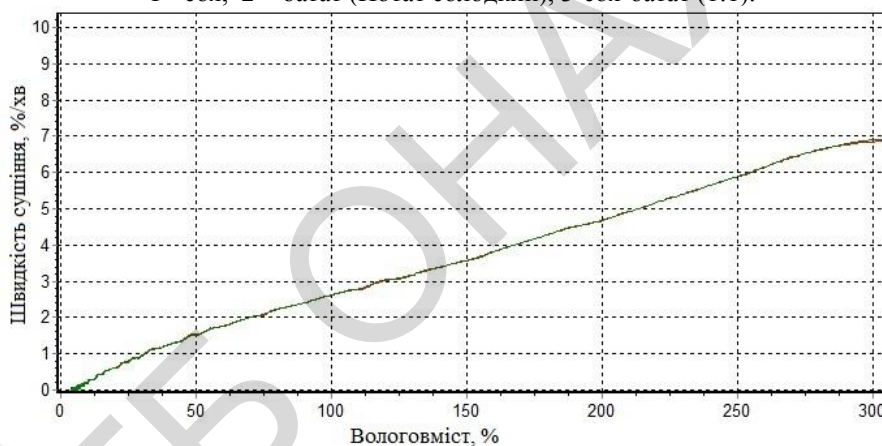


Рисунок 4. – Крива швидкості сушіння соєво-бататної («Потат солодкий») суміші при температурі теплоносія 60°C  
Режимні параметри  $v = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг с.п.

**Висновки.** Результати досліджень показали, що створені композиції з сої та батату значно інтенсифікують процес сушіння і дозволяють зменшити енерговитрати на процес. При поєднанні сої з в'єтнамським бататом інтенсифікація процесу майже 90%, а у випадку поєднання сої сорту Потат солодкий інтенсифікація – 5%. Така різниця у сушінні обумовлена структурою сировини та біохімічним складом батату.

#### Література

1. Ільчук М.М. Виробництво сої в Україні та його ресурсне забезпечення на перспективу / Ільчук М.М., Коновал І.А., Колос З.В. // Біоресурси і природокористування. – 2014. - Том 6, №12. – С.131-137.
2. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О. Тепломасообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошоків. - Київ: ВД «Академперіодика», 2007.-162 с.
3. Matti J. Tikkanen, Kristiina Wähälä, Sirpa Ojala, Veera Vihma, Herman Adlercreutz Effect of soybean phytoestrogen intake on low density lipoprotein oxidation resistance // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America .1998, Mar 17 - volume 95(6). - pp. 3106–3110.

4. Ганзенко В.В. Соеві боби. Вплив способу, ступеня їх подрібнення і термообробки на технологічні властивості водяних суспензій // Харчова і переробна промисловість. – 2006. - № 10. – С. 24 – 25.
5. Юкало В. Г., Мельничук О. Є., Сельський В. Р. Дослідження хімічного складу сортів батату, які вирощують в Україні // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. - 2014. - № 1 (70). - С.68-72.
6. Пінчук М.О. Батат - екзотичний овоч / М.О. Пінчук // Паросток. - 2010. - №1 (65) - С. 21- 24.
7. "Sweet Potato." Encyclopedia of Food and Culture. Encyclopedia.com.. 2018, May 5. Електронний ресурс: <http://www.encyclopedia.com>.
8. Кужиль Н.О., Миколів Т.І. Перспективи використання батату у виробництві продуктів оздоровчого призначення // Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчової промисловості» 13-17 жовтня 2014 року. – Київ: НУХТ. - 2014. - С.50.
9. Petrova Zh.O., Slobodianiuk K.S. Energy effective drying modes of soy-vegetable compositions // Ukrainian Journal of Food Science. - 2017. - Volume 5, Issue 1. - P. 150 – 160.

УДК 532.517; 532.528

## ЗВ'ЯЗОК ЯВИЩА ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ТА ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ

Авдеева Л.Ю. д-р техн. наук, с.н.с., Жукотський Е.К., Макаренко А.А.  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

## COMMUNICATION OF THE PHYSICIAN OF HYDRODYNAMIC CAVITATION AND CHANGES OF TEMPERATURE INDICATORS OF WATER

Lesya Y. Avdeeva, Eduard K. Zhukotskyi, Andrii A. Makarenko  
Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

*В статті розглянуті питання, пов'язані із виникненням і розвитком явища гідродинамічної кавітації при обробці рідких середовищ. Показана актуальність і практична значимість використання ефектів, що супроводжують гідродинамічну кавітацію, для різних галузей промисловостей.. Проаналізовано механізм інтенсифікуючого впливу дії ефектів кавітації в тепломасообмінних процесах. Показані основні супутні ефекти, які супроводжують зростання і наступне схлопування парогазових бульбашок при виникненні кавітації. На основі експериментальних даних були проведені дослідження по визначенню впливу внутрішнього діаметру горловини і встановленої в потік діафрагми, що перекриває потік на 75%, на зміну температури оброблюваної рідини. Дослідження показали незначну різницю у зміні температур в залежності від зміни діаметра горловини сопла кавітаційного реактора. Проведені дослідження показали, що для даної конструкції кавітаційного апарату найбільші кавітаційні ефекти виникають при діаметрі горловини сопла Вентурі 0,008 м і 0,012 м. Встановлення діафрагми показало додаткове загальне підвищення температури на 3-6 °С, порівняно до даних попередніх досліджень без діафрагми. Підвищення температури за рахунок встановлення діафрагми пояснюється посиленням кумулятивних ефектів внаслідок гідродинамічної кавітаційної обробки. Дослідивши як підвищується температура в залежності від гідродинамічних умов проведення процесу ірозрахувавши число кавітації було встановлено математичну залежність числа кавітації від швидкості зміни температури, що дає змогу оцінювати ефективність роботи кавітаційного обладнання.*

*The article deals with issues related to the emergence and development of the phenomenon of hydrodynamic cavitation in the processing of liquid medium. The actuality and practical significance of the use of the effects accompanying hydrodynamic cavities for various industries are shown. The mechanism of the intensifying influence of cavitation effects in heat and mass transfer processes is analyzed. The basic accompanying effects, which accompany growth and subsequent collapse of steam-gas bubbles in case of cavitation, are shown. On the basis of experimental data, studies were carried out to determine the effect of the internal diameter of the neck and the diameter of the diaphragm, which overflows the flow by 75%, to change the temperature of the treatment fluid. Studies have shown a slight difference in the temperature change, depending on the change in the diameter of the neck of the cavitation reactor nozzle. Studies have shown that for this design of the cavitation apparatus, the greatest cavitation effects arise at the diameter of the neck of the venturi nozzle 0.008 m and 0.012 m. The installation of the diaphragm showed an additional overall temperature increase of 3-6 °C, as compared to previous studies without diaphragm. The increase in temperature due to the installation of the diaphragm is due to the increase of cumulative effects due to hydrodynamic*

## ЗМІСТ

### ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ, ТЕПЛОВИХ, МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ

ВПЛИВ МЕТОДИКИ РОЗМІЩЕННЯ СИРОВИННИХ ПОЛІН ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ДЕРЕВНОГО ВУГЛЛЯ ПІРОЛІЗНИМ СПОСОБОМ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ	
<b>Товажнянский Л.Л., Вель В.Є., Миронов А.М.</b> .....	5
ТЕПЛООБМІННИКИ КРІОМОДУЛІВ НА БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШАХ	
<b>Литвиненко М.П., Туз В.О.</b> .....	10
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ФІТОЕСТРОГЕННОЇ СИРОВИНИ	
<b>Петрова Ж.О., Слободянюк К.С.</b> .....	12
ЗВ'ЯЗОК ЯВИЩА ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ТА ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ	
<b>Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Макаренко А.А.</b> .....	17
КОНВЕКТИВНО-ТЕРМОРАДІАЦІЙНЕ СУШІННЯ ЯБЛУЧНИХ СНЕКІВ ЗА УМОВ РУХУ ПОВІТРЯ	
<b>Малежик І. Ф., Дубковецький І. В., Стрельченко Л. В.</b> .....	20
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ЕКСТРАГУВАННЯ СІРЧАНОКИСЛОЇ МІДІ ЗА УМОВ ВАКУУМУВАННЯ	
<b>Симак Д.М. Склабінський В.І.</b> .....	24
ВПЛИВ РОЗЧИННИХ РЕЧОВИН НА СТАН ВОДИ В РОСЛИННИХ ТКАНИНАХ ТА КІНЕТИКУ ЇХ СУШІННЯ	
<b>Дмитренко Н.В.</b> .....	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІОКСИДУ СУЛЬФУРУ ТА НІТРОГЕНУ НА ПРОЦЕС ПОГЛИНАННЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ХЛОРОФІЛСИНТЕЗУЮЧИМИ МІКРОВОДОРОСТЯМИ	
<b>Дячок В.В., Катишева К.В., Гуглич С.І., Мандрик С.Т.</b> .....	35
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АБСОРБЦІЇ КИСНЮ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ	
<b>Ободович О.М., Сидоренко В.В.</b> .....	41
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «БИФАЦИЛ» НА ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА	
<b>Переяславцева Е.А.</b> .....	44
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
<b>Рябова І.Б., Петухова О.А., Горносталя С.А., Щербак С.М.</b> .....	50
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ СУСПЕНЗОВАНОГО ГРИБА ШИЇТАКЕ В СИСТЕМІ «КРАПЛЯ-ПАРОГАЗОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ»	
<b>Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Жукотський Е.К., Костянець Л.О.</b> .....	55
КОНВЕКТИВНЕ ЗНЕВОДНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ БАТАТУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
<b>Шапар Р.О., Гусарова О.В.</b> .....	58
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ БУРЯКОВОГО ЖОМУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОКОРМІВ	
<b>Гнатів З.Я., Мосюк М.І., Дулеба В.П.</b> .....	62
ПРОЦЕС ЕКСТРАГУВАННЯ З ПЛОДІВ ШИПШИНИ У ВАКУУМНОМУ МІКРОХВИЛЬОВОМУ АПАРАТІ	
<b>Левтринська Ю.О., Альхурі Юсеф, Голінська Я.А., Терзієв С.Г.</b> .....	66

### МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ. ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ

ТЕПЛООБМІН ПРИ ПЛАВЛЕННІ ТА КРИСТАЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ	
<b>Корінчевська Т.В., Снежкін Ю.Ф., Михайлик В.А.</b> .....	73