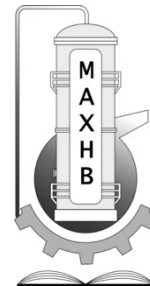




Національний технічний університет  
України «Київський політехнічний  
інститут  
імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет



**Збірник тез доповідей XXX всеукраїнської  
науково-практичної конференції студентів,  
аспірантів і молодих вчених**

**”ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ  
ВИРОБНИЦТВ  
І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ”**

24-26 травня  
Київ 2022

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XXX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" 24 - 26 травня 2022 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. – 53 с.

**Збірник тез доповідей ХХІХ всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених**

## **"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"**

Голова оргкомітету: д.т.н., професор, зав. кафедри МАХНВ  
Корнієнко Ярослав Микитович

Члени оргкомітету:  
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

к.т.н., доц. Андреев Ігор Анатолійович

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

к.т.н., доц. Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

академік, д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

д.т.н., с.н.с., пр.н.с. Корінчук Д. М.

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Коник А.В.

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Собченко Віктор Васильович

Редактор к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

Комп'ютерна верстка: Любека А. М.

Рекомендовано до друку

Кафедрою машин та апаратів хімічних  
і нафтопереробних виробництв

Протокол № 19

від 23 травня 2022 р.

**Тези опубліковано за авторською редакцією.**

**СЕКЦІЯ 1**

**«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І  
НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

УДК 664.8.047

## НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ЗНЕВОДНЕННЯ БІЛИХ КОРЕНЕПЛОДІВ

к. т. н. Гусарова О. В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***АНОТАЦІЯ.** Розроблено режими низькотемпературного сушіння білих коренеплодів з метою одержання чипсів, в яких збережено корисні складові вихідної сировини, що мають тривалий термін зберігання при скороченні часу виробництва та зниженні собівартості кінцевого продукту за рахунок виключення термовологісної обробки.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЧИПСИ, БІЛІ КОРЕНЕПЛОДИ, НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ СУШІННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

## LOW-TEMPERATURE DEHYDRATION OF WHITE ROOTS

Ph. D. Husarova O.

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

***ABSTRACT.** Modes of low-temperature drying of white root crops have been developed. The chips have saved useful components of raw materials, long shelf life. Dehydration regimes reduce production time and reduce the cost of the final product by eliminating heat and moisture treatment.*

**KEYWORDS:** CHIPS, WHITE ROOTS, LOW-TEMPERATURE DRYING, ENERGY EFFICIENCY.

При зневодненні білих коренеплодів, які відносяться до пряних рослин, пред'являють особливо жорсткі вимоги. Це пов'язано з їх високою термолабільністю, яка зумовлена наявністю в їхньому складі ефірних олій. Використання підвищення температури сушильного агента як рушійної сили процесу лімітовано біологічними властивостями об'єкта досліджень.

**Мета роботи** – розробити низькотемпературні режими зневоднення білих коренеплодів для одержання натуральних чипсів.

**Об'єкти та методи дослідження.** В якості об'єктів дослідження використано білі коренеплоди селери, петрушки, пастернаку. Очищену сировину нарізали кружальцями завтовшки 0,6...1,5 мм та зневоднювали на конвективному сушильному стенді до залишкової вологості не більше 8 %.

**Результати.** Для інтенсифікації зневоднення рослинної сировини при одержанні чипсів зазвичай проводять термовологісну обробку. Щоб уникнути втрат ефірних олій, що містяться у білих коренеплодах, обробку не проводять [1]. Інтенсифікація процесу сушіння досягається за рахунок збільшення поверхні випаровування і обґрунтованих низькотемпературних теплових режимів. На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено кінетичні закономірності процесу конвективного сушіння сировини. Обґрунтовано та розроблено енергоефективні низькотемпературні режими зневоднення, відповідно до яких температура сушильного агента підтримується на рівні 45...65 °С залежно від виду сировини. Одержані чипси з білих коренеплодів мали високі органолептичні показники [2].

**Висновки.** Завдяки використанню низькотемпературних режимів зневоднення забезпечується максимальне збереження усього спектру біологічно активних речовин і життєвоважливих інгредієнтів сировини, у тому числі ефірної олії та ароматичних сполук. Чипси можуть використовуватися у системі оздоровчого дієтичного харчування, зокрема їх можна застосовувати як складовий компонент при приготуванні різноманітних страв.

#### **Перелік посилань:**

1. Шапар Р.О., Гусарова О.В. Низькокалорійні снеки із фруктів та овочів. *SCIENTIA*, 2021. Vol. 2. p. 84-86. DOI 10.36074/scientia-29.01.2021.v2.
2. Спосіб виробництва чипсів з білих коренеплодів: пат. № 73159 Україна: МПК<sup>9</sup> A23B 7/02, F26B 3/06. № U201203586; заявл. 26.03.2012; опубл. 10.09.2012. Бюл. № 17.

## МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ЕТАНОЛУ З РОЗРОБКОЮ НАСАДКОВОЇ КОЛОНИ

Студент Г.І. Піренко, к.т.н., доц. А. Р. Степанюк

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Анотація.** Описано призначення насадкової ректифікаційної колони для виробництва етанолу та наведено її недоліки, представлено методи їх усунення, сформульовано переваги модернізованої колони та її користь для виробництва етанолу.

**Ключові слова:** насадкова ректифікаційна колона, етанол, ректифікація, модернізація, корисна модель, насадка.

Метою даної роботи модернізація насадкової ректифікаційної колони для виробництва етанолу. Етанол - органічна сполука, представник ряду одноатомних спиртів складу  $C_2H_5OH$ . За звичайних умов є безбарвною, легкозаймистою рідиною. Етанол є активною складовою спиртних напоїв, які зазвичай виготовляються ферментацією вуглеводів. Для промислових потреб етиловий спирт часто синтезують з нафтової та газової сировини каталітичною гідратацією етилену. Окрім виготовлення харчових продуктів етанол застосовується у великій кількості як пальне, розчинник, антисептик та сировина для отримання інших промислово важливих речовин. Етанол – універсальний розчинник і вихідний матеріал, що використовується для одержання кількох органічних сполук. Етанол є злегка полярною сполукою, тому етанол повністю розчинний у воді, а також інших полярних розчинниках. Вуглеводневий кістяк етанолу, навпаки, дозволяє йому розчинятися в неполярних органічних сполуках. Приклади включають вуглеводні, такі як бензин та дизельне паливо [1].

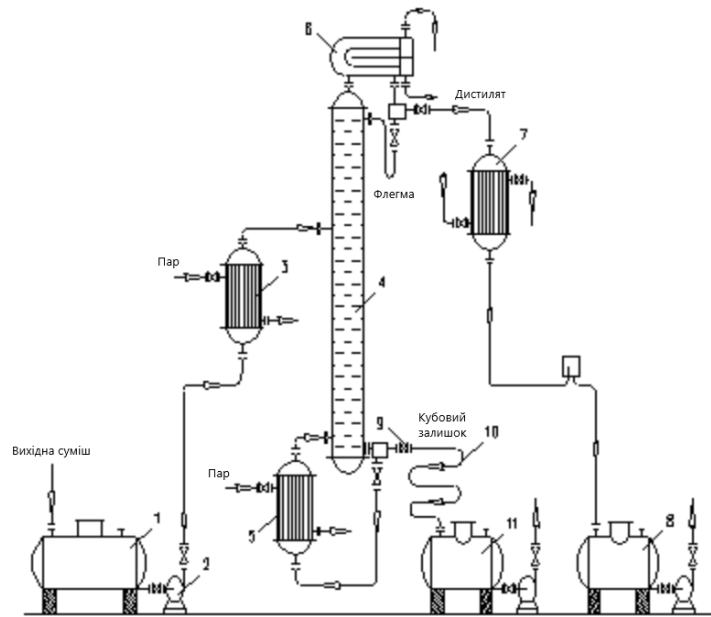
Суміші етанолу легкозаймісті, а сам етанол горить синюватим полум'ям з кіптявою. Отже, етанол є хорошим паливом для двигуна з іскровим запалюванням („бензиновий двигун”) і виробляється як біопаливо, серед іншого, з цукрової тростини, залишків їжі, кукурудзи та іншої економічно вигідної вуглеводівмісної сировини [1].

Технологічна схема процесу виробництва етанолу наведена на рисунку 1[1].

У ректифікаційній колоні, що входить до технологічної схеми, є певні недоліки. А саме – нерівномірне зрошення насадки в апараті через виштовхування рідини з середини до стінок колони, що сприяє зменшенню ефективності розподілу фаз та великий гідравлічний опір [1].

Таких недоліків позбавлена корисна модель насадкової ректифікаційної колони, умовний розріз якої наведений на рисунок 2 [2].

Представлена ректифікаційна колона відрізняється тим, що елементи насадки меншого розміру розташовані горизонтальними шарами, а більшого – між ними. Саме завдяки цьому рідина розподіляється ближче до центру апарату, що компенсує сепарацію рідини до стінок колони та протидіє утворенню в центрі апарату «сухого конусу». Така конструкція розміщення шарів елементів насипної насадки сприяє збільшенню ККД колони та зменшенню гідравлічного опору [2]. Заміна первинної ректифікаційної колони на модернізовану є більш ніж доцільною для поліпшення якості виробництва етанолу, адже це дає змогу збільшити ефективність виробництва.



1 – проміжна ємність; 2 – відцентровий насос; 3 – теплообмінник; 4 – ректифікаційна колона; 5 – випарний куб; 6 – дефлегматор; 7 – теплообмінник; 8 – проміжна ємність; 9 – насос; 10 – теплообмінник; 11 – ємність.

Рисунок 1 – Технологічна схема процесу розділення метанол - етанолу.

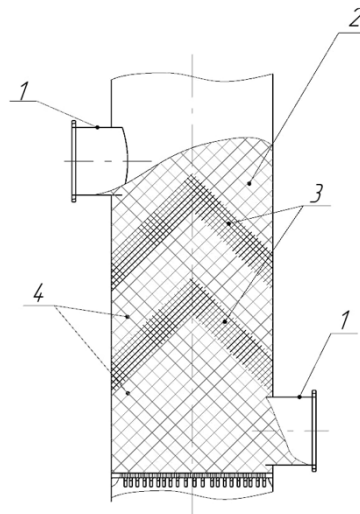


Рис. 2. Умовний розріз колони.

1 – технологічні штуцери; 2 – елементи насадки; 3 – насипна насадка меншого розміру; 4 – насипна насадка більшого розміру.

#### Перелік посилань

1. Піренко Г.І., Степанюк А. Р. Модернізація установи виробництва етанолу за розробкою насадкової ректифікаційної колони. Наук. конф, 2021.
2. Заявка 06901 Україна. Ректифікаційна колона / Н. В. Заболотна, Г. І. Піренко, В. О. Чорна, А. Р. Степанюк ; заявл. 02.12.2021

**MODERNISATION OF THE DIMETHYLKETONE PRODUCTION UNIT  
WITH THE DEVELOPMENT OF A NOZZLE COLUMN**

student V.O. Chorna, Ph.D., assistant professor A.R. Stepaniuk

**National Technical University of Ukraine**

**"Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky"**

**Abstract.** The paper describes the purpose of the sleeve rectification column for the production of dimethylketone and describes its shortcomings, presents methods for their elimination, and formulates the advantages of the upgraded column and its usefulness for the production of dimethylketone.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ДИМЕТИЛКЕТОНУ З  
РОЗРОБКОЮ НАСАДКОВОЇ КОЛОНИ**

студентка В. О. Чорна, к.т.н., доц. А. Р. Степанюк

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Анотація.** Описано призначення насадкової ректифікаційної колони для виробництва диметилкетону та наведено її недоліки, представлено методи їх усунення, сформульовано переваги модернізованої колони та її користь для виробництва диметилкетону .

**Ключові слова:** насадкова ректифікаційна колона, диметилкетон, ректифікація, модернізація, корисна модель, насадка.

The purpose of this work is to modernise a distillation column for the production of dimethylketone.



Dimethylketone (acetone, propanone) is a barren, flammable liquid with a characteristic odour. Boiling point 56.2 °C. It is readily soluble in water, alcohol and ether. It is most widely used as an organic solvent and is good for dissolving fats, resins and many other organic substances.

Dimethylketone, like all ketones, does not give a "crystal mirror" reaction, it does not polymerise. This is what makes it different from the aldehydes.

Dimethylketone is used as a formulation in many industrial sectors (production of stitching, smokeless powder, film, varnish, lacquers, liquors, etc.). It is also an output ingredient for the synthesis of various organic compounds.

Dimethylketone is produced in a plant, the process flow diagram is shown in Fig. 1 [1].

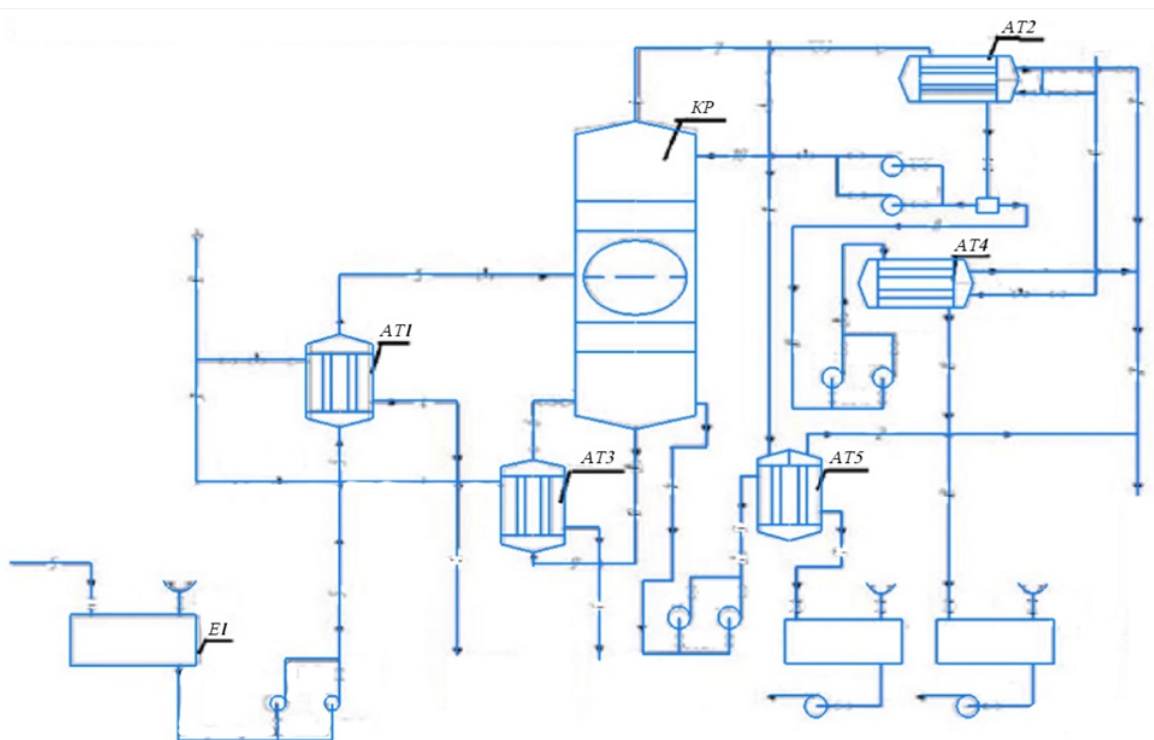


Figure 1. Technological scheme for the production of dimethyl ketone.

E1 - collector; AT1, AT4, AT5 - heat exchangers; AT3 - steam generator;

AT2 - dephlegmator; CR - rectifical column.

The rectification columns included in the technological scheme have some shortcomings. Namely - nervous irrigation of the nozzle in the apparatus through blowing of liquid from the middle to the walls of the column, which reduces the efficiency of phase separation and high hydraulics.

A good model of the headbox rectification column is free of such drawbacks. The model is shown in Fig. 2 (patent application No. u 2021 06901).

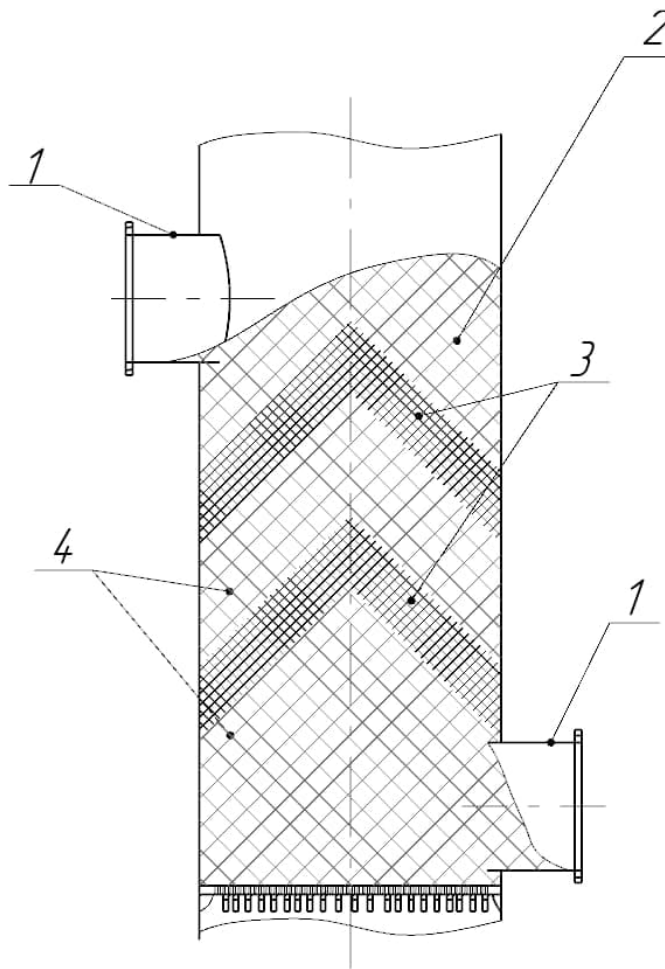


Figure 2. The basic breakdown of the colony.

1 - process fittings; 2 - nozzle elements; 3 - smaller size of the nozzle; 4 - larger size of the nozzle.

The core works in this way: The liquid flows on the surface of the pressure packing under the action of gravitation forces, the gas is lifted in the flow to the liquid and the mass exchange process takes place due to the pressure packing of different diameters, whereby the pressure packing of smaller size is located<sup>3</sup> in the form of a cone, In this case, the smaller one is positioned as a cone, while the larger one is positioned towards the bottom and the larger one is between<sup>4</sup> them, the vapour phase is directed to the peripheral area of the tower and the rare phase towards the centre of the tower, thus preventing the formation of a "dry cone".

This rectification column is distinguished by the fact that the smaller packing elements are arranged in a cone shape, which extends to the bottom, and the larger ones are placed between them. This allows the fluid to be divided closer to the centre of the unit, which complies with the traditional separation of the fluid to the walls of the column and prevents the formation of a "dry cone" in the centre of the unit. This design of the placement of the balls of the elements of the pressure head increases the efficiency of the block and reduces the pressure support [2].

The replacement of the primary distillation column with an upgraded one is more than worthwhile for improving the quality of dimethyl ketone production, as it makes it possible to increase the efficiency of the production.

#### **List of requests**

1. Chorna V. O., Stepanyuk A.R. Modernization of unit for separation of methanol-benzene mixture. Scientific Conf. 2021.
2. Application Ukraine06901. Rectification column / N. V. Zabolotna, G. I. Pyrenko, V. O. Chorna, A. R. Stepaniuk ; application. 02.12..2021.

УДК 664.8.047

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ

д.т.н. Петрова Ж.О., к.т.н. Самойленко К.М., аспірант Д.П. Граков

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

*Анотація.* У роботі наведено експериментальні дослідження з визначення схожості насіннєвого зерна кукурудзи та на їх основі підібрано оптимальний режим сушіння.

*Ключові слова:* сушіння, пророщування, насіннєве зерно, кукурудза.

## INFLUENCE OF HEAT CARRIER TEMPERATURE ON CORN SEED GERMINATION

Doctor of Engineering Petrova Zh.,

Ph.D. Samoilenko K., graduate student Grakov D.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

*Abstract.* The paper presents experimental researches to determine the corn seed germination and on their basis suggested the optimal drying mode.

*Key words:* drying, germination, seed grain, corn.

Після збору урожаю зерно кукурудзи потребує зниження вологості з метою якісного зберігання до наступної посадки. Зменшити вміст вологи до оптимальної можливо за рахунок конвективного сушіння. Відомо, що процеси сушіння поглинають велику кількість енергоносіїв, тому з метою визначення енергоефективного режиму зневоднення було досліджено кінетику сушіння насіння кукурудзи на конвективному сушильному стенді з автоматичним збором та обробкою інформації, розробленого в ІТТФ НАН України [1]. Режимні параметри при дослідженні кінетики сушіння: температура теплоносія

$t = 50, 60, 70, 80 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $V = 3 \text{ м/с}$ ;  $\varphi = 72$ . Результати досліджень кінетики сушіння будуть представлені в наступних публікаціях.

Основною вимогою до режиму зневоднення посівних культур є збереження здатності до проростання. Під схожістю (проростанням) розуміють здатність насіння утворювати нормально розвинені проростки. Лабораторна схожість насіння кукурудзи визначається шляхом його пророщування за оптимальних умов протягом конкретного терміну (7–8 діб) згідно з ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» та в міжнародному стандарті ISTA.

Дослідні зразки насіння кукурудзи були відібрані у Вінницькій області, село Куниче гібрид Р9074.

Схожість насіння кукурудзи проводили згідно ДСТУ 4138-2002 [2, 3]. На третій день досліджень, вихідна сировина проросла на 92 %, а при режимі сушіння  $50 \text{ } ^\circ\text{C}$  – на 98 %, тобто на 6 % більше, ніж вихідна сировина. При режимах зневоднення  $60, 70, 80 \text{ } ^\circ\text{C}$  змін на цей період не спостерігається. Починаючи із четвертого дня, як вихідна сировина, так і режими сушіння  $50, 60 \text{ } ^\circ\text{C}$  мають схожість 100 %. При температурному режимі  $70 \text{ } ^\circ\text{C}$  на п'ятий день проросло 10 % насінин, при  $80 \text{ } ^\circ\text{C}$  – 0.

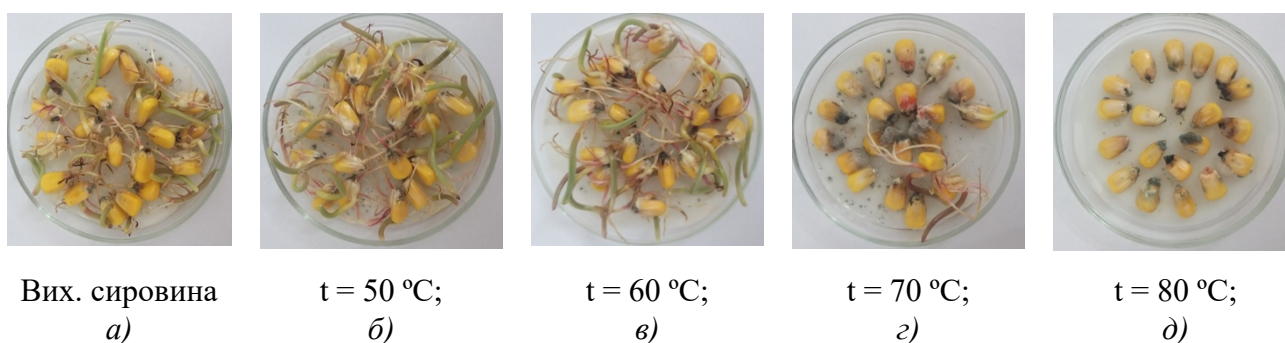


Рис. 1. Дослідження схожості зерна кукурудзи гібриду Р9074 на 7 день пророщування

Фотографії досліджуваних зразків на 7 день зображено на рис. 1. При температурному режимі  $50 \text{ } ^\circ\text{C}$  (рис. 1.б) ростки та корінці зразків кукурудзи мають потужніший та життєздатніший вигляд, навіть ніж у вихідної сировини (рис. 1.а), а при режимі  $60 \text{ } ^\circ\text{C}$  – ростки та корінці є менші, проте такі ж зелені та

життєздатні. При режимі 70 °С – проросло 25 %, проте лише 1 насінина має здоровий нормально розвинений росток та корінець, а більшість насінин мають невеликі ростки (рис. 1.з). При температурі теплоносія 80 °С жодна насінина на 7 день не проросла та спостерігається початок ураження гнилісними бактеріями (рис. 1.д).

Отже, в результаті експериментальних досліджень пророщування виявлено, що найбільш оптимальним режимом зневоднення насінневого зерна кукурудзи є температура 50 – 60 °С із показником лабораторної схожості 100 %.

### **Список літератури**

1. Zh. Petrova, Yu. Sniezhkin, K. Samoilenko (2021) Blending and drying of antioxidant raw materials. Monograph. LLC "Tvory", Vinnitsa, 107.
2. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначання якості.
3. Стюрко М.О. Фактори формування та методи визначення схожості гібридів кукурудзи. Дисертація на здобуття кандидата сільськогосподарських наук. Дніпропетровськ, 2015, 181 с.

## Компактні теплові акумулятори побутового призначення

к.т.н., пр. н. с. Коник А.В., пр. інженер Хоменко М. В.

### Інститут технічної теплофізики НАН України

Теплові акумулятори промислового та побутового призначення отримали широке розповсюдження в останнє десятиріччя, мають різноманітні конструктивні конфігурації та використовують різні технологічні способи зберігання теплоти або холоду. Представлена стаття присвячена компактним тепловим акумуляторам (ТА) побутового призначення, які використовують для систем тепло-холододопостачання, локального транспортування медикаментів, біологічних тканин, продуктів харчування тощо. А саме, представлено аналіз температурних режимів роботи компактних ТА, їх склад та час зберігання теплоти або холоду.

За визначенням у Wikipedia [1] акумулятор – це пристрій що має вигляд герметичного контейнера заповненого теплоакumuляційною речовиною з великою теплоємністю. Як правило, об'єм акумуляційної речовини в таких акумуляторах, складає від 100 до 800 мл. Найширше розповсюдження отримали ТА, де у якості теплоакumuляційної речовини використовують [2]:

- дистильовану воду, що заповнює герметичний пластиковий контейнер, такі акумулятори називаються *водними*. Вони недорогі та прості у використанні, але мають обмежений температурний діапазон та час використання;

- спеціальні гелі на основі додавання камеді, розміщують у щільному плівковому герметичному пакеті – це *гелевий ТА*. Гелеві акумулятори працюють, як на зберігання тепла, так і холоду (нагрів/охолодження), мають широкий діапазон температур. Час утримування заданого температурного режиму до 12 годин, в залежності від складу гелю;

- сольові розчини, також заповнюються в пластиковому герметичному контейнері – *водосолевий ТА*. Такий тип акумуляторів підтримує температуру в межах від -20 до +10 °С, за рахунок 2%-ого водного розчину Na-карбоксиметилцелюлози;

- силікон, що розміщується в щільному герметичному плівковому пакеті – *силіконовий ТА*. Такий акумулятор підтримує температури до – 20... – 18 °С протягом 12÷16 годин, та у температурному діапазоні 0...2 °С утримується до 7 днів.

Механізм підтримання необхідного температурного режиму здійснюється застосуванням потрібної кількості блоків теплових акумуляторів [3], що комплектуються і розташовуються у визначеному порядку в термосумках, термобоксах або ізотермічних контейнерах.

В таблиці 1 наведено найпоширеніші приклади компактних теплових акумуляторів в Україні.

Таблиця 1. – Компактні теплові акумулятори

Торгова марка	Об'єм AP, мл	Темпер. охлаод, °C	Темпер. нагріву, °C	Час роботи ТА, год		Ціна, грн	Посилання
водні теплові акумулятори							
Adriatic	600	-18		12		186	[4]
EZetil Ice Ассу	600	-25	55	12		459 руб	[5]
гелеві теплові акумулятори							
Кемпінг	600	-13	85	5-16		89	[6,7]
Zorn Soft Ice	600	-18	60	12/6		139	[8]
EZetil	600	-18		12		122	[9,10]
Thermos	840	-20	40	16		247	[11]
Mobicool	600	-18				128	[12]
Soft Box	900	-18		12		150	[13]
водосолеві теплові акумулятори							
Zorn	300	-18		12		56	[14]
EZetil	520	-18	0	6		239	[15]
Thermo	400	-20	40	16		56	[16]
Pinnacle	330	-20	8	24		60	[17]



силіконові теплові акумулятори							
Time Eco	150	-20	40	16		59	[18]
Thermos							
Temperature			5	7 днів		63	[19]

Найбільш перспективними типами акумуляторів є гелеві та силіконові ТА, оскільки при відносно невеликих габаритних розмірах мають значний строк зберігання теплоти/холоду при широкому діапазоні температур застосування.

#### Перелік посилань:

1. Акумулятор холоду / Електронний ресурс: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Акумулятор\\_холоду](https://uk.wikipedia.org/wiki/Акумулятор_холоду)
2. Типи акумуляторів холоду і правила їх використання / Електронний ресурс: <https://130.com.ua/uk/tipy-akkumuljatorov-holoda-i-pravila-ih-ispolzovanija/>
3. Технології для транспортування і тимчасового зберігання медичних препаратів, вакцин та компонентів крові / Електронний ресурс: <https://redmedua.com/uk/rnews/5-tehnologii-dlya-transportirovki-i-vremennogo-hraneniya-medicinskih-preparatov-vakcin-i-komponentov-krovi>
4. Холодна батарея Adriatic T600 / Електронний ресурс: <https://time-eco.kiev.ua/ru/internet-magazin/category/product/32-akkumulyatori-holoda/2944-akkumulyator-holoda-adriatic-t600.html>
5. EZetil Ice Akku / Електронний ресурс: <https://fonarik-market.ru/akkumulyator-kholoda-ezetil-ice-akku-2-sht-kh-300-gr/>
6. Акумулятор холоду КЕМПІНГ 600 г / Електронний ресурс: <https://rozetka.com.ua/ua/277206463/p277206463/>
7. Акумулятор холоду Кемпінг 400 г / Електронний ресурс: <https://technobunker.com.ua/akumulyator-holodu-kemping-400-gr-4823082704279>
8. Акумулятор холоду Zorn Soft Ice 600 / Електронний ресурс: [https://rozetka.com.ua/ua/zorn\\_4251702589027/p219160525/](https://rozetka.com.ua/ua/zorn_4251702589027/p219160525/)
9. Акумулятор тепла і холоду EZETIL SOFT ICE 100 / Електронний ресурс: <https://www.nl.ua/ru/akkumulyator-holoda-soft-ice-100-g.html>
10. Акумулятор холоду Ezetil Soft Ice 600 / Електронний ресурс: <https://rozetka.com.ua/ua/188813948/p188813948/>
11. Аккумулятор холода Thermos Thermos 840/ Електронний ресурс: <https://130.com.ua/product/thermos-thermos-840/>
12. Аккумулятор холода Mobicool 600 / Електронний ресурс: <https://130.com.ua/product/mobicool-600/>

13. Акумулятор холоду Soft box / Електронний ресурс:  
<https://prom.ua/p325083515-akkumulyator-holoda-soft.html>
14. Акумулятор холода 1x300g ZORN / Електронний ресурс: <https://time-eco.kiev.ua/ru/internet-magazin/category/product/32-akkumulyatori-holoda/2925-akkumulyator-holoda-1x300g-zorn.html>
15. Акумулятор холоду IceAkku Deep freeze -18°C 2x270 мл Детальніше:  
<https://time-eco.com.ua/ua/p894911791-akkumulyator-holoda-iceakku.html/>  
Електронний ресурс: <https://time-eco.com.ua/p894911791-akkumulyator-holoda-iceakku.html>
16. Акумулятор холоду THERMO Cool-ice 2x200 p. / Електронний ресурс:  
[https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/avto\\_xolodilniki\\_thermo\\_akkumulyator-holoda-cool-ice-2-200.html](https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/avto_xolodilniki_thermo_akkumulyator-holoda-cool-ice-2-200.html)
17. Акумулятор холоду Pinnacle / Електронний ресурс:  
<https://prom.ua/ua/p976280996-akkumulyator-holoda-pinnacle.html>
18. Акумулятор температури 150, Thermos / Електронний ресурс:  
<https://www.medtechnika.com.ua/akkumuljator-temperature-150-thermos.html>
19. Силіконові акумулятори холоду/ Електронний ресурс:  
<https://kz.all.biz/silikonovye-akkumulatory-holoda-g211255>

УДК 66.061:621.693.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КАВІТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ

с.н.с., к.т.н. Гоженко Л. П.

Інститут технічної теплофізики НАН України

*Анотація.* Наведено обґрунтування ефективного вилучення цільових біологічно-активних речовин при застосуванні методу ДІВЕ на оброблюване середовище. Представлено кавітаційний реактор пульсаційного типу, в якому застосовується керований вплив кавітаційних механізмів на процеси перемішування, диспергування, екстракції.

**Ключові слова:** екстракція, кавітація, пульсація, реактор, ефективність.

На сьогодні явище кавітації досліджується в наукових напрямках позитивного енергоефективного впливу на оброблюване середовище. ІТТФ НАН України на основі ідеології методу ДІВЕ розроблено і впроваджено мосообмінні апарати, в яких зокрема проходять процеси перемішування, диспергування, гомогенізації та екстракції. Проте залежно від виду, структури й інших властивостей сировини, якісних показників продукції необхідні теоретичні і експериментальні дослідження процесів тепломасообміну, наукове обґрунтування отриманих результатів, розробка і впровадження ефективних апаратів, екологічно безпечних технологічних ліній виробництва якісних продуктів для галузей фармацевтичної, харчової, хімічної промисловості.

Для вирішення завдань дослідження процесів тепломасообміну в пульсаційному апараті з ініціюванням кавітаційних механізмів зроблено кавітаційний реактор пульсаційного типу. Принципово нова конструкція апарата забезпечує інтенсифікацію масообмінних процесів посиленими кавітаційними ефектами при попередньо визначених технологічних параметрах і режимах для пульсаційного апарата. Динамічні ефекти, що створюються в соплі Вентурі та робочій камері, сукупним впливом на оброблюване

середовище дозволяють вилучати цільові біологічно-активні речовини із сировини без попереднього подрібнення. При цьому в ході експериментальних досліджень зафіксовано технологічні режими, при яких сировину можна подрібнити в кавітаційному реакторі або залишити максимально можливо цілісною її структуру для ефективнішого подальшого процесу фільтрації. Досягнутий ступінь вилучення термолабільних біологічно-активних речовин з рослинної сировини при температурах нижчих 40 °С в кавітаційному реакторі в середньому в 1,5 рази перевищує показники в пульсаційному апараті.

За рахунок періодичного змінення інтенсивності потоку рідини відбувається періодичне знакозмінення тиску в оброблюваному середовищі, що спонукає виникнення потужніших кавітаційних ефектів та відповідно інтенсифікує конвективне перенесення цільових речовин на мікро та нанорівні. Оптимізація процесів масообміну в кавітаційному реакторі базується на технологічних параметрах і режимах ініціювання кавітаційного кластера. Тому важливим етапом досліджень є попереднє визначення властивостей сировини, підготовка рідинних систем для корегування вихідних даних щодо ініціювання механізмів ДІВЕ з посиленими кавітаційними ефектами.

Моделювання гідродинамічних процесів в кавітаційному реакторі дозволяє керувати процесами тепломасообміну при обробці визначеної сировини. Розраховано технологічні параметри ініціювання кавітаційного кластера у вузлі підсилення гідродинамічних процесів. Фіксація візуального бачення впливу імпульсів тиску при обробці сировини здійснюється через оснащену прозору трубу прецизійними барометрами.

Встановлено, що інтенсифікація процесів тепломасообміну в розробленому кавітаційному реакторі пульсаційного типу досягається за умови виникнення при різких змінах об'єму нестационарного гідродинамічного стану, при цьому в оброблюваній системі виникають високочастотні коливання, які відрізняються від коливань, що викликані зміною об'єму рідини. Проте ці коливання не поглинаються суцільним середовищем, а дисипують на міжфазній поверхні, зумовлюючи тривале підвищення тепломасообміну.

УДК 661

MODERNIZATION OF INSTALLATION OF AN ETHANOIC ACID  
PRODUCTION WITH THE DEVELOPMENT OF A PACKED COLUMN

Student Zabolotna N. V., к.т.н., доц. А. Р. Степанюк

**National Technical University of Ukraine**

**"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**

**Abstract.** The purpose of a packed ethanoic acid rectification column is described and its disadvantages presented, methods of remedying these are presented, the advantages of the modernised column and its usefulness for ethanoic acid production are formulated.

**Key words:** PACKED RECTIFICATION COLUMN, ETHANOIC ACID, RECTIFICATION, MODERNISATION, UTILITY MODEL, PACKING.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ  
З РОЗРОБКОЮ НАСАДКОВОЇ КОЛОНИ

студентка Н. В. Заболотна, к.т.н., доц. А. Р. Степанюк

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Анотація.** Описано призначення насадкової ректифікаційної колони для виробництва етанової кислоти та наведено її недоліки, представлено методи їх усунення, сформульовано переваги модернізованої колони та її користь для виробництва етанової кислоти.

**Ключові слова:** НАСАДКОВА РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА, ЕТАНОВА КИСЛОТА, РЕКТИФІКАЦІЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, КОРИСНА МОДЕЛЬ, НАСАДКА.

The purpose of this work is to justify the feasibility of using the modernised model of a rectification column for the production of ethanoic acid by pointing out the disadvantages of the prototype and the advantages of the utility model.

Ethanoic acid belongs to the class of carboxylic acids. It is a colourless volatile liquid with a pungent specific smell. It mixes with water in all proportions to form an acidic solution. It is commonly known as a 3-9% aqueous solution (table vinegar) or 80% aqueous solution (vinegar essence).

Ethanoic acid is a widely used product in various sectors of the industry and in everyday life. It is used in large quantities in organic synthesis in the production of pharmaceuticals, synthetic fibres, plant protection chemicals and as a solvent. In the food industry it is used as a preserving agent and a flavouring agent [1].

Ethanoic acid is produced in an installation whose process flow diagram is shown in fig. 1 [2].

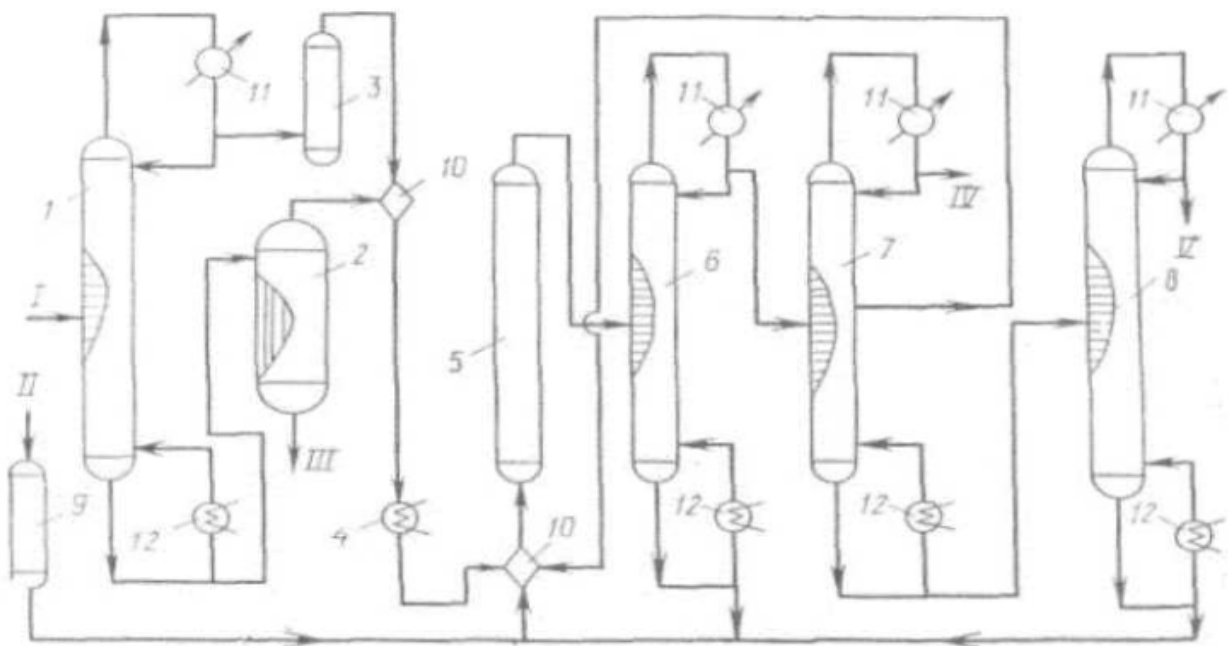


Figure 1. Process flow diagram for the production of ethanoic acid.

1, 6, 7, 8 – rectification columns; 2 – evaporator; 3, 9 – dehumidifiers; 4 – preheater;  
5 – reactor; 10 – mixer; 11 – refrigerator; 12 – boiler.

Rectification columns included in technological scheme have certain disadvantages. Namely uneven irrigation of packing in the apparatus due to pushing liquid from the middle to the walls of the column, which contributes to reduction of efficiency of phase distribution and high hydraulic resistance.

Such disadvantages are deprived by utility model of rectification column, which conditional section is shown in Fig. 2 (patent application № u 2021 06901).

The rectification column shown here is distinguished by the fact that the smaller elements of the packing are arranged in horizontal layers and the larger ones in between. It is due to this that liquid is distributed closer to the centre of the apparatus, which compensates liquid separation to the walls of the column and prevents formation of a dry cone in the centre of the apparatus. Such design of arrangement of layers of bulkhead elements contributes to increase of column efficiency and decrease of hydraulic resistance [3].

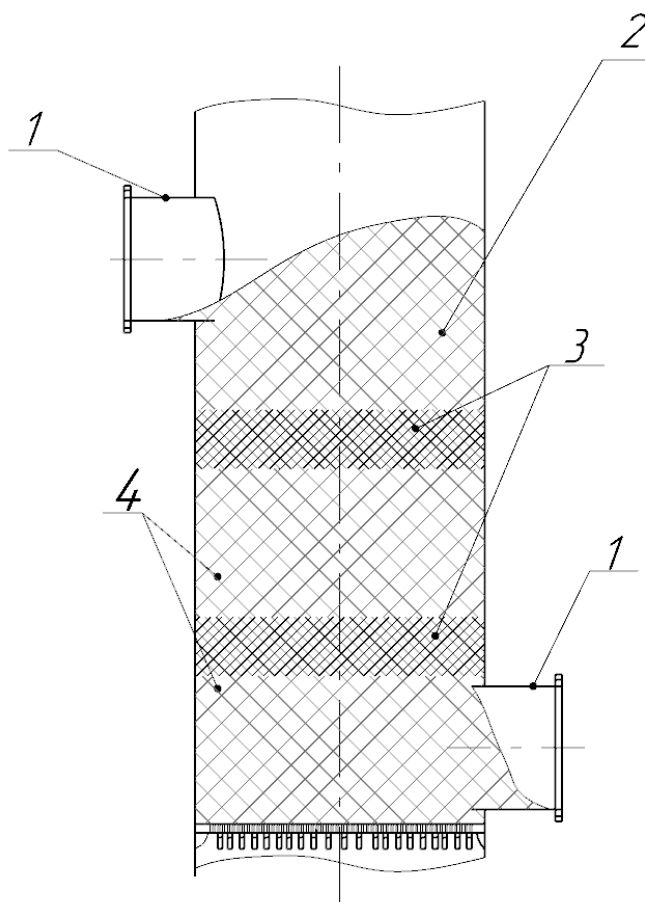


Figure 2. Conditional section of the column.

1 – process fittings; 2 – elements of the packing; 3 – smaller packing; 4 – larger packing.

Replacing the primary rectification column with an modernised column is more than worthwhile for improving the quality of ethanoic acid production, as it will increase overall production efficiency.

## References

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для студ. хим.-технол. спец. вузов/Ахметов Н.С.-4-е изд./ испр.- М. : Высшая школа, 2002.-743 с.
2. Заболотна Н. В., Степанюк А. Р. Модернізація установки для розділення суміші дисульфід вуглецю-тетрахлорметан. Наук. конф, 2021.
3. Заявка 06901 Україна. Ректифікаційна колона / Н. В. Заболотна, Г. І. Піренко, В. О. Чорна, А. Р. Степанюк ; заявл. 02.12.2021



УДК 664.8.047

## ДОСЛІЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЧЕРВОНОКАЧАНОЇ КАПУСТИ НА КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ

Петрова Ж.О., д.т.н., гол.наук.співр., Слободянюк К.С., к.т.н., с.н.с.,  
Вишнівський В.М., аспірант, Граков О.П., аспірант  
*Інститут технічної теплофізики НАН України*

**Анотація.** Робота присвячена дослідженням та аналізу кінетики сушіння свіжої червонокачаної капусти нарізаної стружкою на конвективній сушарці. Відпрацьовано оптимальний технологічний режимний параметр теплоносія  $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $v = 2,5\text{ м/с}$ ,  $d = 10\text{ г/кг с.п.}$  для червонокачаної капусти нарізаної стружкою з товщиною шару матеріалу  $h_{\text{ш}} = 30\text{ мм}$ .

**Ключові слова:** КІНЕТИКА, КОНВЕКТИВНЕ СУШІННЯ, ЧЕРВОНОКАЧАНА КАПУСТА, ВОЛОГІСТЬ, ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЇ.

## RESEARCH OF KINETICS OF DRYING OF RED CABBAGE ON CONVECTIVE DRYER

Petrova Zh., Dr. Sci., Chief Researcher, Slobodianiuk K., PhD, Senior  
Researcher

Vyshnevsky V., PhD student, Grakov O., PhD student

*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**Abstract.** The work is devoted to research and analysis of drying kinetics of fresh red cabbage cut into chips on a convective dryer. The optimal technological mode parameter of the heat carrier has been worked out  $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $v = 2,5\text{ m/sec}$ ,  $d = 10\text{ g/kg dry air}$  for red cabbage cut into shavings with a layer thickness of the material

$h_{\text{th}} = 30\text{ mm}$ .

**Keywords:** KINETICS, CONVECTIVE DRYING, RED CABBAGE, HUMIDITY, HEAT-TECHNOLOGY.

В сучасному світі теплотехнології завжди потребують вдосконалення, як і обладнання на якому вони реалізуються. Саме з цією метою в роботі висвітлено дослідження кінетики сушіння червонокачаної капусти на конвективній сушарці виготовленій в Інституті технічної теплофізики НАН України. Як відомо, червонокачана капуста (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. forma *rubra*) — це термолабільна рослинна сировина, джерело антиоксидантів, і є надзвичайно цінним і популярним об'єктом для сушіння за кордоном. Переробка червонокачаної капусти на висушений порошок сприяє легкому зберіганню та подальшому її технологічному використанню. Однак процес сушіння потребує високих енергетичних витрат, що є неприйнятним і потребує шляхів вирішення цієї проблеми.

Будь-яка сировина рослинного походження перед переробкою потребує попередньої підготовки. Червонокачана капуста після миття нарізалася на спеціальному нарізальному комбайні з відповідною насадкою на стружку. Після цього із загальної маси стружки було відібрано довільний насипний зразок стружки вагою 10 г для визначення початкової вологи за відомим стандартним методом «Метод висушування до постійної маси за ГОСТ 28561-90», описаним раніше в роботі [1]. Встановлено, що початкова вологість стружки червонокачаної капусти відповідала значенню  $W_{п} = 90 \%$ .

Основна маса досліджуваного матеріалу, після попередньої підготовки, розкладалася на піддони (рис.1) шаром  $h_{ш} = 30$  мм. Контрольний піддон зважувався на вагах (рис.2) і розташовувався разом з іншими піддонами на візках. Після завантаження сировини здійснювалося конвективне сушіння при оптимальному технологічному режимному параметрі теплоносія  $t = 60$  °C,  $v = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг с.п. Через кожні 30 хвилин відбувалося зважування контрольного піддона, фіксувався вологовміст теплоносія в сушильній камері.



Рис.1. – Свіжа вимита червонокочана капуста нарізана стружкою.  $h_{ш} = 30$  мм



Рис.2. – Зважування контрольної піддону з червонокочаною капустою нарізаною стружкою на вагах перед сушінням.

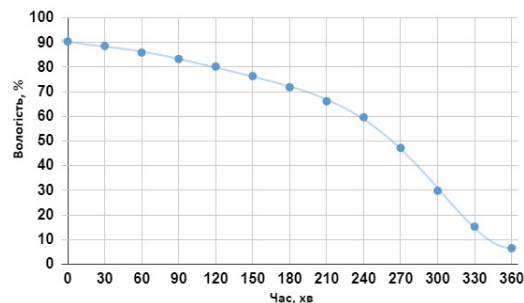


Рисунок 3 – Кінетика сушіння свіжої червонокочної капусти нарізаної стружкою на конвективній сушарці. Режимні параметри теплоносія:  $t = 60$  °С,  $v = 2$  м/с,  $d = 10$  г/кг с.п.,  $h_{ш} = 30$  мм.  $W_{п} = 90$  %,  $W_{к} = 6,5$  %.

Як видно з рисунку 3, крива кінетики процесу сушіння свіжої червонокочної капусти нарізаної стружкою на конвективній сушарці має вигляд характерний для колоїдних капілярно-пористих матеріалів. Експериментальним шляхом підтверджено оптимальність технологічного режимного параметру теплоносія  $t = 60$  °С,  $v = 2,5$  м/с,  $d = 10$  г/кг с.п. для червонокочної капусти. Загальна тривалість процесу зневоднення становила 360 хвилин, залишкова вологість матеріалу фіксувалася на рівні  $W_{к} = 6,5$  %. Збережено колір, запах і смак початкового стану матеріалу за рахунок використання вищезазначеного режиму теплоносія при сушінні.

#### Перелік посилань:

1. Слободянюк К.С., Граков О.П. Визначення масової частки вологи плодів лохини методом висушування до постійної маси. Збірник тез доповідей ХХІХ всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" 06 - 08 грудня 2021 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. С. 8 -10.

УДК 66

## ПРИНЦИП РОБОТИ ШЕСТИРІНЧАСТОГО НАСОСА

студентка Нефьодова К. В., к.т.н., доцент Степанюк А. Р.

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікоського»**

**АНОТОЦІЯ.** Проведено аналіз конструкції шестерного насоса, призначеного для перекачування мастила.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ШЕСТИРІНЧАСТИЙ НАСОС, ПРИНЦИП ДІЇ

Насос – це пристрій, який дозволяє передавати механічну енергію рідини та виявляється у збільшенні енергії тиску. Шестерний насос є основним вибором розробників паливних систем через тривалий термін служби, низькі витрати на технічне обслуговування і високу продуктивність [1]. Звичайні відцентрові насоси повинні бути заповнені насамперед в умовах експлуатації, за винятком випадків, коли всмоктування має позитивний тиск.

Шестерінчастий насос є самовсмоктуючим. Шестерінчасті насоси відносяться до групи об'ємних насосів, які характеризуються фіксованим об'ємом подачі на одиницю обороту насоса. Шестерінчастий насос має простий механізм, що складається з двох прямозубих або косозубих шестерень, що зачіплюються, провідної і проміжної (Рисунок 1).

Існує два основних класи шестерних насосів: зовнішній тип і внутрішній тип. У першому використовуються дві зовнішні прямозубі шестірні, а в другому - одна зовнішня прямозуба шестерня і одна внутрішня прямозуба шестірня.

Шестерні на стороні всмоктування створюють розрідження, яке змушує рідину текти та заповнювати сторону всмоктування. Рідина переноситься на бік нагнітання між зубами шестерень, що обертаються, і нерухомим корпусом. Зачеплення шестерень створює збільшення тиску та витісняє рідину через нагнітальну лінію. В принципі, кожен із виходів може стати випускним залежно від напрямку обертання. Щільні бічні та верхні зазори між шестернями та корпусом запобігають витоку рідини назад. Кількість рідини, що перекачується за один оберт залежить від кількості рідини, яка може потрапити в міжзубний простір шестерні. Таким чином, витрати на одиницю обороту залежить від розміру шестерні та кількості зубів [2].

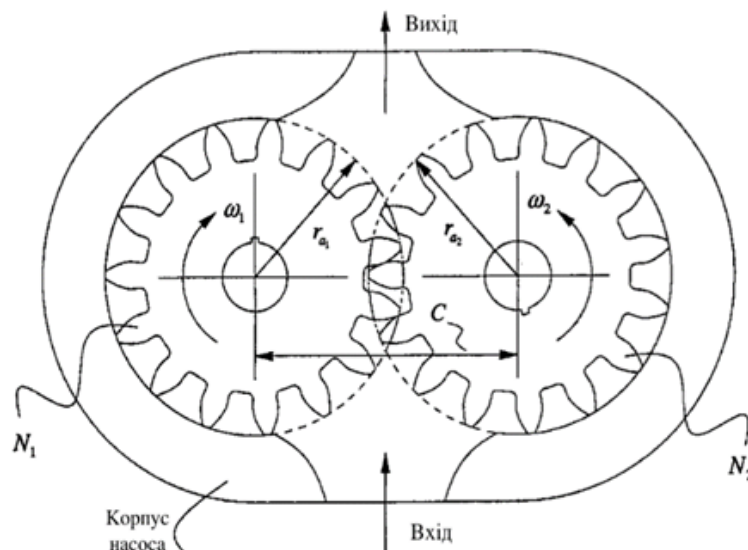


Рисунок 1 – Схема шестерінчастого насосу

Переваги шестерінчастого насосу:

- Простота будова, в результаті чого не дорогі.
- Компактність.
- Висока надійність.
- Немає необхідність в мастилах, їх роль виконує робоча рідина.

Недоліки:

- Низький ККД.
- Пульсація робочої рідини в нагнітальній лінії, в результаті чого відбуваються скачки тиску, що в результаті спричиняє відносно високий шум.
- Високе навантаження на опори шестерень.

**Перелік посилань:**

1. Manring, N.D. and Kasaragadda, S.B. The Theoretical Flow Ripple of an External Gear Pump, Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Transactions of the ASME, vol. 125, 2003, 396-404.
2. Majundar, S.R. Oil Hydraulic Systems, Principles and Maintenance (Tata McGraw-Hill Publishing Corp. Ltd, New Delhi, 2001).

UDC 628.1:3:532.528

## ADVANTAGES OF USING CAVITATION TREATMENT FOR WASTEWATER TREATMENT

d.t.s. Ivanytskyi H.K., c.t.s. Tselen B. Ya., c.t.s. Radchenko N.L.,

Chief technologist Shchepkin V.I.

Institute of Engineering Thermophysics, NAS of Ukraine

**ABSTRACT:** The authors experimentally studied the peculiarities of the process of wastewater treatment of the dairy industry in the conditions of hydrodynamic cavitation. It is determined that the cavitation method of wastewater treatment can be used as an independent method and combined with other methods.

**АНОТАЦІЯ:** Авторами експериментально вивчено особливості процесу очищення відходів виробництва стічних вод молочної промисловості в умовах гідродинамічної кавітації. Доведено, що кавітаційний метод очищення стічних вод може використовуватись самостійно або ж у поєднанні з іншими методами.

**Key words:** cavitation method of purification, milk whey, wastewater.

In recent years, the requirements for the content of pollutants in production waste have been increasing. In particular, in the wastewater of dairy industry enterprises that falls into treatment systems. Sewage wastes of the dairy factory consist of industrial waste products – water from rinsing, sludge, permeate, salty milk whey, production and sanitary defect and is cleaned at local treatment plants of the enterprise in accordance with the requirements of regulatory documentation in the field of water supply and sewerage at the enterprise. After which they enter water bodies or the city sewerage system.

The authors proposed the concept of a scheme technology for the intensification of the wastewater treatment process of the dairy industry using controlled hydrodynamic cavitation. To develop the scheme of technology, we used a cavitation reactor for grinding fibrous materials. The liquid part of cavitation reactor consists of an impeller (cavitator) planted on the shaft of an electric motor equipped with a frequency converter, a standard confusor, neck (diameter 55 mm, length 67.5

mm) and diffuser. Speed in the neck of  $6.8\div 8.2$  m/s and pressure in the impeller area of  $0.15\div 0.22$  MPa. The study carried out with the duration of processing 90 s and different values of the number of cavitation – 1.8; 0.6 and 0.3.

Analysis of the obtained fractional distribution of the size (diameter) of fat drops of milk whey (Figure 1) shows that with a processing time of 90 s and the number of cavitation 0.3, the average diameter of fat drops is 2.6 microns. At the same time, the vast majority are fat drops with a diameter of less than 2 microns.

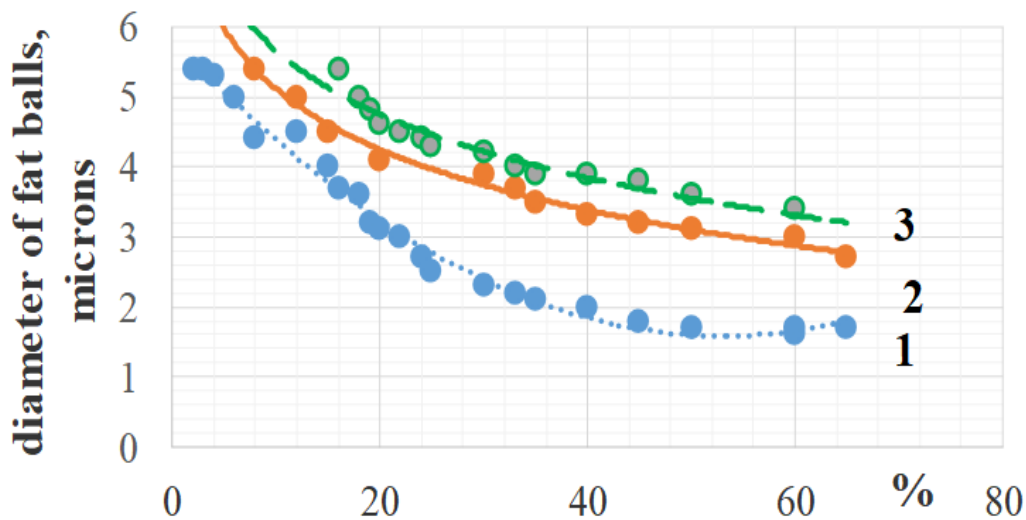


Figure 1 – Fractional distribution of the size (diameter) of fat drops of milk whey after 90 s of cavitation treatment at different values of the number of cavitation: 1 –  $\sigma = 0.3$ ; 2 –  $\sigma = 0.6$ ; 3 –  $\sigma = 1.8$

**Conclusions.** In this report provides the results of experimental studies for the development of the technology scheme concept to intensify the process of treatment of dairy industry sewage with the use of hydrodynamic cavitation method are presented. It is determined that the cavitation method of wastewater treatment can be used as an independent method and combined with other methods.



УДК 631.527:633

## ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА В ЕКСТРУДЕРІ

д.т.н.,с.н.с. Іваницький Г.К., к.т.н.,с.н.с. Целень Б.Я., к.т.н.,с.н.с. Ганзенко В.В.,  
к.т.н.,с.н.с. Радченко Н.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України

**АНОТАЦІЯ:** В роботі доведено доцільність використання екструзійного методу обробки голозерного вівса в складі сухих дієтичних сумішей. Експериментальним шляхом встановлено, що обробка в екструдері голозерного вівса забезпечує високу якість кінцевої сухої суміші та подовжує термін її зберігання. Визначено необхідність введення етапу обов'язкового механічного подрібнення екструдату на млині та оптимальний діапазон розміру частинок, який забезпечить рівномірне набухання при подальшому приготуванні.

**ABSTRACT:** The article proves the prospects of using an extruder for processing naked oats in dry mixes. It is experimentally determined that the processing in the extruder provides high quality product and increases the shelf life. The need for mandatory mechanical grinding of the extrudate at the mill has been determined. Determined the optimal range of particle size, which will ensure uniform swelling of the mixture during its preparation.

**Ключові слова:** голозерний овес, екструдер, сухі дієтичні суміші.

Дієтичне харчування з кожним роком набуває все більшої популярності в Україні і світі. При цьому, спостерігається зростання попиту на продукти основу яких складає голозерний овес. В Україні відсоток переробки голозерного вівса низький через те, що основна частина врожаю (85%) іде на експорт в інші країни. При цьому, виникає дефіцит дієтичної продукції на внутрішньому ринку. У зв'язку з цим, першочерговим завданням є його подолання, а це можливо за рахунок розробки нових технологій виробництва дієтичних продуктів та нових рецептур.

В рамках даної проблематики в ІТТФ НАНУ проводяться дослідження з метою розробки нових рецептур сухих дієтичних сумішей основу складу яких становить екструдований голозерний овес.

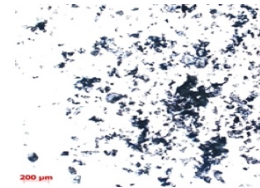
В результаті проведеного комплексу експериментальних досліджень доведено доцільність використання екструзійного методу обробки голозерного вівса для отримання сухих дієтичних сумішей. Зокрема, аналіз зразків показав, що в ході екструзії досягнуто руйнування структури зерна до клітинного рівня, желатинізації крохмалю, виділення жиру та утворення пористої структури, яка мала вигляд спученого стренгу (рис. 1а). Як результат це дозволило поліпшити якість продукту за рахунок підвищення його поживної цінності та збільшити термін зберігання за рахунок високотемпературної обробки. Однак, розміри утворених сипучих стренг, незалежно від режимів екструзії, показали необхідність введення додаткового етапу механічного подрібнення екструдату на млині (рис.1б).



а)



б)



в)

а – стренг; б – подрібнений на млині стренг; в – мікроструктура подрібненого стренгу.

Рисунок 1 – Екструдований голозерний овес

Встановлено, що оптимальний розмір частинок після подрібнення на млині має складати від 40 до 80мкм. (рис.1в), а їх діапазон має знаходитись у вузьких межах для забезпечення рівномірного набухання сухої суміші.

**Висновки.** Отримані результати показали можливість одержання високоякісних сухих дієтичних сумішей на основі екструдованого голозерного вівса з тривалим терміном зберігання. Встановлено необхідність введення обов'язкового етапу механічного подрібнення на млині для забезпечення однорідності дисперсного складу. Визначено, оптимальний розмір частинок, та їх діапазон.

UDC 628.1:3:532.528

## INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF WASTEWATER TREATMENT OF THE DAIRY INDUSTRY USING HYDRODYNAMIC CAVITATION

d.t.s. Ivanytskyi H.K., c.t.s. Tselen B. Ya., c.t.s. Radchenko N.L.,

Chief mechanic Shulyak V.V.

Institute of Engineering Thermophysics, NAS of Ukraine

**ABSTRACT:** In this report presents the results of research aimed at developing the concept of a technology scheme for intensifying the process of waste treatment of waste production of wastewater of the dairy industry using the method of hydrodynamic cavitation. The results showed that the effect of purification during cavitation can be achieved in shorter than turbulent stirring and in the future can be realized as an independent method.

**АНОТАЦІЯ:** Представлено результати досліджень, що стали основою при розробці концепції схеми технології для інтенсифікації процесу очищення відходів виробництва стічних вод молочної промисловості із застосуванням методу гідродинамічної кавітації. Доведено, що ефект очищення під час кавітації досягається за короткий час аніж при турбулентному перемішуванні і в подальшому може використовуватись як самостійний метод.

**Key words:** cavitation method of purification, milk whey, wastewater.

Authors consider the concept of a scheme technology for the intensification of the wastewater treatment process of the dairy industry using controlled hydrodynamic cavitation. The phenomenon of hydrodynamic cavitation creates strong discrete-impulse dynamic effects on the disperse system that is processed. It also creates a directed effect on micro- and nano- levels on submolecular structures, cells of microorganisms, the course of chemical and biochemical reactions in solutions.

In order to study the mechanism of influence of cavitation on polydisperse systems, the authors conducted experimental studies. In particular, effect of cavitation treatment duration on the effect of purification of milk whey by fats, on suspended substances, chemical oxygen consumption and biological oxygen consumption. As a polydisperse system, samples of wastewater of the dairy industry were taken.

Figure 1 showed the results of the study of the effect of cavitation treatment duration (at the value of the number of cavitation 0.3) on the effect of purification of milk whey by fats, on suspended substances, chemical oxygen consumption and biological oxygen consumption. It is established that with an increased duration of processing, the concentration of fat decreases by 22%, suspended substances by 15÷18%, chemical oxygen consumption by 8÷10% and biological oxygen consumption by 3÷5% (figure 1a). Figure 1b shows the results of the study with similar treatment parameters for the effect of wastewater treatment of fats, suspended substances, chemical oxygen consumption and biological oxygen consumption.

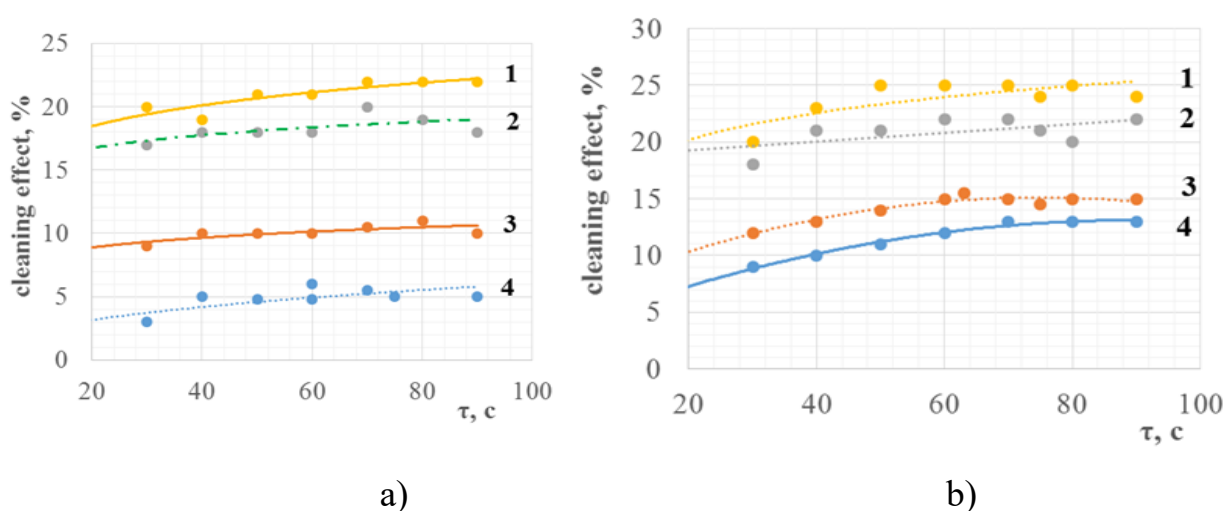


Fig. 1 – Dependence of the effect of purification from the duration of cavitation treatment a - milk whey; b - sewage:

1 – of fats; 2 – in suspended substances; 3 – by chemical oxygen consumption; 4 – by biological oxygen consumption.

From the resulting dependence, it can be seen that with a duration of cavitation treatment of 60÷90 s with a cavitation number of 0.6÷0.3, the concentration of fat decreases by 20÷25%, suspended substances by 22%, chemical oxygen consumption 12÷15%, biological oxygen consumption by 9÷12%.

**Conclusions.** The results of conducted experimental studies on the study of regularities of purification of milk whey, sewage in cavitation flow show that the effect of purification during cavitation can be, achieved in a short time than in turbulent stirring.

## ПОРШНЕВИЙ НАСОС

студент А.Ю. Стасюк, к.т.н., доц. А. Р. Степанюк

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**АНОТАЦІЯ.** Описано призначення поршневого насосу наведено його недоліки та переваги.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПОРШНЕВИЙ НАСОС, ПРИНЦИП ДІЇ, ПЕРЕВАНГИ, НЕДОЛІКИ.

Поршневий насос має значну конструктивну особливість серед інших видів насосів. Він має поршень, за допомогою якого здійснюється всмоктування рідини у циліндр, в наслідок зворотно-поступального руху [1, 2, 3].

Під час підняття поршню вгору, створюється розрідження, рідина під дією атмосферного тиску входить у циліндр, вона відкриває зворотний клапан та рухається за поршнем

При русі поршня вниз, під дією тиску створюваним поршнем, зворотний клапан закривається, рідина рухається вгору, всмоктувальний клапан відкривається.

Представлений варіант насосу може підіймати рідину під дією атмосферного тиску на висоту 10 метрів, тому доцільно розташовувати внизу, наприклад у свердловині. Саме на глибині створювальна різниця тисків забезпечувала рух рідини на велику висоту (Рисунок 1).

Існує безліч варіацій поршневих насосів, принцип залишається єдиним.

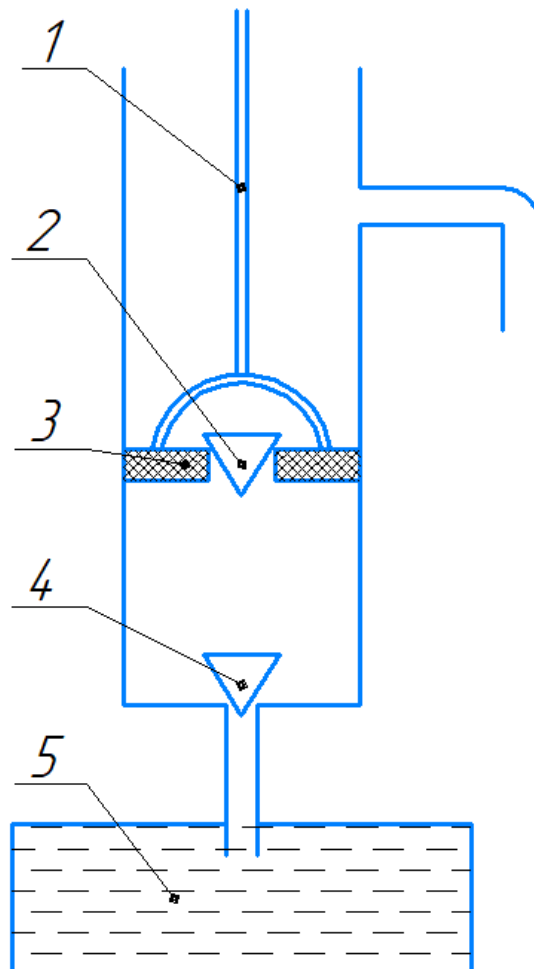
Переваги:

- перекачування великої кількості рідини;
- можливість створення великого тиску (до 40-50 МПа);

- перекачування рідин та газів;
- простота конструкції;
- широкий діапазон застосування.

Недоліки:

- Габаритність конструкції
- Нерівномірність подачі
- Складність перекачування забрудненої рідини
- Висока вартість
- Зношуваність деталей



- Шток; 2. Всмоктувальний клапан; 3. Поршень; 4. Зворотний клапан; 5.

Резервуар з рідиною

Рисунок 1 – Схема поршневого насосу

Поршневі насоси широко використовують у нафтовидобуванні, вони можуть забезпечити тиск понад 400 атмосфер.

Перелік посилань:

1. <https://youtu.be/Y1e80JZtv8I> від 20.05.2022р.
2. <https://youtu.be/Hwne4EmHUM8> від 20.05.2022р.
3. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Поршневий\\_насос](https://uk.wikipedia.org/wiki/Поршневий_насос) від 20.05.2022р.

УДК 66.047

## **ABSORBER OF AMINE GAS PURIFICATION INSTALLATION**

Student Nikulichev D.V., Senior lecturer, Ph.D. Haidai S.S.

**National Technical University of Ukraine**

**«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»**

**ANNOTATION:** *The structure of a sieve absorber of the technological scheme of amine gas purification from hydrogen sulfide is studied.*

**KEY WORDS:** *AMINES, HYDROGEN SULFUR, ABSORBER, AMINE PURIFICATION.*

## **АБСОРБЕР УСТАНОВКИ АМІНОВОЇ ОЧИСТКИ ГАЗУ**

Студент Нікулічев Д.В., старший викладач, к.т.н. Гайдай С.С.

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**АНОТАЦІЯ:** *Розглянуто конструкцію насадкового абсорбера технологічної схеми амінового очищення газу від сірководню.*

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** *АМІНИ, СІРКОВОДЕНЬ, АБСОРБЕР, АМІНОВА ОЧИСТКА.*

In amine absorbers by absorption solution of amine, fed to the top of the column and flowing down the plates, hydrogen sulfide H<sub>2</sub>S, carbon dioxide CO<sub>2</sub> and partially from mercaptan sulfur compounds are removed from natural gas. In order to keep the process flowing efficiently, it is necessary to control the level of amine collecting at the bottom of the absorber.

The technological scheme of amine gas purification is shown in Figure 1, and its detailed description is given by the authors [1].



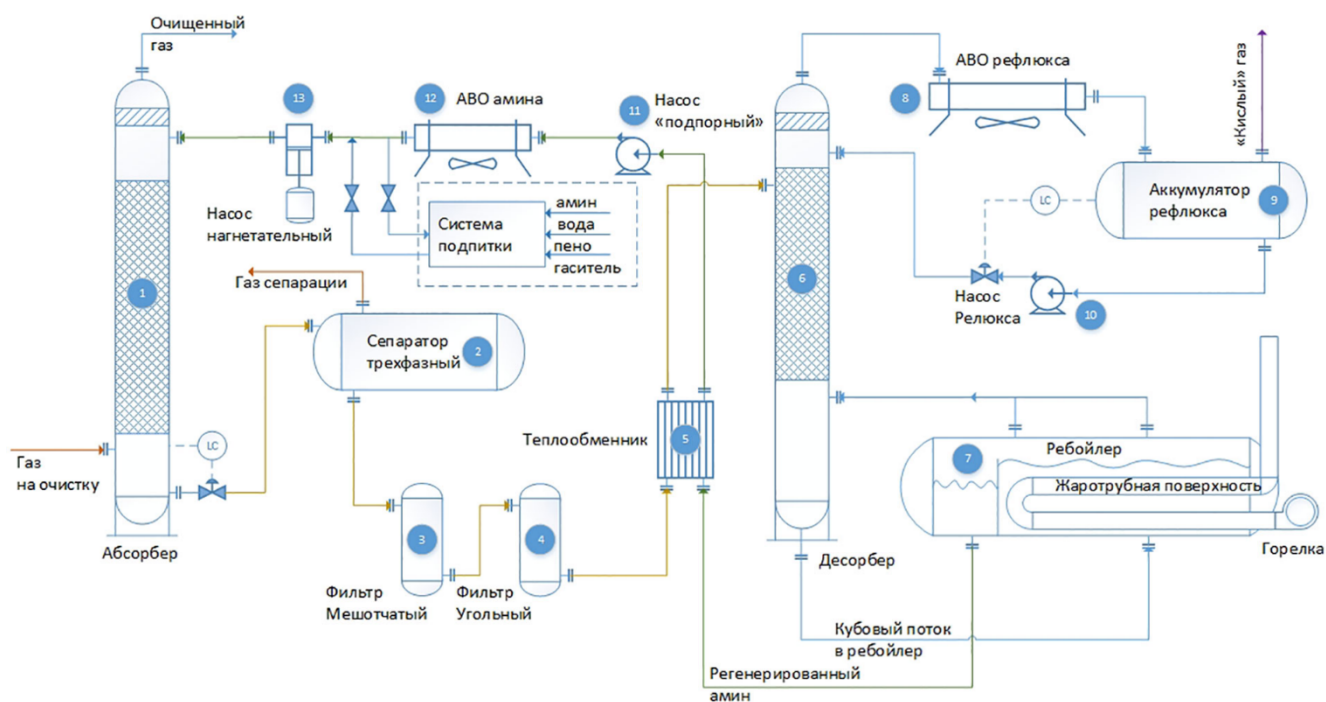


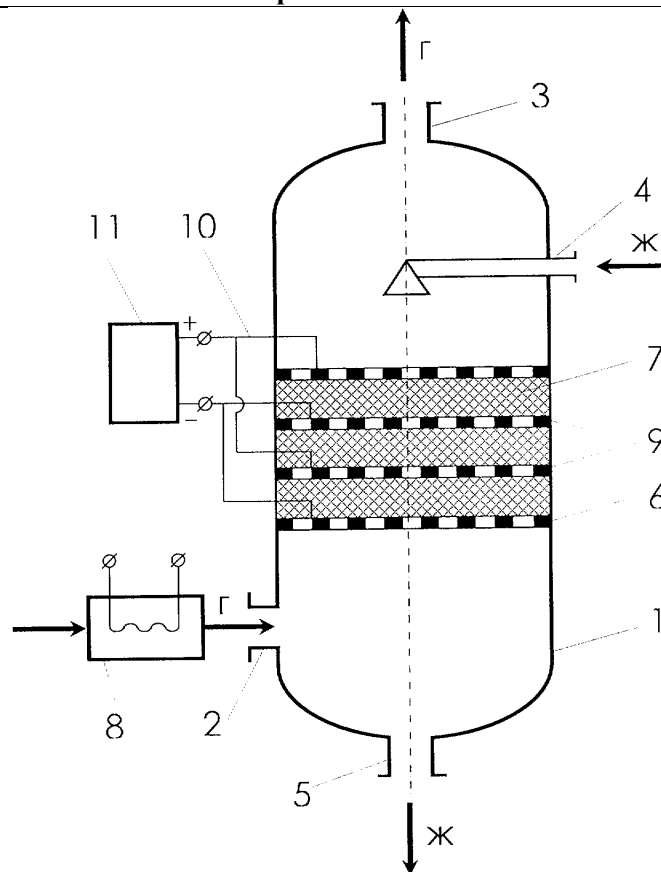
Figure 1 – Technological scheme [1]

This scheme uses a sieve absorber, which is one of the main apparatuses, because it is there that amine gas purification takes place.

For this technological scheme is chosen a cap absorber [2], containing a vertical body with the inlet and outlet of the gas flow and liquid absorbent, a support grid on which the cap is placed, the ionizer, installed at the inlet of the gas flow, and the electrode, made in the form of a perforated disk, Figure 2. The nozzle consists of sections of equal height  $H$ , each divided by a perforated disk, so that the height of each section  $H$  is determined by the formula:

$$\Delta H = U/E, \quad (1)$$

where  $E$  is electric field strength, providing a given level of purification of the gas mixture from harmful impurities, V/m;  $U$  is permissible safety voltage in the liquid absorbent, with adjacent perforated discs connected to the opposite poles of the DC source, and the body and the nozzle made of dielectric material.



1 – vertical case; 2, 3– inlet and outlet tubes of gas flow; 4, 5 – inlet and outlet tubes of liquid absorbent; 6 – supporting grid; 7 – absorbent; 8 – ionizer; 9 – adjacent perforated disks; 10 – wire; 11 – direct current source.

$\Gamma$  – gas flux;  $\mathcal{Ж}$  – absorber flux

Figure 2 – Scheme of the nozzle absorber [2]

Dividing the height of the nozzle into sections of equal height and installing perforated disks between the sections, allows to apply to each of them a potential not exceeding the allowed voltage for safety when working with liquid absorbents, and simultaneously create a high voltage electric field, providing the necessary level of purification of the gas mixture from impurities when absorbing the latter by the liquid absorbent. Connection of adjacent perforated disks to different poles of DC power supply allows to have the same voltage  $U$  and therefore optimal electric field voltage over the whole height of the head in the column, and perforation in disks allows to evenly distribute the liquid absorbent and gas mixture over the height and radius of the head. Implementation of the housing and the nozzle of dielectric material allows to reduce current leakage on the housing and the nozzle, and therefore the energy

consumption for purification of the gas mixture from harmful impurities and contributes to safety when working with the column and the nozzle under voltage  $U$ .

References:

1. Nikulichev D.V. Absorber of Amine Gas Purification Installation // Nikulichev D.V., Haidai S.S. // «Equipment of chemical productions and enterprises of building materials» 29<sup>th</sup> All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists. December 06-08, 2021: book of theses reports. Kyiv, 75-77.
2. Patent No. 93034U1 IPC (2006) B01J 19/32 (2006.01) B01J 3/32 (2006.01). Nasal absorber / Golovanchikov A.B., Efremov M.Yu., Fomenkov S.A., Dulkina N.A., Lebedev V.N.; Applied on 18.11.2009; Published on 20.04.2010, Bulletin No.11/2019.

**MODERNIZATION OF HEAT EXCHANGER FOR HEATING NITROGEN  
ACIDD**

student Chernysh I., Liubeka A.

**National technical university of Ukraine**

**"Kiev polytechnic institute named after Igor Sikorsky"**

**SUMMARY:** The purpose of ammonium nitrate is given, the technical process of production of ammonium nitrate is described, the directions of modernization of installation are formulated.

**Key words:** RECTIFICATION COLUMN, AMMONIA NITRATE, HEAT EXCHANGER, MODERNIZATION

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОБМІННИКА ДЛЯ НАГРІВУ АЗОТНОЇ  
КИСЛОТИ**

студент Черниш І., к.т.н., Любека А.

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**АНОТАЦІЯ.** Наведено модернізація теплообмінника для підігріву аміачної селітри, описано технічне рішення для інтенсифікації теплообміну в міжтрубному просторі шляхом унікального розміщення перегородок.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА, АМІАЧНА СЕЛІТРА, ТЕПЛОБМІННИК, МОДЕРНІЗАЦІЯ

Shell-and-tube (shell-and-tube) heat exchanger refers to heat exchangers in which the heat exchange surface between two streams is formed of tubes

enclosed in a casing, and heat exchange is carried out through the surface of these tubes.

Nitric acid, nitric acid ( $\text{HNO}_3$ ) - a strong monobasic acid. Highly corrosive acid, reacts with most metals, a strong oxidant. It tends to turn yellow due to the accumulation of nitrogen oxides during long-term storage. Usually nitric acid has a concentration of 68%, because this is the composition of its azeotropic mixture with water. If the concentration exceeds 86%, it is called fuming acid. Depending on the color of the "smoke", the concentrated acid is divided into white and red in a concentration greater than 95%.

Our heat exchanger, which is designed to heat nitric acid, transfers too much heat to nitric acid, ie has too high an intensity due to which it will have to be cooled or spent more time to adjust to the required pressure and water temperature before sending to react with ammonia. at an angle of 90 degrees to the walls of the apparatus, this may adversely affect the turbulence of the flow.

The proposed heat exchanger is made of aluminum, which is resistant to nitric acid, but only in normal environments and at normal temperatures, so it will have to be cleaned more often from rust and repaired, so we will find a more resistant to nitric acid material. In this work, we need to find a way to increase the intensification of our apparatus Figure 1 shows a diagram of our heat exchanger for heating nitric acid before modernization.

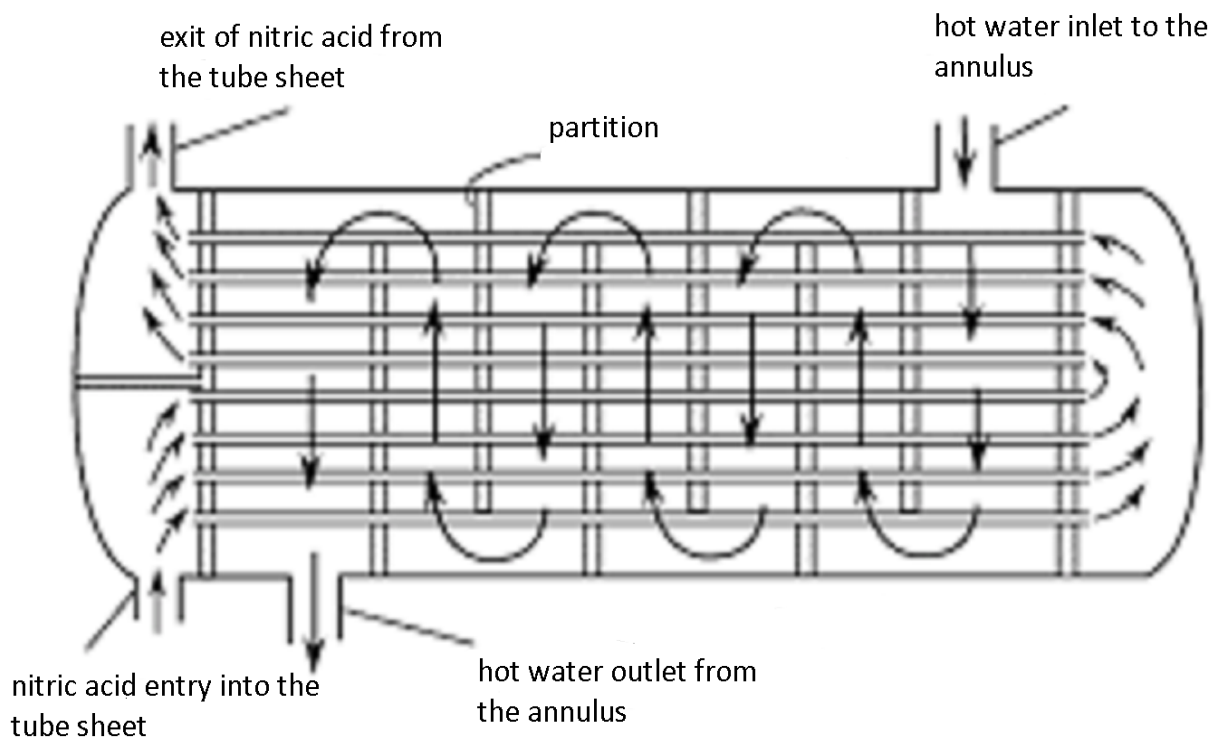


Fig.1 Heat exchanger for heating nitric acid

Through the inlet pipe, hot water enters the space between the pipes, which circulates in the heat exchanger, bypassing the partitions, and after heat exchange with nitric acid exits the heat exchanger through the outlet pipe. Nitric acid is supplied through another inlet to the pipe space and also circulates through the pipes receiving heat from the water, and then removed for future use. Water and nitric acid do not come into contact.

For more efficient and continuous operation, we will change the part of the heat exchanger material that comes into contact with nitric acid from aluminum to corrosion-resistant ferritic steel (15X28), as aluminum is not very resistant to concentrated and heated to 70 degrees nitric acid. It is not necessary to completely change the material, so we can save money on materials and repairs.

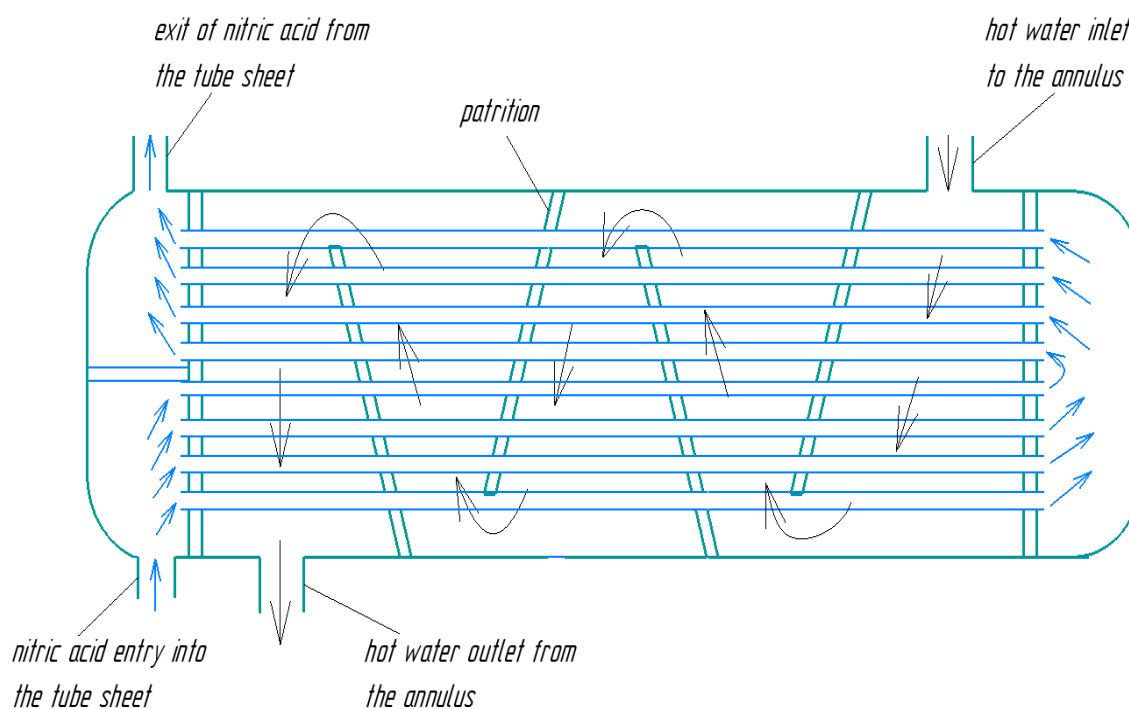


Fig.2 Modernized heat exchanger for heating nitric acid

Due to the reduced number of partitions to four, the turbulence of the flow has improved, the temperature has become easier to regulate, as the water cycle faster and does not give off as much heat as before. Also, the partitions are now placed at an angle of 15 degrees for faster passage without pipe zones near the walls of the heat exchanger. As a result of modernization, the intensification has increased.

### References:

1. Ammonium nitrate (2005), «Складне резюме аміачної селітри», за адресою <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ammonium-nitrate#section=Structures> , станом на дату 26.10.2021
2. AMMONIUM NITRATE (2007), «Ammonium nitrate», за адресою: <https://www.cropnutrition.com/resource-library/ammonium-nitrate> , станом на дату 26.10.2021

**СЕКЦІЯ 2**

**«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»**



**RESEARCH FOR DEVELOPMENT OF PACKAGING  
MATERIALS WITH SPECIFIC PROPERTIES WITHOUT  
ENVIRONMENTALLY HARMFUL ADDITIVES**

Graduating Student Tinytska Yelyzaveta., technical sciences candidate,  
senior scientist, assistant professor Ploskonos V.G.

**National Technical University of Ukraine  
"The Igor Sykorsky Polytechnical Institute of Kyev"**

*Анотація.* Метою даної дослідницької роботи є вивчення особливостей розроблення пакувальних матеріалів із заданими властивостями без вмісту екологічно шкідливих добавок, що є досить актуальним. Вирішення такого класу задач має базуватися на проведенні серії експериментальних досліджень в лабораторних умовах та отримання результатів, які слугуватимуть основою для подальшого розроблення нових видів пакувальних матеріалів з наперед заданими характеристиками міцності та властивостями жиронепроникності. Для досягнення поставленої мети в даній роботі реалізовано серію експериментальних досліджень в широкому діапазоні зміни всіх впливових факторів. В результаті проведення такої серії спланованих експериментальних досліджень стало можливим в подальшому розробити комплекс математичних моделей. Планується за використання такого класу математичних моделей та сучасних комп'ютерних технологій провести пошук оптимальних умов для створення пакувальних матеріалів з наперед заданими та екологічно безпечними властивостями.

*Ключові слова:* папір, пакувальний матеріал, механічні показники міцності, жиронепроникність

**Summary.** The purpose of this research is to study the features of the development of packaging materials with specified properties without the content of environmentally harmful additives, which is quite relevant. The solution of this class of problems should be based on a series of experimental studies in the laboratory and obtain results that will serve as a basis for further development of new types of packaging materials with predetermined strength characteristics and grease resistance properties. range of change of all influencing factors. As a result of such a series of planned experimental studies, it became possible to further develop a set of mathematical models. It is planned to use this class of mathematical models and modern computer technology to find the optimal conditions for the creation of packaging materials with predetermined and environmentally friendly properties.

**Key words:** paper, packaging material, mechanical strength, grease resistance

The purpose of this research is to study the features of the development of packaging materials with specified properties without the content of environmentally harmful additives, which is quite relevant.

The solution of this class of problems should be based on a series of experimental studies in the laboratory and obtain results that will serve as a basis for further development of new types of packaging materials with predetermined strength characteristics and grease resistance properties.

To achieve this goal in this work implemented a series of experimental studies in a wide range of changes in all influencing factors. As a result of such a series of planned experimental studies, it became possible to further develop a set of mathematical models. It is planned to use this class of mathematical models and modern computer technology to find the optimal conditions for the creation of packaging materials with predetermined and environmentally friendly properties.

As you know, consumers of packaging material are confectioneries, bakeries, bakeries, meat plants, cold stores, fish processing plants, enterprises that produce spools for the textile industry, tea factories, organizations that procure medicinal

herbs, manufacturers of compound materials and packaging for fast food and many others.

Packaging paper for packaging of each of the types of products differs in the mass of the area of 1 m<sup>2</sup>, whiteness, a set of barrier properties, mechanical strength, suitability of its surface for printing. For example, for lining baking trays in the manufacture of confectionery and bakery products, packaging for butter, margarine, minced meat, cheese products use parchment and parchment, ie packaging material that can withstand high temperatures and is characterized by high resistance to fat penetration. These types of packaging paper have a relatively low weight area of 1 m<sup>2</sup> (from 20 to 60 g / m<sup>2</sup>). Fat-and-moisture-resistant paper with high barrier properties is also used for packaging meat products (smoked sausages, meat, etc.), while low-resistance sub-parchment can be used for packaging frozen meat and fish.

The analysis of literature sources shows that today there are no ideal packaging materials and chemicals or their compounds that have universal properties and provide not only a high level of fat resistance of packaging material, but also provide the necessary set of structural and physical properties and performance properties. , which ensure the manufacturability of processing of packaging material during its manufacture, packaging and packaging and application of a multi-color label on one of its sides.

However, today there are a number of chemical compounds, substances and complexes that are used to increase grease resistance by introducing into the composition of the paper pulp or by applying to the surface of the paper web [1,2,3].

According to the results of research, ensuring a sufficient level of consumer and operational properties is possible due to the composition, which includes three or four components dissolved in water [3]. In addition to providing the necessary grease resistance, the treatment of paper with this composition also contributes to the increase of mechanical strength, namely: tensile strength during repeated bending and relative elongation. It is easy to understand that the treatment of paper with such compositions, regulating the content of each of the components and the ratio between

them, allows the experimenter to produce packaging materials for different applications, ie packing and packaging of products and products with high and low fat content. high moisture content, including for packaging products that require high mechanical strength (eg, wrapping candy and caramel, etc.) in the machine and transverse directions, and extended shelf life.

Thus, in this work, which is the first stage of exploratory research, a series of experiments were conducted, on the basis of which it is possible to develop a number of mathematical dependences on different strength indicators of new generation packaging materials.

### References

1. *Ploskonos VG* Methodology of development of new composite materials based on paper and cardboard using innovative and computer technologies // International scientific journal "Internauka" .- 2020. № 3 (83), p.55-59, DOI : 10.25313 / 2520-2057-2020-3-5626.
2. *Trukhtenkova NE, Kilipenko AV etc.* Technology of packaging paper -М :, "Forest industry", 1974, 288 p.
3. *Ribalchenko VV, Koptyukh LA, Ploskonos VG, Osika VA* Increasing the fat impermeability of wrapping paper.// Packing 2007, - № 2, pp. 23-26.

**СЕКЦІЯ 1**  
**«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І**  
**НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

<b>НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНЕ ЗНЕВОДНЕННЯ БІЛИХ КОРЕНЕПЛОДІВ</b>	
Гусарова О. В.	4
<b>МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ЕТАНОЛУ З РОЗРОБКОЮ НАСАДКОВОЇ КОЛОНИ</b>	
Піренко Г.І., Степанюк А. Р.	6
<b>MODERNISATION OF THE DIMETHYLKETONE PRODUCTION UNIT WITH THE DEVELOPMENT OF A NOZZLE COLUMN</b>	
Chorna V. O., Stepaniuk A.R.	11
<b>ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕПЛОНОСІЯ НА ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ</b>	
Петрова Ж.О., Самойленко К.М., Граков Д.П.	12
<b>КОМПАКТНІ ТЕПЛОВІ АКУМУЛЯТОРИ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ</b>	
Коник А.В., Хоменко М. В.	15
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КАВІТАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ</b>	
Гоженко Л. П.	19
<b>MODERNIZATION OF INSTALLATION OF AN ETHANOIC ACID PRODUCTION WITH THE DEVELOPMENT OF A PACKED COLUMN</b>	
Zabolotna N. V., Stepaniuk A.R.	21
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ ЧЕРВОНОКАЧАНОЇ КАПУСТИ НА КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ</b>	
Петрова Ж.О., Слободянюк К.С., Вишнівський В.М., Граков О.П.	25
<b>ПРИНЦИП РОБОТИ ШЕСТИРІНЧАСТОГО НАСОСА</b>	
Нефьодова К. В., Степанюк А. Р.	28
<b>ADVANTAGES OF USING CAVITATION TREATMENT FOR WASTEWATER TREATMENT</b>	
Ivanytskyi H.K, Tselen B. Ya., Radchenko N.L., Shchepkin V.I.	31
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА В ЕКСТРУДЕРІ</b>	
Іваницький Г.К., Целень Б.Я., Ганзенко В.В., Радченко Н.Л.	33
<b>INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF WASTEWATER TREATMENT OF THE DAIRY INDUSTRY USING HYDRODYNAMIC CAVITATION</b>	
Ivanytskyi H. K, Tselen B. Ya., Radchenko N.L., Shulyak V.V.	35

**ПОРШНЕВИЙ НАСОС**

Стасюк А.Ю., Степанюк А. Р. 37

**ABSORBER OF AMINE GAS PURIFICATION INSTALLATION**

Nikulichev D.V., Haidai S.S. 40

**MODERNIZATION OF HEAT EXCHANGER FOR HEATING  
NITROGEN ACID**

Chernysh I., Liubeka A. 44

**СЕКЦІЯ 2**

**«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»**

**RESEARCH FOR DEVELOPMENT OF PACKAGING  
MATERIALS WITH SPECIFIC PROPERTIES WITHOUT  
ENVIRONMENTALLY HARMFUL ADDITIVES**

Tinytska Y., Ploskonos V. 49