



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

**Інститут технічної теплофізики НАН України
Інститут Газу НАН України
Грузинський технічний університет**

**Збірник тез доповідей XXVI міжнародної
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

**”РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА ОБЛАДНАННЯ”**

16 травня
Київ 2024

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

УДК 66

ББК 35.11я43

Р 43

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (16 травня 2024 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2024. – 206 с.

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ XXV МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ,
АСПІРАНТІВ І МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**

"РЕСУРСОЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ"

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту
технічної теплофізики
НАН України
Протокол № 7
від 11.04.2024 р.

Рекомендовано до друку
Кафедрою машин та апаратів
хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 15
від 02.05.2024 р.

Тези опубліковано за авторською редакцією.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Снежкін Ю. Ф. академік, д.т.н., директор Інституту технічної теплофізики НАН України, голова програмного комітету конференції

Корнієнко Я. М. д.т.н., професор, зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, заступник голови програмного комітету конференції

Киричок П.О. д.т.н, проф., директор Видавничо-поліграфічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ільєнко Б. К. к.т.н., Вчений секретар Інституту Газу НАН України

Сергієнко Р.В. к.т.н., Вчений секретар Інституту Інституту технічної теплофізики НАН України

Корінчук Д. М. д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України

Коник А.В. к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України

Слободянюк К.С. к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу Тепломасопереносу в теплотехнологіях Інституту технічної теплофізики НАН України

Ільєнко Б.К. к.т.н., доц. провідний науковий співробітник Інституту Газу НАН України

Собченко В.В. к.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник Інституту Газу НАН України

Какубава Реваз (Івері) В. д.т.н., професор Грузинського технічного університету

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Корнієнко Я. М.** д.т.н., професор кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського», голова організаційного комітету конференції
- Степанюк А. Р.** к.т.н., доцент, в.о. зав. кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, заступник голови програмного комітету конференції
- Марчевський В. М.** к.т.н., професор кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського
- Андрєєв І. А.** к.т.н., доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського
- Швед М. П.** к.т.н., доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв Інженерно-хімічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського

СЕКЦІЯ 1

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

UDC [661.11](#)

EMULSIFICATION: A COMPREHENSIVE OVERVIEW

Assistant Kosenko V.V.; Assistant Byshko M.A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація.

Були представлені різні варіанти обладнання для емульгування, включаючи роторні пульсаційні апарати, гомогенізатори, ультразвукові пристрої для емульгування та колоїдні млини. У статті основна увага приділена роторному пульсаційному апарату, підкреслюючи його ефективність у створенні емульсій з дрібними краплями. Було детально розглянуто переваги (створення дрібних крапель, висока пропускна здатність, робота з в'язкими рідинами, висока концентрація олії) і недоліки (висока вартість, складне обслуговування, шум) цього обладнання. Нарешті, в статті досліджено застосування ротаційних пульсаційних апаратів у різних галузях промисловості, таких як харчова, фармацевтична, косметична та хімічна.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕМУЛЬГУВАННЯ, ТИПИ ЕМУЛЬСІЙ, СТАБІЛЬНІСТЬ ЕМУЛЬСІЇ, РОЗМІР КРАПЕЛЬ, СПІВВІДНОШЕННЯ ФАЗ, ЕМУЛЬГАТОР, ГОМОГЕНІЗАТОР, УЛЬТРАЗВУКОВЕ ЕМУЛЬГУВАННЯ, КОЛОЇДНИЙ МЛИН, РОТОРНИЙ ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ

Summary.

Different emulsification equipment options were introduced, including rotary pulsation apparatus, homogenizers, ultrasonic emulsification devices, and colloid mills. The article then focused on rotary pulsation apparatus, highlighting its effectiveness in generating emulsions with small droplets. It elaborated on the advantages (small droplet creation, high throughput, handling viscous liquids, high oil concentration) and disadvantages (high cost, complex maintenance, noise) of

this equipment. Finally, the article explored applications of rotary pulsation apparatus in various industries like food, pharmaceuticals, cosmetics, and chemicals.

KEYWORDS: EMULSIFICATION, EMULSION TYPES, EMULSION STABILITY, DROPLET SIZE, PHASE RATIO, EMULSIFIER, HOMOGENIZER, ULTRASONIC EMULSIFICATION, COLLOID MILL, ROTARY PULSATION APPARATUS

Introduction

Emulsification is the process of dispersing one liquid (oil) into another (water) in the form of tiny droplets. This process has wide applications in various industries, such as food, pharmaceutical, cosmetic, and chemical. In the food industry, emulsification is used to create products such as mayonnaise, salad dressings, and ice cream. In the pharmaceutical industry, emulsification is used to create drug delivery systems. In the cosmetic industry, emulsification is used to create lotions, creams, and shampoos. In the chemical industry, emulsification is used to create paints, lubricants, and pesticides.

Types of emulsions

There are two main types of emulsions:

- **Oil-in-water (O/W) emulsions:** Oil is dispersed in water. This is the most common type of emulsion. Examples of O/W emulsions include milk, mayonnaise, and salad dressing.
- **Water-in-oil (W/O) emulsions:** Water is dispersed in oil. This type of emulsion is less common than O/W emulsions. Examples of W/O emulsions include butter, cold cream, and sunscreen.

Factors affecting emulsion stability

The stability of an emulsion, which is the ability of the oil droplets to maintain their size and not coalesce over a period of time, is a key factor for its successful application. Several factors affect emulsion stability, including:

- **Droplet size:** The smaller the droplets, the more stable the emulsion.

This is because smaller droplets have less tendency to coalesce.

- **Phase ratio:** The optimal phase ratio for each emulsion is different.

The phase ratio is the ratio of the volume of the dispersed phase (oil) to the volume of the continuous phase (water).

- **Emulsifier type:** An emulsifier is a substance that reduces the interfacial tension between two liquids, promoting the formation of small droplets and stabilizing the emulsion. Common emulsifiers include lecithin, sodium dodecyl sulfate (SDS), and polyglycerol polyoxyethylene stearate (PGPS).

- **Storage conditions:** Temperature, pressure, and other environmental factors can affect emulsion stability. For example, high temperatures can cause the droplets in an emulsion to coalesce.

Emulsification equipment

The choice of emulsification equipment type depends on several factors, such as the required droplet size, throughput, budget, and other requirements. Some common types of emulsification equipment include:

- **Rotary pulsation apparatus:** Rotary pulsation apparatus uses a rotor to create pulsations that break up liquids into small droplets. This type of equipment is effective for creating emulsions with small droplets, but it can be expensive and complex to maintain.

- **Homogenizers:** Homogenizers use high pressure to break up liquids into small droplets. This type of equipment is also effective for creating emulsions with small droplets, but it can be even more expensive and complex to maintain than rotary pulsation apparatus.

- **Ultrasonic emulsifiers:** Ultrasonic emulsifiers use ultrasonic waves to break up liquids into small droplets. This type of equipment is less common than rotary pulsation apparatus and homogenizers, but it can be effective for creating emulsions with very small droplets.

- **Colloid mills:** Colloid mills use mechanical grinding to break up liquids into small droplets. This type of equipment is not as effective for creating emulsions with small droplets as rotary pulsation apparatus, homogenizers, or ultrasonic emulsifiers, but it is less expensive and simpler to maintain.

Rotary pulsation apparatus

Rotary pulsation apparatus is a type of emulsification equipment that uses a rotor to create pulsations that break up liquids into small droplets. The rotor is typically a disc or a cylinder with teeth or other protrusions. As the rotor rotates, it creates pulsations that force the liquid through small openings in the rotor. This breaks up the liquid into small droplets.

Rotary pulsation apparatus

Advantages of rotary pulsation apparatus:

- **Effective creation of small droplets:** Rotary pulsation apparatus can create emulsions with very small droplets, which is important for many applications.
- **High throughput:** Rotary pulsation apparatus can process large volumes of liquid, making them suitable for industrial applications.
- **Can handle viscous liquids:** Rotary pulsation apparatus can handle viscous liquids, which are not suitable for some other types of emulsification equipment.
- **Can create emulsions with high oil concentration:** Rotary pulsation apparatus can create emulsions with high oil concentrations, which is important for some applications.

Disadvantages of rotary pulsation apparatus:

- **High cost:** Rotary pulsation apparatus can be expensive, especially compared to some other types of emulsification equipment.
- **Complex to maintain:** Rotary pulsation apparatus can be complex to maintain, and they require regular maintenance to ensure optimal performance.

- **Noisy:** Rotary pulsation apparatus can be noisy, which can be a problem in some applications.

Applications of rotary pulsation apparatus

Rotary pulsation apparatus is used in a wide variety of industries, including:

- **Food industry:** Rotary pulsation apparatus is used to create emulsions in products such as mayonnaise, salad dressings, and ice cream.
- **Pharmaceutical industry:** Rotary pulsation apparatus is used to create emulsions for drug delivery systems.
- **Cosmetic industry:** Rotary pulsation apparatus is used to create emulsions in lotions, creams, and shampoos.
- **Chemical industry:** Rotary pulsation apparatus is used to create emulsions in paints, lubricants, and pesticides.

Conclusion

Rotary pulsation apparatus is a versatile and effective type of emulsification equipment that is widely used in various industries. However, it is important to consider the cost, complexity, and noise level of this type of equipment before making a purchase decision.

References

1. McClements, D. J. (2005). Food emulsions. Blackwell Publishing.
2. Tadmor, Z., & Neeman, E. (2000). Principles of emulsification. Academic Press.
3. Lissant, K. B. (2003). Emulsions and foams. CRC Press.

**MODERNIZATION OF THE ACETONE RECOVERY UNIT WITH
THE DEVELOPMENT OF A RECTIFICATION COLUMN AND A HEAT
EXCHANGER**

Student Vladimirov Z.D., Associate professor, PhD Haidai S. S.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: The process of acetone recovery, its importance, and obtaining it from an acetone-air mixture is considered, a technological scheme is given

Key words: ACETONE, RECOVERY, HEAT EXCHANGE

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ РЕКУПЕРАЦІЇ АЦЕТОНУ З
РОЗРОБКОЮ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ ТА
ТЕПЛООБМІННИКА**

студент Владимиров З.Д., доцент, к.т.н. Гайдай С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Розглянуто процес рекуперації ацетону, його важливість, та отримання з ацетоно-повітряної суміші, наведено технологічну схему

Ключові слова: АЦЕТОН, РЕКУПЕРАЦІЯ, ТЕПЛООБМІН

The system of the rectification column and the heat exchanger is used to optimize the process of acetone production from the acetone-air mixture. The rectification column allows you to separate the components, increasing the concentration of acetone, and the heat exchanger allows you to heat the incoming mixture to the necessary temperatures, increasing the productivity of the column. The disadvantage of this system is the high consumption of resources, both in the production process and for maintenance. To solve this problem, it is possible to use

more effective methods and rectification systems. Therefore, scientists face the task of developing new research directions for the rectification process.

As such, for example in research [1], the methods of designing complex separation sequences, including simple rectification columns and columns with separating walls for separation of multicomponent mixtures were investigated using genetic programming, with the aim of optimizing the energy consumption of this system. Genetic programming in this system is used to research the optimal sequence and design of the columns that compose the system. In addition, for effective evaluation of the total annual cost, as well as the flow rate and composition of products and during the optimization process, performance estimators based on an artificial neural network were developed for them. To illustrate this method, a system was developed for the separation of n-butane/n-pentane/benzene/toluene/o-xylene/2,4-methylbenzene. The presented results show a significant improvement in economic performance with about a 60% increase in energy efficiency compared to simple distillation column systems and about 20% increase compared to similar systems that were composed manually.

Also, in [2], a new method of rectification of methanol-acetone mixture under variable pressure was investigated, in which the rectification column of different pressure is divided into a rectification section and an evaporation section with different pressures, which are connected by a compressor and a safety valve. The steam from the low pressure column is heated by a compressor, which avoids the use of high-quality steam at high pressure. The study used installations with and without variable pressure, as well as a large number of different traps for extractables. Genetic algorithms were used to select the optimal column design. As a result, economic and environmental indicators have improved significantly. The alternative extractive distillation process provided a 24.08% reduction in annual costs and a 48.33% reduction in CO₂ emissions compared to the conventional extractive distillation process. Compared to the existing extractive distillation

process with variable integrated heat pressure, the new process reduces annual costs and CO₂ emissions by 2.90% and 22.36%, respectively.

In addition, the work [3] investigates the process of identifying dynamics based on an artificial neural network and designing a neural network controller for a continuous rectification column. In this study, a non-linear autoregressive neural network model based on the equation with exogenous input was proposed for the multiple input and output process to improve the model accuracy, speed and reliability of the control system. For example, a practical study was conducted on a simple laboratory distillation column. Also given are the results: The initial mean squared error values of 2.73E-05 and 1.26E-04 were lower for the forward and inverse models. This proposed control method has been applied to control both condition changes and disturbance changes, and in each case it is contrasted with the traditional proportional-integral-derivative technique. The integrated and integrated squared errors for the proposed control were 0.1603 and 2.32E-03, respectively, while for the PID control, these performance indices were 0.7822 and 8.67E-03, respectively, for tracking the setpoint in the upper composition. . Similarly, for bottom matching during set point tracking and denoising, these performance figures were also lower for the guided neural network scheme. Simplified scheme is demonstrated on figure 1.

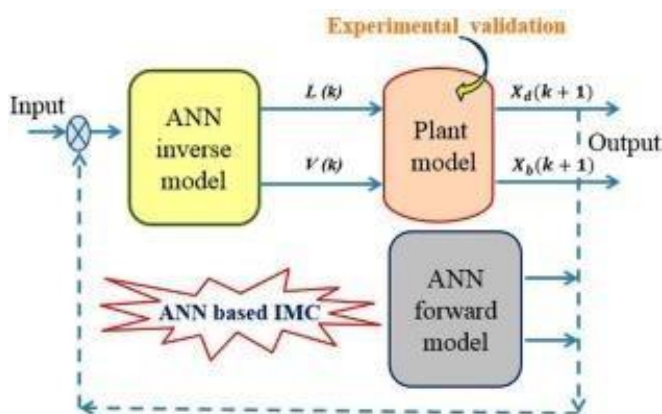


Figure 1 – Simplified scheme of neural network

Summarizing the above articles, it can be stated that the existing methods of rectification and design of rectification columns are economically and environmentally effective. These methods primarily demonstrate high energy efficiency along with more traditional methods of rectification and design of rectification columns, while using fewer resources for maintenance, reducing the material intensity per unit of production. In addition, these studies demonstrate the possible potential for optimization of the rectification and distillation processes for the modernization of the account of control circuits and schemes, which significantly reduces the possibility of serious errors in the control system, primarily for the account of the use of modern technologies in the form of artificial neural networks.

In general, all of the above demonstrates the potential for modernization in the rectification process and increasing its relevance for modern production.

References:

1. Yang Yuan, Linlin Zhang, Gade Pandu Rangaiah, Guochao Wang, Xing Qian, Lakshminarayanan Samavedham, Design and optimization of compound distillation sequences comprising simple distillation and dividing-wall columns using genetic programming, Chemical Engineering Science, Volume 291, 2024, 119950, ISSN 0009-2509,

<https://doi.org/10.1016/j.ces.2024.119950>

2. Jiyan Liu, Mengru Dong, Junyao Ren, Yang Wu, Jie Kong, Guanghao Wan, Lanyi Sun, Comparative optimal design and effective control of different pressure extractive distillation for separating acetone - Methanol, Separation and Purification Technology, Volume 301, 2022, 121936, ISSN 1383-5866,

<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.121936>

3. Desta Getachew Gizaw, Selvakumar Periyasamy, P. Senthil Kumar, Elias M. Salilih, Zinnabu Tassew Redda, Karthik Velusamy, Gayathri Rangasamy, Artificial neural network based identification of process dynamics and neural

**Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"**

network controller design for continuous distillation column, Sustainable Energy
Technologies and Assessments, Volume 57, 2023, 103168, ISSN 2213-1388,
<https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103168>

MARKET OF THERMOPLASTIC PIPES IN UKRAINE

Postgraduate Student Hryhorii PODYMAN,

Associate Professor, Ph.D. Oleksandr SEMINSKII

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

ABSTRACT: *analyzed the market of polymer pipes in Ukraine during the war period.*

KEYWORDS: POLYMER PIPE, PLASTIC PIPE MARKET, DEMAND FOR THERMOPLASTIC PIPE

РИНОК ТРУБ З ТЕРМОПЛАСТИВ В УКРАЇНІ

аспірант Подиман Г.С, доцент, к.т.н., Семінський О.О.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

АНОТАЦІЯ: *проаналізовано ринок полімерних труб в Україні у воєнний період.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОЛІМЕРНА ТРУБА, РИНОК ПЛАСТИКОВИХ ТРУБ, ПОПИТ НА ТРУБИ З ТЕРМОПЛАСТИВ

Nowadays, polymer-material products have flooded the market and every year the number of manufactured products is increasing. As an example, during the period 2017-2018, the market of polypropylene and polyethylene pipes increased by 41.7% [1], and the growth continued until 2022, when, due to the aggression of the Russian Federation, the production of pipes fell by 38% [2]. It should be noted that these data refer to all pipes made from both thermoplastics and metals. Problems in logistics caused these strikes on energy infrastructure facilities, and, as a result, restrictions on electricity supply at the end of 2022.

As a result, pipeline companies had to increase their exports through western border crossings and European seaports. This led to an increase in logistics costs by 2-3 times and affected the cost price of pipe products [2].

However, starting from the end of 2022 and in 2023, respectively, the situation improved. If we look at the dynamics of the growth of pipe production in the six largest pipe enterprises, it is on average 32.6%, although in some it is more, in some it is less.

According to the results of 2023, the export of pipe products decreased by 11% compared to 2022 - to 356.3 thousand tons. Revenue from the export of pipes for the year decreased by 15% y/y [3]. According to the study [4], only 22.6% of all thermoplastic pipe production accounts for the production of pipes made of polymers (Figure 1).

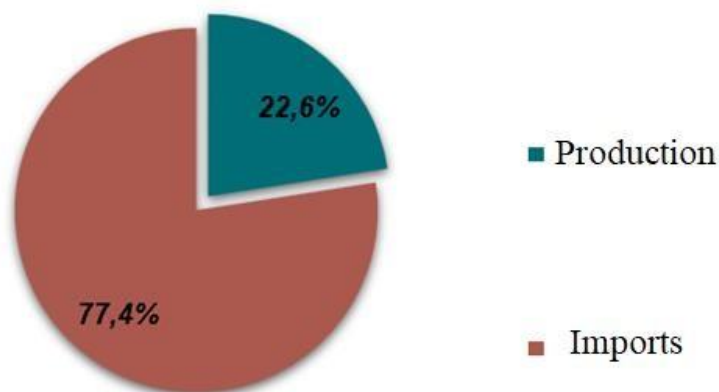


Figure 1 – the origin of products on the market of plastic pipes for April-August 2023 in natural indicators, % [4]

During the investigated period, the working conditions in the market of plastic pipes in Ukraine had the following features [4]:

- Transport. After the beginning of the Great War and the blockade of sea transportation, the supply of goods to the market of plastic pipes in Ukraine began to take place mainly by road transport. This tied the logistics costs of the market subject to the dynamics of the price of motor fuel and the wages of drivers;

- Warehouses. In the central and northern regions of the country, rent prices for warehouses decreased significantly due to a drop in business activity. The demand for storage space has moved along with the relocation of companies to the west of Ukraine. Accordingly, rental rates for warehouses in the western border regions have increased.

The production analysis of the market of plastic pipes in Ukraine made it possible to compile the cost structure of products of domestic origin [4].

The cost of raw materials, which are almost all imported, takes the main share in the production price of the plastic pipe market in Ukraine. Thus, the raw material component is affected by the same price factors as the finished imported goods of the plastic pipe market in Ukraine [4].

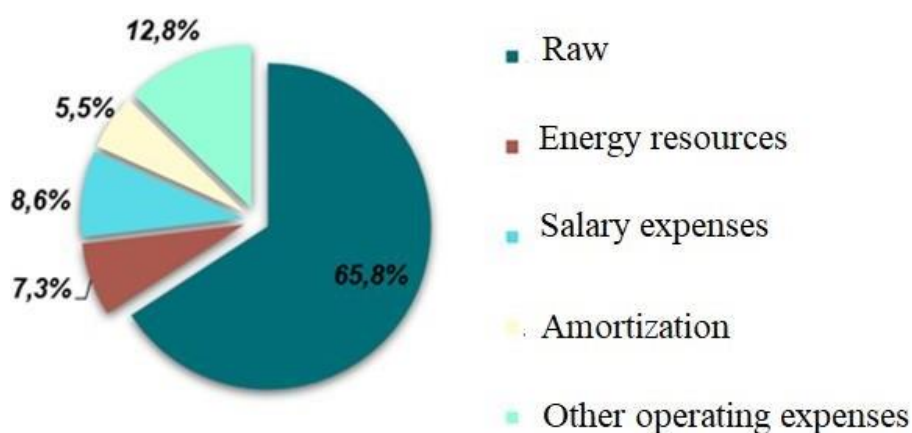


Figure 2 – the structure of the cost of production of plastic pipes on the market, % [4]

Other segments of the value of products produced on the market of plastic pipes in Ukraine are:

- Configuration, size, and other technical characteristics of the product; the most expensive – strong pipes with thick walls;

- Production technology is used, the need to involve auxiliary equipment, the complexity of the technical process during the production of non-typical products;

- Price maneuvers of competitors occupying significant market shares; their prices can become the framework for the business sector.

The main reason for the increase in the size of the plastic pipe market is the need for pipelines in the construction industry and in the field of wastewater management, especially now, when it is necessary to restore what was destroyed by the forces of the Russian Federation.

The market of plastic pipes in Ukraine exists at the expense of potential consumers. At the same time, the specifics of the products require the availability of capacities to provide the widest possible choice and fill niche segments. The market is characterized by the sale of a large number of goods, which are sold only when they are needed. For the development of the industrial sector, priority investments in the real sector of the economy are important, which are mostly carried out on the domestic direct investment market by domestic companies and organizations. Investments by foreign investors make up a small share of the total investment portfolio. The main priority investment vectors in Ukraine are agriculture, construction, and industry, in which plastic pipes are widely used.

Conclusion: The analysis of the plastic pipe market shows the investment potential and, accordingly, the improvement of production capacities.

References:

1. Radchenko, H. & Teslia, O. (2019). Development Trends in The Pipe Market of Ukraine. *Modern Economics*, 18(2019), 152-157. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V18\(2019\)-23](https://doi.org/10.31521/modecon.V18(2019)-23).

2. PRODUCTION OF PIPES IN UKRAINE FELL BY 38% YOY. IN 2022 URL: <https://gmk.center/ua/infographic/vyrobnytstvo-trub-v-ukraini-vpalo-na-38-r-r-u-2022-rotsi/> for 04/10/2024

3. PRODUCTION OF PIPES IN UKRAINE INCREASED BY 10.2% YOY. In 2023 URL: <https://gmk.center/ua/infographic/vyrobnytstvo-trub-v-ukraini-zroslo-na-10-2-r-r-u-2023/> for 04/10/2024

4. The market of plastic pipes in Ukraine: current price factors URL:
<https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-plastikovyh-trub-v-ukraine-tekushie-cenovye-factory> for 04/10/2024

STATIC MIXERS FOR EMULSIFICATION

Assistant Kosenko V.V.; Assistant Byshko M.A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація. У цій тезі досліджується використання статичних мішалок для емульгування - процесу, який створює суміші незмішуваних рідин. Ми обговорюємо принципи роботи статичних мішалок, їхні різні типи, а також переваги та недоліки, які вони мають порівняно з іншими методами змішування. Крім того, представлені фактори, які слід враховувати при виборі статичної мішалки для емульгування. Нарешті, підкреслено широке застосування статичних змішувачів у різних галузях промисловості..

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕМУЛЬГУВАННЯ, СТАТИЧНІ МІШАЛКИ, ПЕРЕМІШУВАННЯ, ТУРБУЛЕНТНІСТЬ, РОЗМІР КРАПЕЛЬ.

Summary. This thesis explores the use of static mixers for emulsification, a process that creates mixtures of immiscible liquids. We discuss the principles of operation for static mixers, their various types, and the advantages and disadvantages they offer compared to other mixing methods. Additionally, factors to consider when selecting a static mixer for emulsification are presented. Finally, the broad applicability of static mixers across different industries is highlighted..

KEYWORDS: EMULSIFICATION, STATIC MIXERS, MIXING, TURBULENCE, DROPLET SIZE

Introduction: Emulsification is an important process in many industries, including food, pharmaceutical, cosmetic, chemical, and oil and gas. Static mixers are becoming increasingly popular for emulsification due to their numerous advantages, such as the absence of moving parts, low operating costs, and compact size.

Principles of operation:

Static mixers work by creating turbulent flow in the liquid. This turbulent flow breaks up the droplets of one liquid into smaller droplets, which are then distributed throughout the other liquid. There are two main types of static mixers:

- Geometry change mixers: These mixers have a complex channel geometry that changes the direction of the liquid flow, creating turbulence.
- Insert mixers: These mixers have an insert that is placed in the liquid stream and generates turbulence.

Types of static mixers:

There are many different types of static mixers, each with its own advantages and disadvantages. Some of the most common types of static mixers include:

- Cross-flow mixers: These mixers use two or more liquid streams that intersect at an angle, creating turbulence.[1]
- Spiral channel mixers: These mixers have spiral channels that cause the liquid to rotate, creating turbulence.[2]
- Sharp edge insert mixers: These mixers have an insert with sharp edges that break up the liquid droplets into smaller ones.[3]

Advantages of static mixers:

Static mixers have a number of advantages over other types of mixers, including:

- Absence of moving parts: This makes them more reliable and less prone to wear and tear.
- Low operating costs: They do not need to be lubricated or serviced as often as other types of mixers.
- Compact size: They can be easily installed in tight spaces.
- Flexibility: They can be used to emulsify a wide range of liquids.

Disadvantages of static mixers:

Static mixers also have some disadvantages, including:

- Can be more expensive than other types of mixers.
- Can generate more noise than other types of mixers.
- May not be effective for emulsifying highly viscous liquids.

Selecting a static mixer:

When selecting a static mixer for emulsification, there are a number of factors to consider, including:

- **Type of emulsion:** There are two main types of emulsions: oil-in-water (O/W) and water-in-oil (W/O) emulsions. Static mixers designed for one type of emulsion may not be effective for the other type.

- **Liquid properties:** The viscosity, density, and surface tension of the liquids to be emulsified will affect the selection of the static mixer.

- **Emulsion droplet size:** The size of the emulsion droplets is an important factor that affects the stability of the emulsion. Static mixers can be designed to create emulsion droplets of different sizes.

- **Throughput:** The throughput of the static mixer is the amount of emulsion it can produce per unit time.

- **Pressure:** The pressure at which the static mixer will be operated will affect its selection.

- **Cost:** The cost of static mixers can vary depending on their type, material, and size.

Conclusion: Static mixers are an effective and versatile tool for emulsification. They have a number of advantages over other types of mixers, including the absence of moving parts, low operating costs, and compact size. Static mixers are used in a wide range of industries, including food, pharmaceutical, cosmetic, chemical, and oil and gas.

References:

[1] Static mixers for emulsification: A review <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263876221004779>

[2] Selecting a static mixer for emulsification <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263876221004779>

[3] Applications of static mixers for emulsification in the food industry <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876213002906>

SIMULATION OF CYCLONES FOR CAPTURE OF HIGHLY DISPERSED PARTICLES AND WATER VAPOR

Graduate student Dmytruk Andriy Dmytruk, Ph.D.,
associate professor Andriy Stepaniuk

**National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute"**

Abstract: For the capture of water vapor and finely dispersed solid particles, it is proposed to capture highly dispersed solid emissions with preliminary condensation and capture of water vapor from emissions containing 5-7% (wt.) of water, which will allow to reduce the costs of post-treatment of emissions and increase the level of environmental safety in production . Numerical modeling of the capture of solid highly dispersed emissions by the inertial method in the centrifugal field was carried out, with subsequent confirmation of the results by a stimulation experiment.

Keywords: CYCLONE, PARTICLES, STEAM, MODERNIZATION, SIMULATION EXPERIMENT.

МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛОНІВ ДЛЯ ВЛОВЛЕННЯ ВИСОКОДИСПЕРСНИХ ЧАСТИНОК ТА ВОДЯНОЇ ПАРИ

аспірант Дмитрук А.В., к.т.н.. доцент Степанюк А.Р.

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

Анотація: Для вловлювання водяної пари та дрібнодисперсних твердих частинок пропонується проведення вловлювання твердих високодисперсних

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
викидів з попередньою конденсацією і вловлюванням водяної пари з викидів, що містять 5-7% (мас.) води, що дозволить зменшити витрати на доочистку викидів та підвищити рівень екологічної безпеки на виробництві. Проведено чисельне моделювання вловлювання твердих високодисперсних викидів інерційним способом в полі відцентрових з наступним підтвердженням результатів стимуляційним експериментом.

Ключові слова: ЦИКЛОН, ЧАСТИНКИ, ПАРА, МОДЕРНІЗАЦІЯ, СИМУЛЯЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ.

In modern conditions, the creation of innovative equipment for chemical technology implies the undisputed fulfillment of environmental safety conditions. First of all, this applies to industrial productions, which in the technological cycle use the processes of drying dispersed materials in devices with a fluidized bed. The use of such equipment for dehydration and granulation processes in the production of organo-mineral fertilizers provides a thermal coefficient of heat utilization of more than 50%. However, in this case, together with the spent coolant, a significant amount of water vapor and solid particles of 2-30 μm size enter the cleaning stage. Therefore, there is a need to remove the vapor and solid phase from gas emissions and return them to the technological cycle. This approach will allow solving the problem of reducing man-made pressure in the form of gas emissions, eliminating industrial effluents and increasing the resource efficiency of the technology as a whole.

The purpose of the article is the analysis of the methods and hardware design of the processes of capturing highly dispersed particles and water vapor and directions of modeling the operation of these devices.

Presenting main material. There is a significant number of types of hardware design for the separation of gas-dust and gas-liquid flows. The most common are dry and wet vacuum cleaners.

Dry devices include: mechanical devices (sedimentary, inertial, and centrifugal) and filtering devices (fiber, fabric, and granular). Wet devices include washers (nozzle, scrubber, and dynamic) and liquid-film (dynamic, centrifugal, and shock-inertial).

Cyclone SK-ЦН-33 is proposed to be swept to capture highly dispersed dust and water vapor

Consider a physical model for the process of cleaning solid particles and water vapor (Figure 1).

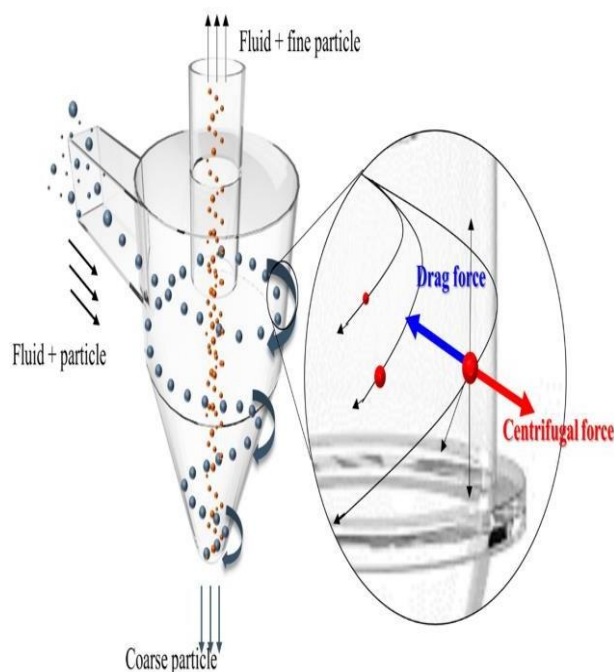


Figure 1 – Physical model

A gas stream containing 50% water vapor is fed into the cyclone at the inlet. Centrifugal force acts on the solid particles in the cyclone, which forces them to move towards the walls of the cyclone, where they, in turn, descend into the dust collector under the influence of gravity. The purified gas leaves the cyclone. Since the gas contains water vapor at the inlet, it must be condensed during the capture process. To do this, I suggest using two cyclones, the placement scheme is shown in Figure 2.

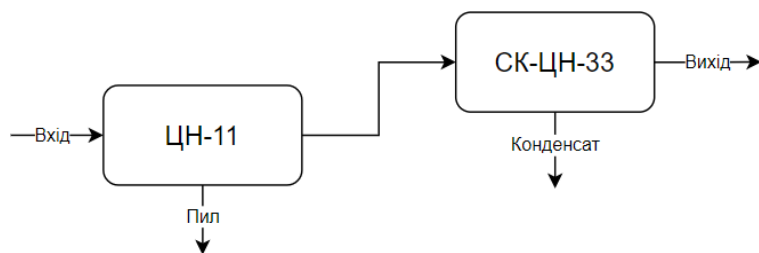
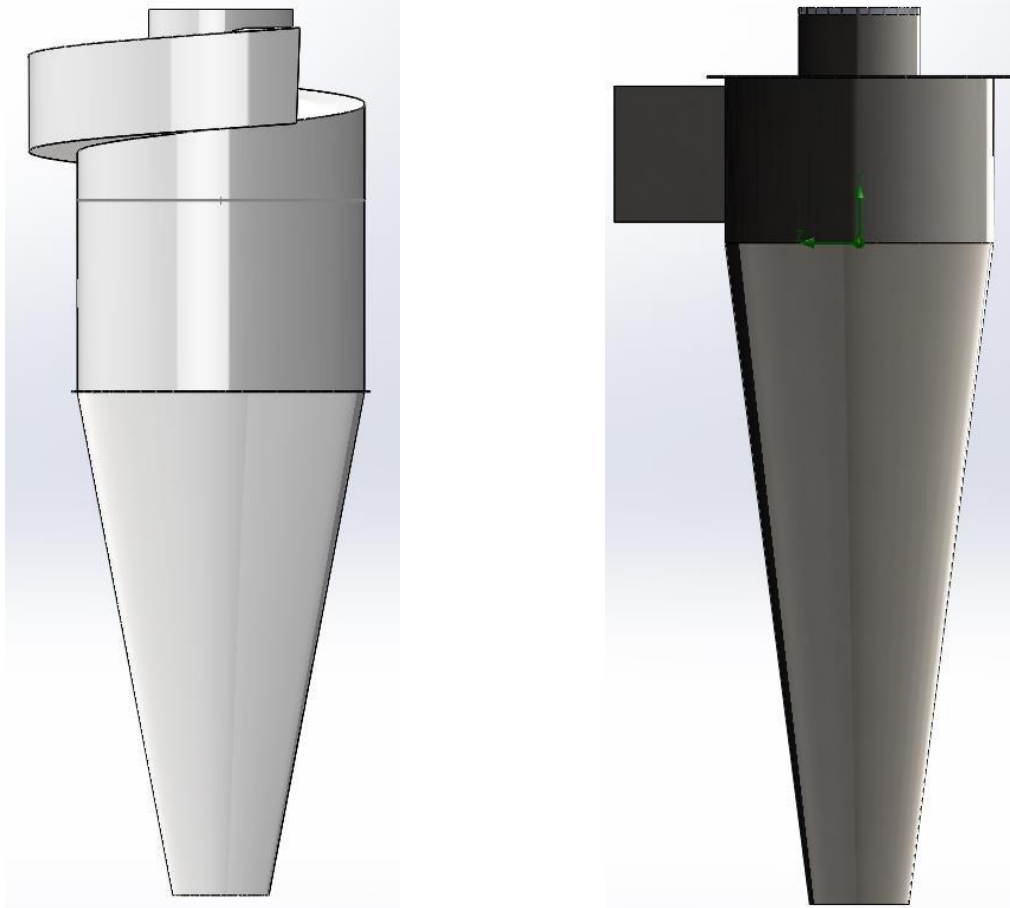


Figure 2 – Scheme of cyclones

Cyclone ЦН-11 has low costs and is suitable for preliminary cleaning of the gas stream. After that, the flow will enter the cyclone СК-ЦН-33, where water vapor will condense and solid particles with a smaller diameter will be captured. For condensation, it will be necessary to cool the flow to a lower temperature, for this, condensers will be placed on the sides of the cyclone.

The SolidWorks program was used to simulate the operation of the ЦН-11 and СК-ЦН-33 cyclones.

Models of cyclones ЦН-11 and СК-ЦН-33 were developed, shown in Figure 3.



a)

b)

Figure 3 – Cyclone ЦН-11(a) and cyclone SK-ЦН-33 (б)

The simulation of the gas flow was carried out in the SolidWorks program, shown in Figure 4.

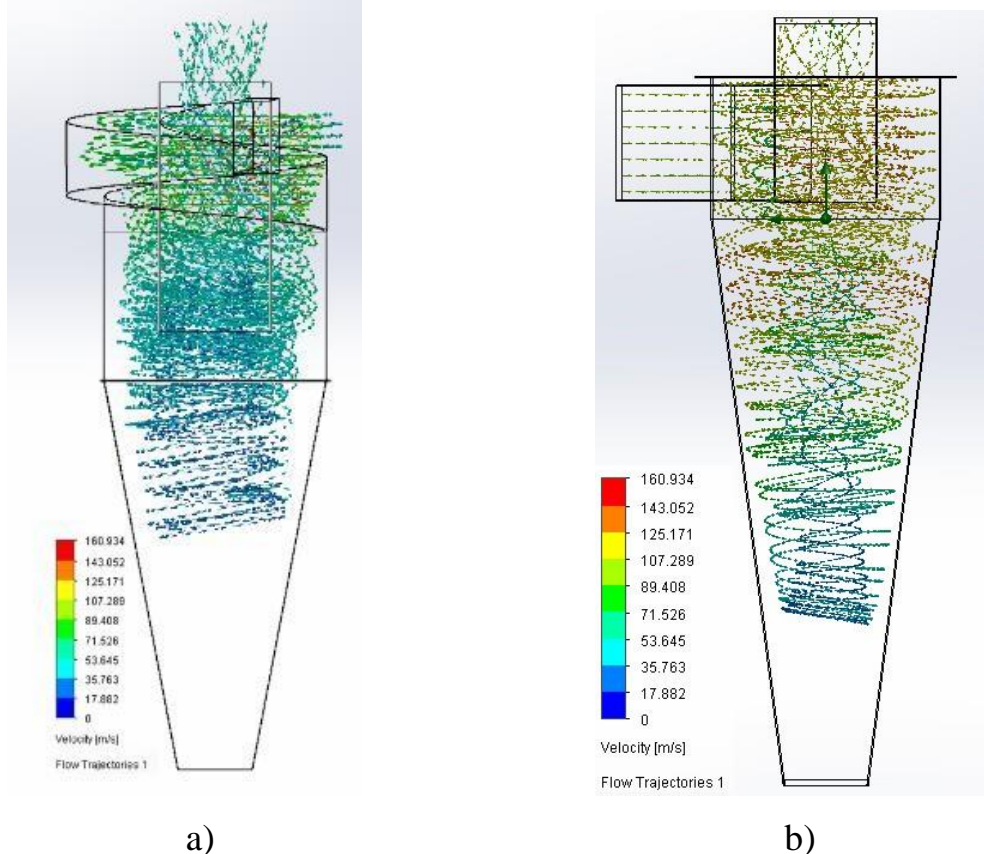


Figure 4 – Simulation of gas flow in a cyclone
ЦН-11 (a) and SK-ЦН-33 (б)

From Figure 6, it can be concluded that the speed in the ЦН-11 cyclone is lower than in the ЦН-ЦН-33, therefore, the capture efficiency in the ЦЦ-ЦН-33 is higher, since the speed is higher there. The conducted simulation experiment confirms the choice of cyclones: ЦН-11 for catching solid particles, and SK-ЦН-33

The goal of further research is to model the process of condensation of water vapor and the complex capture of condensed water vapor with finely dispersed dust.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF A MIXER APPARATUS FOR TRANSFORMER OIL REGENERATION SETUP

Ph.D. Husarova O.^{1,2}, Ph.D. Dakhnenko V.², master Rybytva R.V.¹

¹NTUU «I. Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

²Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ABSTRACT: *The work examines various types of devices with mixing devices, a patent search has been conducted. Based on the analysis of scientific and technical literature, the choice of a mixer apparatus and the type of mixing device is justified. A description of the construction and principle of operation of the selected apparatus is provided.*

KEY WORDS: *TRANSFORMER OIL, REGENERATION, MIXER APPARATUS, MODERNIZATION.*

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ АПАРАТУ З МІШАЛКОЮ УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ОЛИВИ

к.т.н. Гусарова О. В.^{1,2}, к.т.н. Дахненко В.Л.², магістр Рибитва Р. В.¹

¹ НТУУ "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

² Інститут технічної теплофізики НАН України

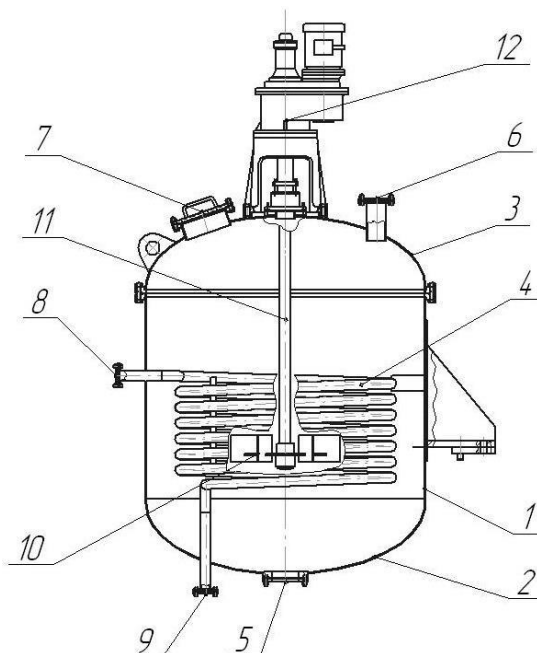
АНОТАЦІЯ: *у роботі розглянуто різні типи апаратів з перемішувачами, зроблено патентний пошук. На підставі проведеного аналізу науково-технічної літератури обґрунтовано вибір апарату з мішалкою та тип перемішувача. Дано опис конструкції та принцип роботи обраного апарату.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ТРАНСФОРМАТОРНА ОЛИВА, РЕГЕНЕРАЦІЯ, АПАРАТ З МІШАЛКОЮ, МОДЕРНІЗАЦІЯ.*

Regeneration allows you to extend the life of transformer oil, reducing the need for new oil and, accordingly, reducing the costs of purchasing and disposing of old oil, and also contributes to reducing the amount of waste and the need to remove old oil, which reduces the negative impact on the environment. Due to the increase in productivity and service life of transformers, regeneration can lead to a reduction in the costs of repair and replacement of equipment [1-2].

The disadvantage of transformer oil regeneration installations is the need for specialized equipment.

The project is developing an apparatus with a mechanical stirring device. Let's choose a vertical device for design, Figure 1.



1 – body; 2 – bottom; 3 – cover; 4 – coil; 5 – suspension outlet connector; 6 – inlet fitting for oil, water and clay; 7 – hatch; 8 – inlet fitting per pair; 9 – outlet fitting per pair; 10 – stirrer; 11 – shaft; 12 – engine with a gearbox

Figure 1 – The structure of the turbine mixer on the axis of the cantilever shaft of the gear motor

The device is designed for the formation of a suspension from industrial (transformer) oil, bleaching clay and water of a given temperature [2]. The mixer is a vertical cylindrical container with a conical bottom, a tap for draining the residue and a lid with a hinged part. Inside the stirrer is a device that stirs and a steam coil for heating the oils.

Apparatus with stirring devices have three main parts: agitator, shaft and drive. The mixer is the working element of the device fixed on a vertical, horizontal or inclined shaft. The drive can be made either directly from the electric motor (for high-speed mixers), or through a reducer or V-belt transmission. The apparatus works as follows: oil, clay and water are fed into the inner space of the apparatus through the fittings 6. At the same time, the stirrer 10 on the shaft 11 mixes the mixture to form a suspension heated by the coil 4 to a given temperature. The suspension comes out through fitting 5.

In the mixer, the oil is heated to 80 °C (353 K) by steam passing through the coil 4. The heated steam moves in the coil 4, which forms a heating surface. The heat exchanger is equipped with a thermometer, which is used to monitor the normal operation of the device.

The main body of the apparatus is the stirring device 10. The rotational movement to the mixer is transmitted through the shaft 11 from the drive 12 of the stirring device.

The selection of the optimal mixing device is critical in many industrial processes where efficient mixing of liquids or mixtures is required. We justify the choice taking into account the types of mixers, their features and constituent parts. Let's consider the types of stirrers and their features [3].

Paddle mixers. Are the simplest in design. These are flat blades installed on a shaft (vertical) at an angle or perpendicular to the direction of movement. Paddle mixers are used to mix low-viscosity liquids [3].

Propeller mixers. These stirrers use a propeller to create a flow of liquid and mix the components. They are often used in open tanks and some chemical processes [3].

Turbine mixers. These agitators use the motion of paddles attached to a shaft to create a stirring effect. They can be radial, axial or combined. Turbine agitators are very effective in working with relatively viscous media and with large volumes of tanks [3].

Based on the above analysis, we will use a turbine mixer on the axis of the cantilever shaft of the gear motor as a stirring device. The diagram of the operation of the turbine mixer is shown in Figure 2.

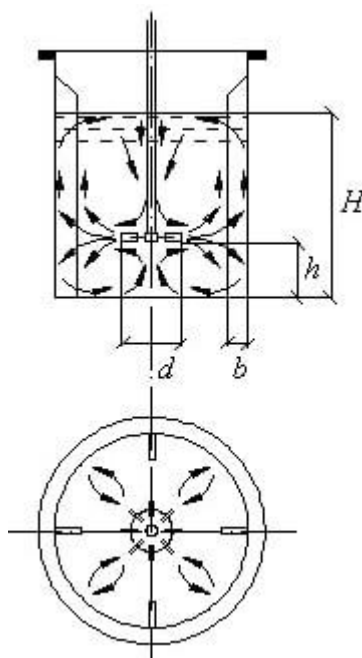


Figure 2 – Scheme of operation of the turbine mixer

A turbine agitator located on the cantilever shaft axis of the gear motor is an attractive option in terms of efficiency, reliability and ease of control.

The choice of a turbine agitator on the axis of the cantilever shaft of the gear motor is justified by its high efficiency, reliability and ease of control. This type of stirrer is ideal for industrial processes where it is important to ensure uniform mixing of liquids or mixtures in large tanks or reactors.

A patent study was conducted to find devices that have the most similar operating principle to the device being developed in order to modernize it. A patent search made it possible to identify a number structures, the descriptions of which are given below, to compare objects and check the patent purity of the developed structure.

The author [4] proposed a useful model of the stirrer, which includes a device body and a circulation regulating device that is used to adjust the stirring position and adjust the stirring angle, a water spray cleaning device that is used to clean the inner wall, located on the inside of the device body, residues in a mixer can be completely cleaned. The device improves mixing by changing the mixing angle.

The authors [5] proposed a useful model, the advantage of which is the improvement of mixing efficiency, the ability to adjust the distance between the impellers. The mixing device adapts to different volumes of material processing, the flow down increases and the mixing power decreases.

Conclusions: on the basis of the conducted literature search, the choice of the apparatus and the stirring device was substantiated, the structure and principle of operation of the apparatus were described.

Based on the conducted patent analysis, it is planned to modernize the apparatus with a stirring device and conduct a simulation experiment in the SolidWorks environment.

References

1. Chervinsky T. I. Regeneration of used motor oils in the presence of urea / Chervinsky T. I., Hryshiny O. B., Korchak B. O. // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic" "Chemistry, technology of substances and their application" . – 2015. – No. 812.–S. 158–163.
2. Shashkin P. I., Bry I. V. Regeneration of spent petroleum oils. Kind. the second - Chemistry, 1970. - 304 p., illustrations.

3. Processes, apparatuses, and equipment of biotechnological productions-2. Laboratory workshop [Electronic resource]: textbook for students of specialty 162 "Biotechnology and Bioengineering" of the educational program "Biotechnology" / Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; compiled by: L.I. Ruzhynska, M.V. Shafarenko, O.V. Vorobyova. – Electronic textual data (1 file: 1.40 MB). – Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2020. – 66 p.

4. Patent CN220425202 (U), 01F27/96; B01F35/11; B01F35/42, Frame type stirrer for chemical industry, CHEN CONG; YANG DAWEI; SUN LI; WEI LIHUA;DONG QI; QI HONGKUN // https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20240202&CC=CN&NR=220425202U&KC=U

5. Patent CN220405280 (U), B01F27/112; B01F27/191; B01F27/90; B01F35/32, Axial flow type stirrer, DONG JIASHUN. // https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20240130&CC=CN&NR=220405280U&KC=U

**АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ В ПРОВІДНИХ ТЕМАТИЧНИХ ЖУРНАЛАХ,
ЩОДО ВПЛИВУ СПЕЙСЕРІВ НА ХІД МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ**

студент Ясеньчук В.В., доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ABSTRACT: These theses discuss the progress in the development of spacers and their impact on various baromembrane processes in recent years. Through the analysis of publications in several leading journals dedicated to this field, a significant growth of interest is investigated, as reflected in the graphs.

KEY WORDS: spacer, membrane processes, membrane processes, reverse osmosis.

Баромембранні процеси мають своєю основою явище осмосу, яке включає самовільне проникнення розчинника через мембрану до досягнення рівноваги. Зворотній осмос широко використовується на етапі концентрування, особливо в системах водопідготовки, хімічній, харчовій, біотехнологічній та інших галузях промисловості. Для поліпшення ефективності зворотного осмосу використовують спейсери.

Спейсер – це спеціальні сіточки, які розміщують між двома шарами мембран в зворотному осмосі. Завдяки спейсерам збільшується проникність мембрани для води та зменшується її проникність для інших молекул.

Необхідно підкреслити, що вплив спейсерів на ефективність зворотного осмосу залежить від їх властивостей та умов експлуатації зворотного осмосного модуля. У загальному випадку, спейсери можуть підвищувати ефективність зворотного осмосу, збільшуючи проникність мембрани для води та зменшуючи затримку солей. Однак, в деяких випадках, спейсери можуть негативно впливати на ефективність зворотного осмосу, наприклад, якщо вони занадто великі або занадто щільно розташовуються

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" між мембранами. Таким чином, дослідження, щодо спейсерів є критично важливим інструментом у цій галузі.

У цьому дослідженні був проведений аналіз великої кількості статей, які були опубліковані між 2015 і 2023 роками і присвячені дослідженню та впливу спейсерів на зворотній осмос, а саме як впливає форма та розміри спейсерів на гідравлічний опір, забруднення мембрани та інше.

При написанні тез було проаналізовано провідні тематичні журнали, такі як: «Jornal of membrane science», «Desalination» та «Separation and purification technology» та інші.

Інтерес до розглянутої теми лишається на стабільно високому рівні і спостерігається виразна тенденція до зростання цього інтересу Рис.1. Це свідчить про високу актуальність досліджень у цій галузі та постійне зростання інтересу до них з кожним наступним роком.



Рис. 1 - Аналіз публікацій в провідних тематичних журналах за роками



Рис. 2 - Аналіз публікацій в провідних тематичних журналах за темами

Як бачимо з Рис.2 найпоширенішою темою є дослідження впливу спейсерів на барометричні процеси. Аналіз показав, що в майбутньому розвиток проектування і підбору спейсерів буде спрямований на розробку більш точних моделей, що враховують всі важливі фактори, що впливають на баромембранні процеси, розробку моделей, що дозволяють прогнозувати поведінку баромембранних установок в умовах реального виробництва, розробка моделей, що дозволяють оптимізувати роботу баромембранних установок та збільшити продуктивність та якість процесів.

Використання спейсерів мають багато переваг у зворотному осмосі. Вони можуть збільшити продуктивність зворотного осмосу. Спейсери допомагають збільшити швидкість потоку води через мембрану. Це означає, що зворотний осмос може видалити більше води з меншою кількістю енергії. Покращити якість пермеата. Спейсери допомагають зменшити концентрацію домішок у пермеаті. Це означає, що пермеат може використовуватися для більш широкого спектру застосувань. Збільшити термін служби мембрани. Спейсери можуть допомогти захистити мембрану від пошкоджень. Це може

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
призвести до збільшення терміну служби мембрани та зниження витрат на технічне обслуговування.

Розробка та моделювання нових моделей спейсерів для баромембранних процесів вимагає тісної співпраці між вченими з різних областей, таких як фізика, хімія, інженерія та математика.

ВИСНОВКИ. Аналіз показав, що інтерес до використання спейсерів під час моделювання баромембранних процесів не лише зростає, але також набуває все більшої перспективи і має умови для успішного розвитку. З урахуванням цього можна зазначити, що спейсери є перспективним матеріалом для підвищення ефективності зворотного осмосу. Вони можуть використовуватися для розробки нових зворотних осмосних модулів, які будуть більш ефективними та економічними..

Перелік посилань:

1. Journal of Membrane Science | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-membrane-science> (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

2. Desalination | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/desalination> (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

3. Separation and Purification Technology | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/separation-and-purification-technology> (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

4. Journal of Environmental Chemical Engineering | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of->

– Назва з екрана.

5. Chemical Engineering Science | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу:

[https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-](https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-science/vol/282/suppl/C)

[science/vol/282/suppl/C](https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-science/vol/282/suppl/C) и (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

6. Chemical Engineering Research and Design | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: [https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-research-](https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-research-and-design/vol/191/suppl/C)

[and-design/vol/191/suppl/C](https://www.sciencedirect.com/journal/chemical-engineering-research-and-design/vol/191/suppl/C) (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

7. International Journal of Thermal Sciences | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: [https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-thermal-](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-thermal-sciences/vol/187/suppl/C)

[sciences/vol/187/suppl/C](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-thermal-sciences/vol/187/suppl/C) (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

8. Journal of Water Process Engineering | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: [https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-water-process-](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-water-process-engineering/vol/53/suppl/C)

[engineering/vol/53/suppl/C](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-water-process-engineering/vol/53/suppl/C) (дата звернення 02.04.2024) – Назва з екрана.

9. Membranes | Journal | ScienceDirect.com by MDPI [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу:

<https://www.mdpi.com/journal/membranes> (дата звернення 02.04.2024) –

Назва з екрана.

**РЕГУЛЮВАННЯ ДИСТРИБУТИВНОГО ТА
ДИСПЕРГУЮЧОГО ЗМІШУВАННЯ У ДИСКОВОМУ ЕКСТРУДЕРІ**

аспірант Трачук Є. В., к.т.н., доц. Швед М. П.

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

Анотація. Розглянуто механізми дистрибутивного та диспергуючого змішування. Проаналізовано вплив параметрів перебігу процесу екструзії на дистрибутивне та диспергуюче змішування.

Ключові слова: змішування, дистрибутивне змішування, дисперсійне змішування, якість розплаву.

**CONTROLLING THE DISTRIBUTIVE AND DISPERSIVE MIXING
IN A DISC EXTRUDER**

Ph.D. student Trachuk Y. V., Ph. D., associate professor Shved M. P.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract. The mechanisms of distributive and dispersive mixing are considered. The influence of the parameters of the extrusion process on the distributive and dispersive mixing is analysed.

Key-words: mixing, distributive mixing, dispersive mixing, melt quality.

Змішування розплаву є однією з найважливіших операцій при переробці полімерних матеріалів, оскільки саме воно визначає однорідність властивостей у готовому виробі. Залежно від впливу швидкісних полів на дисперсну фазу та межу поділу між компонентами процес змішування розплаву можна поділити на дистрибутивне та дисперсійне змішування

На рисунку 1 [1] наведено механізм дисперсійного та дистрибутивного змішування у полімерній композиції, котра знаходиться у в'язкотекучому стані.

Дистрибутивне змішування – це процес змішування, в якому під впливом потоку виникають деформації, котрі збільшують поверхню розділу компонентів. Важливу роль при цьому відіграє напрямок деформації, оскільки паралельна поверхні розділу деформація не сприяє збільшенню поверхні розподілу фаз, а деформація котра перпендикулярна до поверхні розділу, натомість, є найбільш ефективною. Однак у реальних машинах неможливо контролювати напрямок деформації. Тому важливо створити складні траєкторії току, котрі забезпечать деформацію в усіх напрямках. [1]

Механізм дисперсійного змішування полягає у руйнуванні агломератів наповнювача. В процесі току безперервної фази сили міжфазного натягу намагаються деформувати краплі наповнювача, а сили поверхневого натягу навпаки, направлені на збереження сферичної форми частинок дисперсної фази.

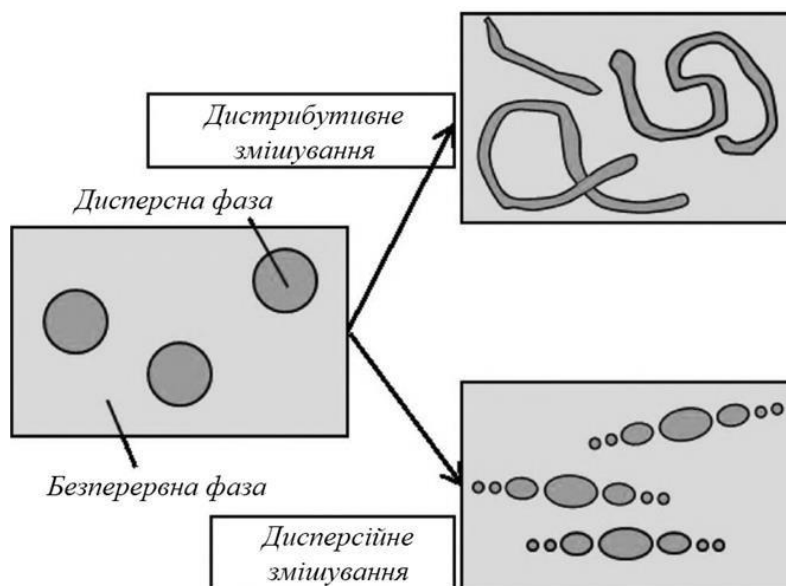


Рисунок 1 – Схема дистрибутивного та дисперсійного змішування в полімерній суміші

Незалежно від їх природи, сили, що з'єднують елементарні утворення в агломерати, характеризують двома показниками: абсолютним значенням і радіусом дії. Для руйнування найпростішого агломерату, що складається з двох елементарних частинок, потрібно, щоб, по-перше, сили в'язкого тертя,

що виникають на його поверхні, були більшими за сили зчеплення частинок і, по-друге, розділені частинки були віддалені одна від одної на відстань, що перевищує радіус дії сил зчеплення. В іншому випадку вони будуть знову агломерувати при зменшенні дії зовнішніх сил.

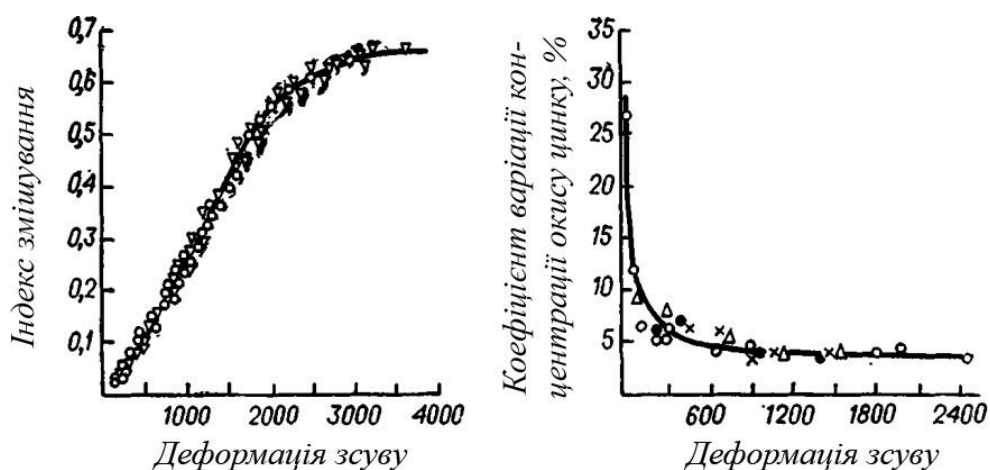
Таким чином, для того аби знайти оптимальні умови диспергування необхідно визначити сили в'язкого тертя, що діють на агломерат, котрий руйнується, та кінцеве положення частинки, котре зумовлює неможливість її подальшого агломерування. З подібного аналізу механізму диспергування видно, що збільшення напружень зсуву завжди сприяє його інтенсифікації. Крім того, для кожної системи існує своє критичне зсувне напруження, нижче якого диспергування не відбувається. Якщо напруження зсуву не набагато перевищують критичне значення, то диспергування поширюється лише на найбільші агломерати зі сприятливою початковою орієнтацією.

Було визначено, що для розпаду краплі ньютонівської рідини в неперервній фазі з ньютонівської рідини в умовах простого зсуву, напруження зсуву неперервної фази, $\eta_M \dot{\gamma}$ має бути більшим за силу натягу на межі розподілу фаз, σ/ρ . Тут $\dot{\gamma}$ - швидкість деформації, ρ - кривизна краплі, а σ міжфазний натяг. Умова руйнування визначається двома безрозмірними числами, що задаються трьома величинами: гідродинамічними напруженнями неперервної фази та краплі та міжфазним натягом. Умова руйнування при простому зсуві визначається за допомогою капілярного числа $C_a = \frac{\eta_M \cdot \dot{\gamma} \cdot \rho}{\sigma}$, а також коефіцієнтом відносної в'язкості η_D/η_M . Було доведено, що розпад агломератів не відбувається в умовах простого зсуву з коефіцієнтом відносної в'язкості більшим від приблизно 5. В умовах простого зсуву, в міру того як збільшуються напруження зсуву, відповідно збільшується швидкість обертання краплі, розпад агломерату при цьому не відбувається. В умовах розтягу-стиску навпаки, розпад агломерату відбувається незалежно від коефіцієнту відносної в'язкості і при значенні капілярного числа, що менше за відповідне в умовах простого зсуву. Це

пояснюється тим, що в потоці розтягу-стиску обертання краплі відбувається не так активно, тому напруження працює над розпадом агломератів більш ефективно. Проте, отримати високу швидкість деформації в потоці розтягу-стиску зазвичай дуже складно, тому наразі обладнання проєктується з метою реалізувати високі напруження та ефективно перекачувати матеріал в область їх дії.

Оскільки і швидкість зсуву, і напруження зсуву завжди присутні у потоці, то дистрибутивне і дисперсійне змішування відбуваються одночасно. У всіх випадках змішування є результатом впливу механічного поля на матеріал, що знаходиться в робочому об'ємі змішувача.

Критерії якості змішування спочатку істотно залежать від деформації зсуву, але потім настає своєрідне насичення. Після того як досягається оптимальне значення деформації зсуву, подальше її збільшення не впливає на критерії, хоча їхнє значення і не досягає величини, що відповідає отриманню ідеальної суміші. Так, значення оптимальної деформації зсуву при змішуванні на вальцях (рисунок 2 а) становить 2100-2200, тоді як для гумозмішувача закритого типу (рисунок 2 б) 800-1300.



а

б

Рисунок 2 – Вплив деформації зсуву на індекс змішування полімерних сумішей отриманих на валкових машинах (а) та роторних змішувачах (б)

Ступінь диспергування однозначно визначається роботою диспергування і не залежить від температури та швидкості деформації (рисунок 3). За будь-яких параметрів режиму змішування оптимальний ступінь диспергування досягається за енергії 1,2-1,5 МДж/м³. При підвищенні температури, що супроводжується зниженням зсувних напружень, зростає деформація, необхідна для досягнення заданого ступеня диспергування. Так, за 80°C оптимальний ступінь диспергування забезпечується вже за $\gamma \geq 2000$. Підвищення температури до 100°C викликає необхідність збільшення деформації до 3240. Варто зазначити, що згідно з теорією ламінарного змішування, значення коефіцієнта однорідності практично не залежить від зсувних напружень, і максимальна однорідність досягається при деформації $\gamma \geq 2100$ [2, с. 23; 3, с. 135] за будь-якої температури (рисунок 4).

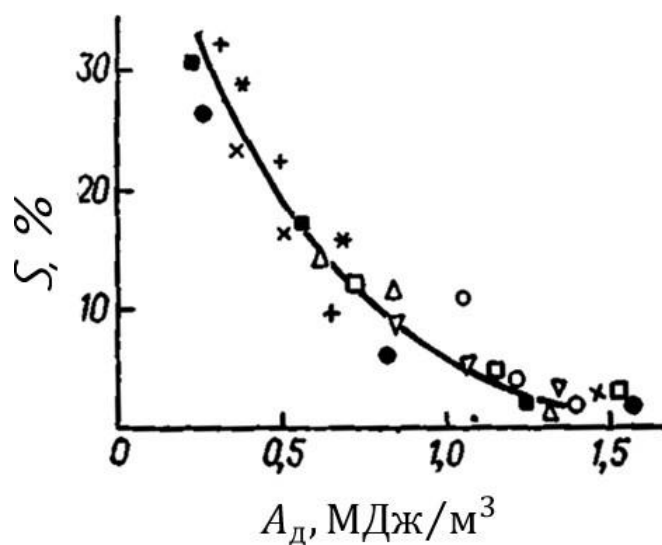


Рисунок 3 – Залежність площі S , що зайнята агломераціями часточок технічного вуглецю (дистрибутивне змішування), від роботи диспергування A_d при $\dot{\gamma} = 0,6 \text{ с}^{-1}$ і температурах 60 (+), 80 (■) і 100 °C (*); при $\dot{\gamma} = 3,54 \text{ с}^{-1}$ і температурах 60 (Δ), 80 (▽) і 100 °C (□); при $\dot{\gamma} = 6,0 \text{ с}^{-1}$ і температурах 80 (●), 100 °C (×).

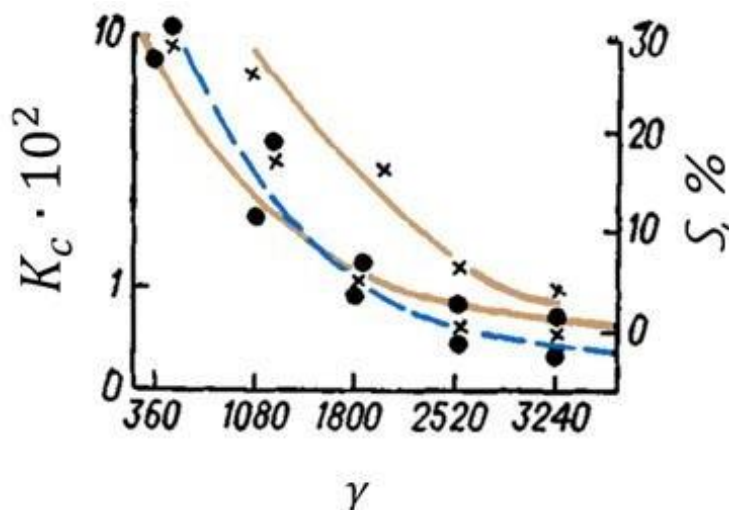


Рисунок 4 – Вплив тривалості змішування при 80 (●), 100 °C (X) на ступінь диспергування (—) та коефіцієнт неоднорідності (—)

Перелік посилань:

1. Kajiwara, Toshihisa & Nakayama, Yasuya. (2011). Capturing the Efficiency of a Melt-Mixing Process for Polymer Processing. JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING OF JAPAN. 44. 831-839. 10.1252/jcej.11we081.
2. Смешение полимеров/ Богданов В. В., Торнер Р. В., Красовский В. Н., Регер Э. О. — Л.: Химия, 1979. — 192 с., ил.
3. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Інжиніринг пакування та пакувального обладнання» спеціальності 131 «Прикладна механіка» та «Інжиніринг обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / І. О. Мікульонюк. 2-ге вид., переробл. та доповн. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 7,21 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — 292 с. — Бібліогр.: с. 287–288.

IMPROVEMENT OF THE MIXING PROCESS DURING VIBROEXTRUSION OF FIBER CONCRETE PRODUCTS

Anastasiia Dovhopol, Igor Andreiev

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. A review of recent studies on improving the process of mixing the components of the mixture during vibroextrusion of fibre-reinforced concrete products is made.

Key words: mixing, vibroextrusion, fiber concrete.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІШУВАННЯ ПРИ ВІБРОЕКСТРУЗІЇ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

студентка Анастасія Довгопол, к.т.н., доц. Ігор Андреев

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Анотація. Зроблено огляд останніх досліджень з удосконалення процесу перемішування компонентів суміші при віброекструзії фібробетонних виробів.

Ключові слова: перемішування, віброекструзія, фібробетон.

The process of mixing the components of the mixture affects the physical and mechanical properties and appearance of the products to be formed.

An important advantage of vibroextrusion mixing is the ability to use a low water-cement ratio of the mixture. It is known that excess water that does not react with cement increases the porosity of concrete, reducing its density and strength.

This is more pronounced for fibre-reinforced concrete than for conventional concrete.

Compared to conventional mixing, mixing in a vibrating field allows for the introduction of more fibre reinforcement into the mixture without clumping, significantly disperses the structure of the cement stone, crushing the crystals of its newly formed elements. It increases the number of crystallisation centres, accelerates the process of structure formation and strength growth, reduces the duration of thermal wet processing of fibre-reinforced concrete, and improves its physical and mechanical properties.

Laminar convective mixing takes place in the process of vibroextrusion. Vibroextrusion laminar shear flow is carried out under the influence of hydrostatic pressure of the mass as a result of thixotropic reduction of the composition's viscosity.

The quantitative criterion for laminar mixing is the degree of increase in the interface area between the components, which in turn depends on the total deformation and initial surface orientation.

The central part of the channel of a traditional mixing vibroextruder is characterised by a low level of shear deformation and, accordingly, poorer mixing, which indicates that a single passage of the mass through the vibroextruder is not sufficient for high-quality mixing of the entire volume of material (especially for a large amount of fibre reinforcement). For this reason, a typical vibroextrusion plant contains two mixing vibroextruders and a moulding vibroextruder, which allows redistributing the material along the cross-section of the channels and ensuring the required quality of products.

Based on the results of the exploratory research work carried out at Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, the main directions of possible improvement of the process of mixing the components of the mixture during vibroextrusion are presented.

Efficient mixing of fibre-reinforced concrete mix components can be ensured by using a cascade vibratory extruder with several compartments. In this case, the mixture in each compartment is redistributed anew, resulting in a more uniform effect of shear deformation. Moreover, such compartments can be arranged both in series and in parallel.

The use of partitions inside the mixing channel of the vibrating extruder in the form of vertical plates, the number of which decreases in rows along the flow of the mixture, ensures uniformity of shear deformations, and therefore uniformity of mixing the mixture across the cross section of the vibrating extruder hopper.

The cascade mixing vibratory extruder with a conical channel, unlike the known devices with flat channels, provides the required total shear deformations and is characterised by a smaller wall area, and the device itself, respectively, by a lower metal consumption of the entire structure.

Uniform mixing quality throughout the entire volume of the mixture is ensured by a vibroextruder, the body of which consists of a cylindrical shell and a conical bottom. Inside such an apparatus, guide devices are installed, between which and the inner surface of the body, successive annular channels are formed, having one inclined and one vertical wall, and the dispensing window is formed by the lower sections of the body and the guide device. The design of the vibratory extruder with these distinctive features allows for the process of laminar convective mixing in asymmetric annular channels, and therefore provides the best mixing quality in the entire volume of the mixture, which improves its homogeneity and product quality. In addition, in the proposed vibratory extruder, two different annular channels are formed with only one guide device.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE FOOD, CHEMICAL, OIL AND PULP AND PAPER INDUSTRIES IN UKRAINE

Assistant Kosenko V.V.; Assistant Byshko M.A.

**National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"**

Анотація. У цій роботі розглянуто сучасні тенденції розвитку харчової, хімічної, нафтової та целюлозно-паперової промисловості в Україні, з акцентом на потенціал використання реакторів для змішування та емульгування, зокрема промислового перемішування рідин. Тези ґрунтуються на статистичних даних про Україну та Європу, а також на аналізі перспектив розвитку цих галузей з урахуванням сировинної бази України.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ, НАФТОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ, РЕАКТОРИ ДЛЯ ЗМІШУВАННЯ ТА ЕМУЛЬГУВАННЯ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ, УКРАЇНА, СИРОВИННА БАЗА, ЕКСПОРТ, СТАТИСТИЧНІ ДАНІ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК.

Abstract. This paper discusses the current trends in the development of the food, chemical, oil, and pulp and paper industries in Ukraine, with a focus on the potential for the use of mixing and emulsification reactors, in particular industrial mixing of liquids. The thesis is based on statistical data on Ukraine and Europe, as well as on the analysis of the development prospects of these industries, taking into account the raw material base of Ukraine.

KEYWORDS: FOOD INDUSTRY, CHEMICAL INDUSTRY, OIL INDUSTRY, PULP AND PAPER INDUSTRY, MIXING AND EMULSIFICATION REACTORS, DEVELOPMENT TRENDS, UKRAINE,

The food, chemical, petroleum, and pulp and paper industries play a significant role in Ukraine's economy, generating a large share of GDP, providing employment, and contributing to the general welfare. This thesis aims to provide a comprehensive study of current trends in the development of these industries in Ukraine, analyze the potential application of mixing and emulsification reactors, and provide statistics and forecasts on development prospects based on the country's raw material base.

1. Food industry:

Current trends: There is a rapid growth in demand for ready-to-eat food, organic and healthy food products, which stimulates the development and modernization of the food industry.

Mixing and emulsification reactors: These units are widely used in food production, where they are used to homogenize, emulsify and mix ingredients, ensuring high quality and homogeneity of the final product.

Statistical data:

The food industry in Ukraine accounts for 20% of total industrial production, which emphasizes its significant role in the country's economy[1].

In 2023, food exports from Ukraine reached \$27 billion, indicating significant potential for further growth in the global market [2].

The European food market is one of the largest in the world, with a volume of \$1.3 trillion in 2023, which opens up great opportunities for Ukrainian exporters.

2. Chemical industry:

Current trends: Ukraine's chemical industry is showing steady growth, driven by demand for plastics, chemical fertilizers, and other chemical products used in various industries.

Mixing and emulsification reactors: These installations play an important role in chemical processes by providing homogenization, emulsification and mixing of chemicals, which guarantees high quality and production efficiency.

Statistics:

The chemical industry in Ukraine accounts for 10% of total industrial production, emphasizing its significant contribution to the economy.[1]

In 2023, exports of chemical products from Ukraine amounted to \$7 billion, which indicates a significant export potential [3].

The European market for chemicals is the second largest in the world, with a volume of \$700 billion in 2023, which opens up great prospects for Ukrainian producers.

3. Oil industry:

Current trends: There is a steady increase in demand for oil and gas, which stimulates the development of the oil industry in Ukraine.

Mixing and emulsification reactors: These units are used for homogenization, emulsification and blending of oil and other petroleum products, which guarantees high quality and production efficiency.

Statistics:

Ukraine's oil industry accounts for 5% of total industrial production, emphasizing its importance for the country's energy security [2].

In 2023, Ukraine produced 18 million tons of oil, indicating significant potential for increasing production [3].

The European oil and gas market is one of the largest in the world, with a volume of \$1 trillion in 2023, which opens up great opportunities for Ukrainian exporters.

4. Pulp and paper industry:

Current trends: Ukraine's pulp and paper industry is showing steady growth, driven by demand for paper, cardboard and other pulp and paper products.

Mixing and emulsification reactors: These plants are used to homogenize, emulsify and mix pulp slurry and other components, which guarantees high quality and homogeneity of the final product.

Statistical data:

The pulp and paper industry in Ukraine accounts for 3% of total industrial production, emphasizing its importance for the economy [4].

In 2023, exports of pulp and paper products from Ukraine amounted to \$3 billion, indicating significant export potential [2].

The European market for pulp and paper products is one of the largest in the world, with a volume of \$200 billion in 2023, which opens up great opportunities for Ukrainian producers.

Statistical data:

The European market for pulp and paper products is one of the largest in the world, with a volume of \$200 billion in 2023, which opens up wide opportunities for Ukrainian producers. [2]

5. Development prospects:

Raw material base: Ukraine has significant reserves of raw materials for the development of all four industries, which gives it a competitive advantage in the global market.

Food industry: Ukraine has fertile land and a favorable climate for growing various crops, which provides a solid basis for the development of the food industry.

Chemical industry: Ukraine is rich in mineral resources, including iron ore, manganese, and coal, which are important raw materials for the chemical industry.

Oil industry: Ukraine has significant oil and gas reserves, which ensures the country's energy independence and provides opportunities for exports.

Pulp and paper industry: Ukraine has large forest areas that provide a renewable source of raw materials for the pulp and paper industry.

Technological development: The introduction of modern technologies, including the use of mixing and emulsification reactors, can significantly improve the productivity and quality of Ukrainian enterprises.

Mixing and emulsification reactors: These reactors can improve product homogeneity, stability, and consistency, leading to higher quality and less waste.

Automation and robotics: Automation and robotics can streamline production processes, reduce labor costs, and improve product quality.

Digital technologies: Digital technologies, such as artificial intelligence and machine learning, can be used to optimize production processes, forecast demand, and develop new products.

EU integration: Integration into the European Union opens up new opportunities for Ukrainian businesses, including access to new markets, financial resources, and advanced technologies.

Access to EU markets: The EU is a large and prosperous market with a population of over 450 million people. Integration into the EU will give Ukrainian enterprises access to this market and the opportunity to increase their exports.

Financial resources: The EU provides financial assistance to its member states, which can be used to support the development of Ukrainian industries.

Advanced technologies: The EU is a leader in technological innovation, and integration into the EU will give Ukrainian enterprises access to advanced technologies and know-how.

Conclusion: Ukraine's food, chemical, oil, and pulp and paper industries have significant potential for development. The country's rich raw material base, the introduction of modern technologies, and integration into the EU can contribute to the growth of productivity, product quality, and competitiveness of Ukrainian enterprises in the global market.

References:

1. State Statistics Committee of Ukraine. Foreign trade in goods of Ukraine in 2020: https://ukrstat.gov.ua/imf/arhiv/nr/nr_u.htm.

2. State Statistics Committee of Ukraine. Balance of payments of Ukraine for 2019: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/07/Zb_bsph2019.pdf.

3. Center for Epidemic Prevention: <https://www.cepi.org/>.

4. Eurostat is the statistical office of the European Union. Agriculture statistics: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture>)

**THE MODERNIZATION OF POTASSIUM CHLORIDE PRODUCTION
PLANT WITH DEVELOPMENT OF EVAPORATOR AND MEMBRANE
APPARATUS**

Student Muzyka S.M., associate professor, Ph.D. Hulienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРИДУ КАЛІЮ З
РОЗРОБКОЮ ВИПАРНОГО АПАРАТА І МЕМБРАННОГО АПАРАТА**

студентка Музика С.М., доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Розглянуто методи та нові напрямки дослідження процесу зворотного осмосу (ЗО).

Ключові слова: мембранні методи, мембранні технології, зворотний осмос, очищення.

Abstract: The methods and new directions of studying the reverse osmosis (RO) process were considered.

Key words: membrane methods, membrane technology, reverse osmosis, purification.

The evaporator and membrane apparatus can be used in combination to optimise the potassium chloride production process. The evaporator removes water from the solution, increasing its concentration, and the membrane apparatus can be used to achieve additional concentration and purify the resulting product. The disadvantage of evaporators is their high energy consumption, which is why it is advisable to reduce the load on the evaporator to save energy. This can be done by using a cheaper means of concentration, such as a reverse osmosis unit.

Membrane methods are mainly used for water purification and concentration, but they can also be used in other areas. Membrane methods allow efficient use of energy and resources, ensuring high quality and product yields.

Therefore, scientists are faced with the challenge of developing new areas of research into the reverse osmosis (RO) process.

For example [1], the Ozonation-Sand Filtration-Reverse Osmosis (OSRO) method (river water treatment using a rotating biological filter and RO) was investigated at the Oasen Drinkwater drinking water treatment plant (Netherlands) to assess its feasibility and effectiveness. The results are presented, including: temperature effects: the rotating biological filter stabilises the river water temperature (11-12 °C), providing stable conditions for the OM; redox conditions: the rotating biological filter minimises OM biofouling due to anaerobic conditions; water quality: rotating biological filter removes 95-99% of turbidity, while OSRO removes >99.99% of pathogens, >75% of new organic microcontaminants and ensures the biological stability of drinking water; additional treatment: OSRO requires less post-treatment than traditional methods, and improvements in post-treatment can mitigate its negative impact on biological stability; energy consumption: OSRO has a similar energy consumption to conventional methods (0.57-0.66 kWh-m⁻³); economic performance: OSRO has lower expenditure (0.42-0.43 euros-m⁻³) and investment (12-14 million euros) compared to conventional methods (0.41-0.50 euros-m⁻³ and 18-20 million euros).

In addition, in [2], a desalination method that uses successive stages of pretreatment and desalination to produce fresh water from fresh and seawater was presented. At the pretreatment stage, membrane technologies (microfiltration-I, microfiltration-II, ultrafiltration and nanofiltration) were used to remove contaminants from the water. As a result, the total suspended solids content was reduced to <10 mg/l after UV, and NF removed 71.5% of ions for freshwater and 25.3% for seawater. In the desalination stage, two consecutive reverse osmosis stages (RO-I and RO-II) were used to remove salts from the water. RO-I removed

>82% of ions for seawater and >90% for freshwater, and RO-II removed >99% of all ions. The permeate conductivity was 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ for freshwater and 11.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ for seawater. The effect of feed temperature was also investigated, with studies showing that increasing feed temperature resulted in exponential increases in flux and permeability and a reduction in operating time, and that the best temperature for desalination was 36°C.

And also in [3], a 3E assessment of a solar-powered reverse osmosis plant for seawater desalination on a small Mediterranean island. The study demonstrated the possibility of integrating a seawater desalination system using a CSP with a Stirling solar concentrating system for sustainable water production on islands. The possibility of covering part of the needs of the high-pressure pump and booster pump with the energy generated by the Stirling system was assessed. Modelling of the hourly energy production and water consumption showed that the Stirling cogeneration plate could cover 48% of the total electricity consumption of the RO unit, which would meet 36% of Lampedusa's water needs. Preheating the water resulted in 1% energy savings. The economic analysis showed that the cost of desalination was €1.08 per cubic metre, and the system would avoid the emission of 34.16 tonnes of CO₂ equivalent per year.

Summing up the above articles, it can be stated that reverse osmosis methods, such as RO and successive desalination stages, are effective and promising in solving the problem of providing quality drinking water at the local level. They demonstrate high efficiency in removing contaminants and pathogens, ensuring the biological stability of water. In addition, the use of solar panels and solar energy concentration systems to power reverse osmosis plants opens up prospects for sustainable freshwater production, reducing environmental impact and energy consumption. Such innovative approaches can contribute to the provision of affordable and environmentally friendly drinking water, which is critical for public health and environmental safety.

Перелік посилань:

1. Yujia Zhai, Gang Liu, Walter G.J. van der Meer, One-Step Reverse Osmosis Based on Riverbank Filtration for Future Drinking Water Purification, Engineering: Volume 9, 2022, Pages 27-34, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809921001636>.
2. Reem Shaheen, Edit Cséfalvay, The effect of pretreatment and the operating temperature on reverse osmosis in make-up water preparation, Water Resources and Industry: Volume 31, June 2024, 100244, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212371724000064>.
3. S. Guarino, P. Catrini, A. Buscemi, V. Lo Brano, A. Piacentino, 3E assessment of a solar-driven reverse osmosis plant for seawater desalination in a small island of the Mediterranean Sea, Energy Reports: Volume 10, November 2023, Pages 2260-2276, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484723012891>.

DEHYDRATION OF APPLES WITH CONVECTIVE AND COMBINED ENERGY SUPPLY

Ph.D. Husarova O.^{1, 2}, Doctor of Technical Sciences, Docent Paziuk V.²

¹ National Technical University of Ukraine

«I. Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

² Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ABSTRACT: *the paper considers the intensification of the process of drying apple slices to low residual moisture. It is proposed to use an energy-efficient step mode of convective drying at 80/60 °C and a step-by-step combined mode with a combination of IR radiation and IR convective heating: (100 W)+60 °C / 60 °C.*

KEYWORDS: *CONVECTIVE, COMBINED DRYING, APPLES, ENERGY EFFICIENCY, DRYING DURATION, REBINDER NUMBER, RECOVERY.*

ЗНЕВОДНЕННЯ ЯБЛУК ПРИ КОНВЕКТИВНОМУ ТА КОМБІНОВАНОМУ ЕНЕРГОПІДВЕДЕННІ

к. т. н. Гусарова О.В.^{1, 2}, д.т.н., доцент Пазюк В.М.²

¹ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

² Інститут технічної теплофізики Національної Академії Наук України

АНОТАЦІЯ: *у роботі розглянуто інтенсифікацію процесу сушіння яблучних пластинок до низької залишкової вологості. Запропоновано використовувати енергоефективний ступеневий режим конвективного сушіння: 80/60 °C та ступеневий комбінований режим з поєднанням ІЧ-випромінювання та конвективного нагріву: ІЧ (100 Вт)+60 °C / 60 °C.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *КОНВЕКТИВНЕ, КОМБІНОВАНЕ СУШІННЯ, ЯБЛУКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТРИВАЛІСТЬ СУШІННЯ, ЧИСЛО РЕБІНДЕРА, ВІДНОВЛЮВАНІСТЬ.*

To dehydrate apples, a convective drying method is used at low temperatures of the coolant, which is an energy-consuming and long-term process. Therefore, other methods are used for drying, including infrared radiation, high-frequency currents, ultrasound, etc.

The aim of the work is to intensify the process of drying apple slices to low residual moisture without losing the biologically active substances of fresh raw materials.

In order to achieve the goal, it is necessary to solve the following tasks: establish the kinetic regularities of the process of drying apple slices by convective and combined methods; develop dehydration regimes using a combined drying method; to investigate the intensity of the developed drying methods; calculate the total duration of the drying process of apple slices with the combined method of dehydration; determine the criterion for optimizing the drying process (Rebinder's criterion); evaluate the recoverability and organoleptic indicators of the obtained dried product.

Dehydration of apple slices was carried out by two methods of drying: convective – using stationary (60, 80 °C) and stepwise (80/60 °C) modes; combined step infrared-convective mode – IR (100 W) + 60 °C / 60 °C.

Staged convective drying was carried out as follows: at the beginning of the process, the temperature of the heat carrier was 80 °C, as the material warmed up to 55 °C, the temperature of the heat carrier was lowered to 60 °C, and maintained at this level until the end of the process.

Staged combined infrared-convective drying consists of two stages: the first – combined drying at IR (100 W) + 60 °C, the second – convective at 60 °C. At the first stage, drying takes place with a combination of two methods of drying – IR and convective drying, when the material reaches a temperature of 59 °C – IR radiation was turned off and then only convective dehydration took place at a temperature of 60 °C.

Summarizing the results of the research, it can be concluded that the high temperature of the heat carrier ensures an insignificant duration of the dehydration process, but the organoleptic indicators of the finished product are unacceptable.

Drying at low temperatures leads to an increase in dehydration time, and as a result, to an increase in energy consumption and deterioration of organoleptic characteristics and reproducibility.

In order to intensify dehydration, reduce energy costs and ensure a reduction in drying time, the process must be carried out according to the developed drying modes of convective 80/60 °C and combined infrared-convective IR (100 W) + 60 °C / 60 °C.

The intensity of the proposed stepwise drying modes is confirmed by a 1.9-fold reduction in the duration of the process compared to the stationary mode at a coolant temperature of 60 °C.

The specified stepwise dehydration regimes ensure the intensification of the drying process by increasing the average intensity of heating the material and accelerating the average intensity of moisture removal without deteriorating the quality characteristics of the final product.

On the basis of studies of the kinetics of moisture exchange in the combined mode of drying apples, a formula was obtained for calculating the total duration of the process:

$$\tau_t = \frac{1}{2,54} \left(\frac{1}{0,0064} \lg \frac{77}{16,49} + \frac{1}{0,0042} \lg \frac{16,49}{7} + \frac{1}{0,0024} \lg \frac{7}{5,22} \right) \approx 97 \text{ min}$$

The difference between the experimental and theoretical values of the drying time does not exceed 3%.

The analysis of Rebinder's number during drying of apple slices, under the studied dehydration regimes, shows that the process of heat and mass exchange is

inefficient at the beginning, most of the energy is spent on heating the material, and not on evaporating moisture from it (Figure 1).

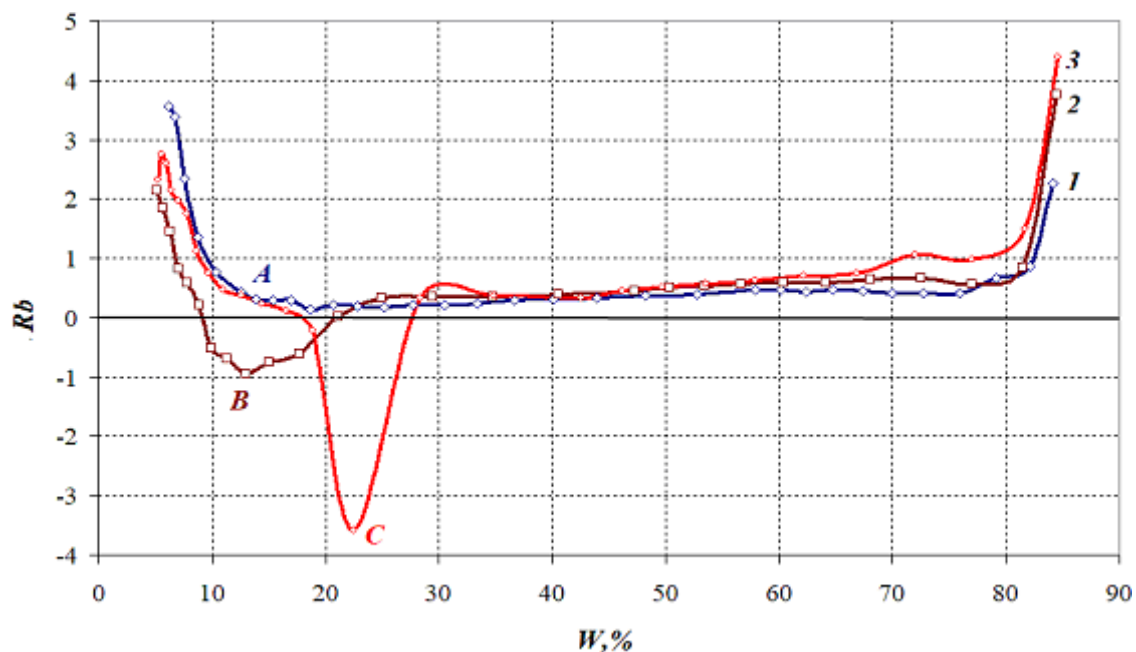


Figure 1 – The influence of the drying mode on the change in the Rebinder number when drying apple slices with dimensions of $5 \times 10 \times 65$ mm, $V = 1.5$ m/s, $d = 10$ g/kg dry air: 1 – 60 °C; 2 – $80/60$ °C; 3 – IR (100 W) + 60 °C / 60 °C, A, B, C – comparison points and changing the drying mode

For the drying mode of 60 °C (curve 1) – at the beginning of the process, the material is heated (to a humidity of 75%), then moisture evaporates from the material (to a humidity of 14%) and then the material begins to warm up, which is not efficient and indicates economic feasibility completion of the drying process at a humidity of 14% at point A.

For the stepped convective mode of $80/60$ °C (curve 2) - at the beginning of the process, the material is actively heated (up to a humidity of 82%), then moisture evaporates from the material (up to a humidity of 18%), the first stage of drying is completed at a coolant temperature of 80 °C, then the material heating temperature decreases to point B. After point B, the material is heated again and

the process changes from effective to ineffective. In this mode, effective drying of apple slices (close to zero) can be carried out to a moisture content of 8.8%.

For the stepwise combined infrared-convective drying mode (curve 3) - at the beginning of the process, the material is actively heated (up to 77% humidity), then moisture evaporates from the material (up to 23% humidity), then the first stage of drying in the IR mode (100 W) +60 °C, the temperature and the Rebinder criterion drop sharply to point C. This is due to the shutdown of IR radiation. Then the heating of the material begins again at a coolant temperature of 60 °C. It is economically expedient to carry out drying to point A, as in the 60 °C mode, to a final humidity of 14%.

The nature of Rebinder's criterion curves proves the expediency and effectiveness of using the developed stepwise dehydration regimes.

The obtained product with the developed step-by-step drying regimes had high recoverability (78-80%) and organoleptic indicators: balanced taste, natural aroma and light cream colour characteristic of the raw material.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ ГРАНУЛ НА ОСНОВІ МУЛОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ ТА ТОРФУ

академік УАН, д.т.н., професор Петрова Ж.О., доктор філософії Новікова
Ю.П., аспірант Бадеха А.В.

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Анотація. У роботі наведено дослідження кінетики сушіння гранул на основі мулових відкладень та торфу в залежності від співвідношення компонентів та різної вологості компонентів.

Ключові слова: торф, МУЛОВІ ВІДКЛАДЕННЯ, ПАЛИВО, ГРАНУЛЮВАННЯ, СУШІННЯ.

STUDY OF DRYING PELLETS BASED ON SLUDGE AND PEAT

Academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor Petrova Zh., PhD Novikova Yu., graduate student Badekha A.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Abstract. The paper presents a study of the drying kinetics of pellets based on silt and peat depending on the ratio of components and different humidity of the components.

Key words: PEAT, SLUDGE, FUEL, GRANULATION, DRYING.

Актуальною проблемою в Україні є збільшення ціни на газ та нафту. Перехід від традиційних видів палива на альтернативні (відновлювальні), які допомагають країні ставати енергонезалежними та покривати нестачу традиційних видів. Одним із дешевих видів альтернативного палива є торф.

На переповненні мулові майданчики з кожним роком зливається активний мул, який з роками перетворюється на мулові відкладення, що

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" призводить до погіршення екології України. На цих майданчиках зберігаються мулові відкладення, яким понад 30 років з малим вмістом органічної складової, тому вони не підходять для палива та добрив. Для збільшення органічної складової до мулових відкладень варто додавати торф[1].

Метою роботи є дослідження по створенню та сушінню гранул на основі мулових відкладень та торфу.

На основі мулових осадів та торфу створенні різні композиції у 3 співвідношеннях. У композиції 1 та 2 додавали мулові відкладення 63,1%, торф вологістю 75,1% та 45,1% відповідно.

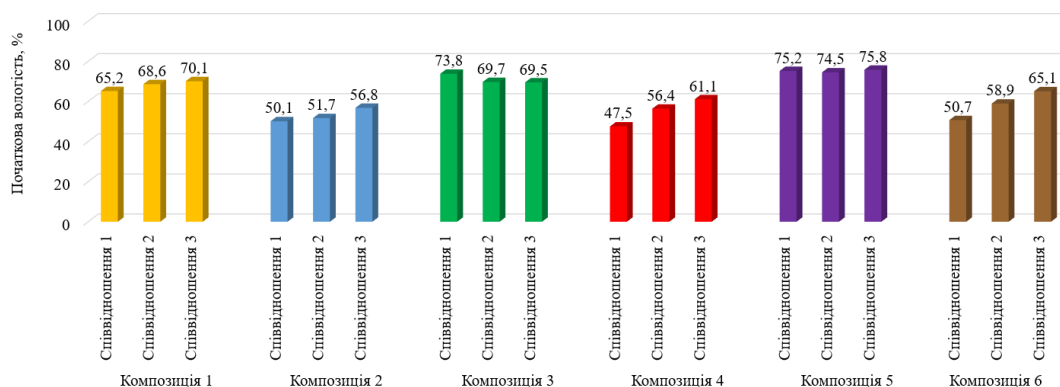


Рис. 1. Змінна початкової вологості в залежності від композиції та співвідношення складу гранул

До композиції 3 та 4 – мулові відкладення вологістю 70,1%, торф з вологістю 75,1% та 45,1% відповідно. До композиції 5, 6 – мулові відкладення вологістю 75,9%, торф вологістю 75,1%, 45,1% відповідно. Сформовані гранули з торфом вологістю 45,1% розсипалися [2].

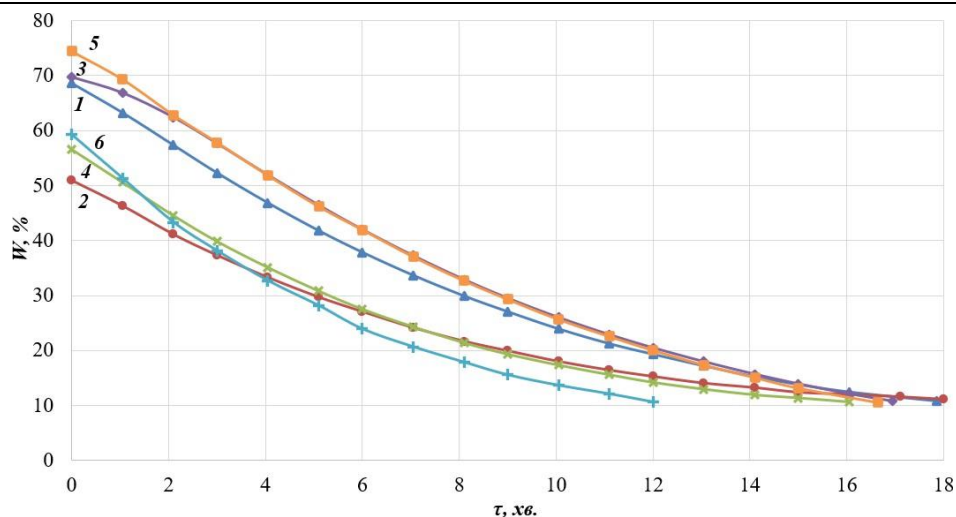


Рис. 2. Зміна вологості в залежності компонентів композиту 1 – 6 на тривалість сушіння у співвідношенні 50%M+50%Т. Режимні параметри $t = 120^{\circ}\text{C}$, $V = 2$ м/с, $d = 6$ мм: 1 – 75%M75%Т; 2 – 70%M75%Т; 3 – 63%M75%Т; 4 – 75%M45%Т; 5 – 70%M45%Т; 6 – 63%M45%Т

На рис. 2. зображено дослідження кінетики процесу сушіння від композицій № 1 – 6 у співвідношенні 2 компонентів. Як видно з рисунку найменша тривалість сушіння у співвідношення 6, яка у 1,5 раз менша ніж у співвідношення 2. В загальному тривалість сушіння гранул діаметром 6 мм у різних композицій при різних співвідношеннях становить 16 – 18 хвилин.

Гранули з «буртовим» торфом (вологістю 45,1%) у співвідношенні 6 має найменшу швидкість сушіння, але при цьому всі сформовані гранули крихкі та розсипаються. Тому для подальшої роботи доцільно вибрати співвідношення зі свіжим торфом (вологістю 75,1%).

Література:

1. Petrova, Zh.O., Kremnov, V.O., Korbut, N.S., & Novikova Yu.P. (2020). Granulation of mixtures of obsolete sludge and peat. Abstracts of papers XVIII Interenational scientific conference "Improvement of processes and equipment in food and chemical industries" (Oct. 12-16, 2020, Odessa). (pp. 14-16). Odessa: Odessa National Academy of Food Technologies

2. Петрова Ж.О., Новікова Ю.П. Підготовка сировини, створення композицій та гранулоутворення з застарілих мулових відкладень, торфу та біомаси. *Кераміка: наука і життя*, 2021 1(50), 14-18.
<https://doi.org/10.26909/csl.1.2021.2>

RESEARCH AND INDUSTRIAL HEAT AND MASS EXCHANGER-UTILIZER SUITABLE FOR HIGHLY DUSTY GAS FLOWS

Kremnev V., Timoshchenko A., Shpilberg L., Korbut N.

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ABSTRACT. The paper is devoted to the development of a research and industrial heat and mass exchanger-utilizer suitable for highly dusty gas streams.

KEYWORDS: HEAT AND MASS EXCHANGER-UTILIZE, SECONDARY RESOURCES, FIBER PRODUCTS, PARTICLES, HIGH TEMPERATURE MIXTURE.

ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВИЙ ТЕПЛОМАСООБМІННИК–УТИЛІЗАТОР ПРИДАТНИЙ ДЛЯ ВИСИКОЗАПИЛЕНИХ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ

Кремньов В.О., Тимощенко А.В., Шпільберг Л.Ю., Корбут Н.С.

Інститут технічної теплофізики НАН України

АНОТАЦІЯ. Робота присвячена розробленню дослідно-промислового тепломасообмінника–утилізатора придатного для висикозапилених газових потоків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕПЛОМАСООБМІННИК–УТИЛІЗАТОР, ВТОРИННІ РЕСУРСИ, ВОЛОКОННА ПРОДУКЦІЯ, ЧАСТКИ, ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА СУМІШ.

The development is aimed at the operation of the heat and mass exchanger-utilizer during the utilization of thermal energy of secondary gas resources containing a large number of solid fuel particles that are not prone to sticking together. Such highly dusty gas flows are characteristic of various productions of fiber products (glass fiber, basalt fiber, etc.) [1].

Most of the production processes of basalt fibers and products based on them

are characterized by small and medium capacities of technological equipment. At the same time, the specificity of these processes determines the formation of thermal secondary energy resources of high potential. The source of the secondary resource is a high-temperature mixture of natural gas combustion products from bath basalt melting furnaces and workshop air. The mixture is contaminated with dust and fibers with particle sizes of 1-3 microns. The temperature of the combustion products of natural gas is 500-700°C, the temperature of the gas mixture is 150-230 °C, the moisture content of the combustion products is 134-142 g water/kgdry air, the moisture content of the gas mixture is 34-36 g water/kg dry air, pollution of a gas mixture of 0.03-0.05 g/m³.

The purpose of the work. To create a unified heat and mass exchanger using serial finned water-air heat exchangers of the recuperative type, which does not require preliminary cleaning of highly dusty gases, and on its basis - a plant-wide heating system due to the utilization of heat from secondary energy resources.

Results. The installation uses innovative technical solutions regarding the method of operation and the device for its hardware design, which provide simultaneous heat and mass exchange and gas purification. Periodic cleaning of the heat exchange surface from the outside is carried out in the installation. In this device, heating water moves in the inner space of finned heat exchange pipes. The minimum values of the aerodynamic and hydraulic resistance of the utilizer are ensured in order to minimize the operating costs for pumping media. The unified heat exchanger has the following technical characteristics:

- Coolant temperature at the inlet/outlet is 60/40 °C.
- Volume consumption of gas secondary resources up to 2800 m³/h.
(up to 2426 kg/h).
- Live section for passage:
 - gas flow 0.329 m²;
 - coolant 0.000846 m².
- Heat exchange surface 4x16.34 = 65.36 m².

- Full aerodynamic resistance up to 1200 Pa.

The recycling system implemented at the Chernivtsi Thermal Insulation Materials Plant provides an actual economic effect of up to UAH 1.20 million/year.[2, 3].

Conclusions. Analogous systems can have a significant distribution in the utilization of the heat of dusty gas emissions containing dust that is not prone to clumping (as in the case of basalt fibers).

References.

1. Джигирис Д.Д., Махова М.Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 412 с.

2. Кремньов В.О., Тимощенко А.В., Беляєв Г.В., Шпільберг Л.Ю., Жуков К.Л. Інноваційні розробки – складові системної інтенсифікації теплотехнологічних процесів виробництва базальтових волокон /Тези XIII Міжнародної онлайн конференції «Проблеми теплофізики та теплоенергетики», 7 – 8 листопада 2023 року, м. Київ, С.71 <http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2023/11/zbirka-tez-2023-dlja-sajtu.pdf>

3. Тимощенко А.В., Кремньов В.О., Беляєва І.П., Корбут Н.С., Стецюк В.Г. Інноваційний дослідно-промисловий тепломасообмінник–утилізатор Тези XIII Міжнародної онлайн конференції «Проблеми теплофізики та теплоенергетики», 7 – 8 листопада 2023 р., м. Київ, С. 72. <http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2023/11/zbirka-tez-2023-dlja-sajtu.pdf>

OPTIMIZATION OF OPERATION OF INDIRECT BRAGORECTIFICATION PLANTS

Ph.D. Bulii Y.V.¹, Dr. Sc. Obodovych O.M.², Ph.D. Tselen B.Ya.²

¹National University of Food Technologies

²Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ABSTRACT. *It is proved expedient to supply to the impurity concentration column of alcohol-containing fractions in the form of non-condensed steam in the deflegmators of the main columns in the amount of 5%. This solution allows reducing the heating steam consumption from 10 to 8.8 kg/dal of anhydrous alcohol. The expected profit for the plant with a capacity of 3000 dal of alcohol per day will be about 2 million UAH per year.*

Key words: BRAGORECTIFICATION PLANT, IMPURITY CONCENTRATION COLUMN, ALCOHOL-CONTAINING FRACTIONS, VAPOUR.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНИХ УСТАНОВОК НЕПРЯМОЇ ДІЇ

к.т.н. Булій Ю.В.¹, д.т.н. Ободович О.М.², к.т.н. Целень Б.Я.²

¹Національний університет харчових технологій

²Інститут технічної теплофізики НАН України

АНОТАЦІЯ. *Доведено доцільність подачі в розгінну колону спиртовмісних фракцій у вигляді несконденсованої в дефлегматорах основних колон пари в кількості 5 %. Таке рішення дозволяє зменшити витрати гріючої пари від 10 до 8,8 кг/дал безводного спирту. Очікуваний прибуток для заводу потужністю 3000 дал спирту на добу становитиме близько 2 млн грн на рік.*

Ключові слова: БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНА УСТАНОВКА, РОЗГІННА КОЛОНА, СПИРТОВМІСНІ ФРАКЦІЇ, ПАРА.

Known methods of obtaining rectified alcohol in bragorectification plants (BRP), equipped with an impurity concentration column (ICC), involve the introduction of alcohol-containing intermediates and by-products on its feed plate in the form of vapour condensate with a temperature of 25-30 °C. For effective separation and concentration of volatile impurities, a necessary condition is an increase in steam consumption from 2.56 to 3.59 kg/kg of anhydrous alcohol (a.a.) introduced into the column (by 28.7%) [1].

A large number of scientific works are devoted to the issues of optimization of the operation of the BRP. To solve the actual problem, the authors proposed to feed the ICC feed plate with alcohol-containing fractions in the form of vapor not condensed in the carbon dioxide separator, deflegmators of the beer, ether and rectification columns, as well as with the syrupy fraction and syrupy alcohol in the vapor state [2].

Studies of the effectiveness of the innovative method were conducted in the production conditions of SE "Chudnovsky distillery" in two stages. At the first stage for comparison the efficiency of the known method (typical rectification) was investigated, according to which in deflegmators of the main columns 98 % of the amount of steam coming out of the upper part of each column was condensed, non-condensed steam was fed to their condensers, from which the steam condensate in the amount of 2 % was directed to the ICC feed plate. In the second stage, the effectiveness of the innovative technology was investigated in two ways. According to method I, not steam condensate, but non-condensed steam in the carbon dioxide se ICC feed plate. According to method II water consumption for cooling of deflegmators was reduced in such a way that in deflegmators 95 % of steam from the amount of steam leaving each column was condensed, and non-condensed steam in them in the amount of 5% was supplied to the ICC. During the research the quality of obtained rectified ethyl alcohol was controlled. Consumption of water and heating steam was recalculated per 1 dal a.a. The results of the studies are presented in the table.

Table - Water (W) and steam (P) consumption for indirect-acting BRP

equipped with a impurity concentration column

BRP columns	W, m ³ /dal a.a.			P, kg/dal a.a.		
	known way	innovative		known way	innovative	
		method I	method II		method I	method II
Beer	0,065	0,064	0,062	20	20	20
Ether	0,154	0,151	0,146	12	12	12
Rectification	0,282	0,276	0,268	22	22	22
ICC	0,128	0,125	0,121	10	9,1	8,8
BRP	0,629	0,616	0,597	64	63,1	62,8

The table shows that the use of the innovative method allows reducing the total water consumption by 0,032 m³/dal (5.1 %), and steam by 1.2 kg/dal (1.9 %) compared to the known method. At the same time qualitative indicators of rectified ethyl alcohol corresponded to the normative indicators for alcohol of "Lux" grade according to State Standard of Ukraine 4221:2003.

At the organization of steam streams of ICC, supply the profit for the plant of average capacity (3000 dal of alcohol per day) will be about 1.5 million UAH per year. Increasing the amount of non-condensed steam in the deflegmators of the main columns from 2 to 5 % to feed the ICC allows to reduce steam consumption from 10 to 8,8 kg/dal, and increase the profit by 33,3% compared to method I.

List of references

1. Shiyani P.L., Sosnitsky V.V., Oleynichuk S.T. Innovative technologies of alcohol industry. Theory and practice: a monograph. Kiev: Publishing House "Askania", 2009. 424 p.
2. Method of obtaining rectified alcohol: patent. 126533 Ukraine: B01D 3/14 (2006.01), C12F 3/10 (2006.01), C12P 7/00. Application at 202005971; filed. 18.09.2020; publ. 26.10.2022. Bulletin No. 43/2022. 12 p.

PRETREATMENT OF WHEAT STRAW AS A SUBSTRATE FOR ANAEROBIC FERMENTATION

Vitalii Sydorenko, PhD (Engin.), Murshyd Chalaev

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Анотація: В результаті роботи визначено вплив знакозмінних імпульсів тиску та концентрації луку на вихід лігніну з соломи пшеничної при її підготовці до анаеробного зброджування

Abstract: As a result of the work, the influence of alternating pressure pulses and alkali concentration on the yield of lignin from wheat straw during its preparation for anaerobic fermentation was determined

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОПЕРЕДНЯ ПІДГОТОВКА, ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ, ЗНАКОЗМІННІ ІМПУЛЬСИ ТИСКУ, СУБСТРАТ ДЛЯ ЗБРОДЖУВАННЯ, ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ

KEYWORDS: PRETREATMENT, DELIGNIFICATION, ALTERING PULSES OF PRESSURE, SUBSTRATE FOR FERMENTATION, BIOGAS PRODUCTION

Based on the growth of global energy demand, the limitation of the use of energy sources and the growth of greenhouse gas emissions due to the use of fuels based on them, there is a need for greater use of renewable energy sources, in particular, biomass [1].

In the energy industry, one of the ways to use biomass is to obtain biogas by methane fermentation [2]. The substrate used for biogas production in Ukraine is animal manure, manure, beet pulp, and corn silage [3]. Lignocellulosic raw materials are also considered as a substrate for methane fermentation [4]. Components of lignocellulosic raw materials, however, form a complex and compact structure that is difficult to decompose by anaerobic microorganisms.

Factors affecting the enzymatic hydrolysis of cellulose include lignin content, hemicelluloses content, acetyl group content, cellulose crystallinity, degree of polymerization, specific surface area, pore volume, and particle size [5]. To eliminate the barriers that cause resistance to degradation and to increase the enzymatic ability to decompose cellulose, changing the chemical composition and physical structure of the raw material, it is necessary to apply pretreatment methods.

The purpose of the work is to determine the yield of lignin from wheat straw during the hydrodynamic pretreatment with alternating pressure pulses and autoclaving with a change in alkali concentration

The selected pretreatment methods were carried out at 90–100 °C, since in many cases there is a lot of unused thermal energy left in biogas plants. Therefore, such a heat source (in the form of cooling water of a cogeneration plant, which reaches a temperature of approximately 90 °C) is actually available at biogas plants [6].

Materials and methods

Wheat straw was used as a raw material in the work. Firstly, the wheat straw was pre-shredded on electric chopper, then in a pin mill. The aqueous suspension of wheat straw, obtained by mixing with an alkaline solution, was processed separately in an autoclave and a setup with a rotor-pulsation apparatus.

Determination of acid-insoluble and acid-soluble lignin was carried out according to the standard "Determination of structural carbohydrates and lignin in biomass" of the National Laboratory of Renewable Energy Sources of the US Department of Energy after extraction of water- and alcohol-soluble substances in biomass.

Results

As a result of the study, the dependence of the lignin content in the samples after hydrodynamic pretreatment with alternating pressure pulses on the alkali concentration in the range from 0.5 to 4% by mass was obtained.

Other conditions remained unchanged, namely, the process temperature was 90°C for both autoclaving and processing. The process duration was 60 minutes. It was determined that an increase in the concentration of alkali in a certain range leads to an increase in the yield of lignin, which is consistent with the works of other authors (Table 1).

Table 1. Dependence of the lignin content in the samples after pretreatment on the concentration of alkali for autoclaving and hydrodynamic pretreatment with alternating pressure pulses (speed of rotation of the rotor 47.75 rpm) for one hour at a temperature of 90 °C

Type of pretreatment	Alkali concentration, % w						
	raw material	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
Autoclaving	17.1	8.72	6.53	5.51	5.13	4.75	4.19
Processing		7.35	5.18	4.58	4.09	3.52	3.16

Conclusion: It was determined that the use of a complex of physical processing effects, namely pressure pulses, high turbulence, high shear stresses in the inter-cylinder gap, and local increase of temperature together with an increase in alkali concentration accelerates the release of lignin from wheat straw.

Перелік посилань:

1. Сидоренко В.В. Застосування термо-механо-хімічної обробки для делігніфікації соломи пшеничної. *Проблеми теплофізики та теплоенергетики* : Тези XIII Міжнар. онлайн-конф. (7-8 листопада 2023 р.). - Київ : Симоненко О. І., 2023. 138 с. (С. 75–76). <http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2023/11/zbirka-tez-2023-dlja-sajtu.pdf>
2. Omer, A. M. (2016). An overview of biomass and biogas for energy generation: Recent development and perspectives. *Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery*, 1(3), 42–58. <https://doi.org/10.31248/jbbd2016.010>
3. Виробництво енергії з біомаси в Україні: технології, розвиток, перспективи / Ін-т технічної теплофізики НАН України; за ред. Г. Гелетухи.

<https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.464.373>

4. Manyi-Loh, C.E.; Lues, R. Anaerobic Digestion of Lignocellulosic Biomass: Substrate Characteristics (Challenge) and Innovation. *Fermentation* 2023, 9, 755. <https://doi.org/10.3390/fermentation9080755>

5. Zhu L., O'Dwyer J.P., Chang V.S., Granda C.B., Holtzaple M.T. (2008): Structural features affecting biomass enzymatic digestibility. *Bioresource Technology*, 99: 3817–3828. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.07.033>

6. Jankovičová B, Hutňan M, Nagy Czölderová M, Hencelová K, Imreová Z. (2022). Comparison of acid and alkaline pre-treatment of lignocellulosic materials for biogas production. *Plant Soil Environment*. 68(4):195-204. <https://doi.org/10.17221/421/2021-PSE>

STUDY OF CHANGES IN ACID AND PEROXIDE NUMBERS DURING STORAGE OF EXTRUDED MIXTURES

Tselen B., Ph.D., Nedbailo A., Ph.D., Gozhenko L., Ph.D., Radchenko N., Ph.D.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS Ukraine, Ukraine

АНОТАЦІЯ: Наведено результати досліджень, щодо можливості ефективною заміни в кормах комбінації різних жирів екструдованою повножировою соєю та її змішування з іншими компонентами з використанням теплоти екструзії для пастеризації компонентів кормового продукту. Авторами доведено ефективність пропонованого способу результатами зміни кислотного і пероксидного числа та мікробіологічними показниками.

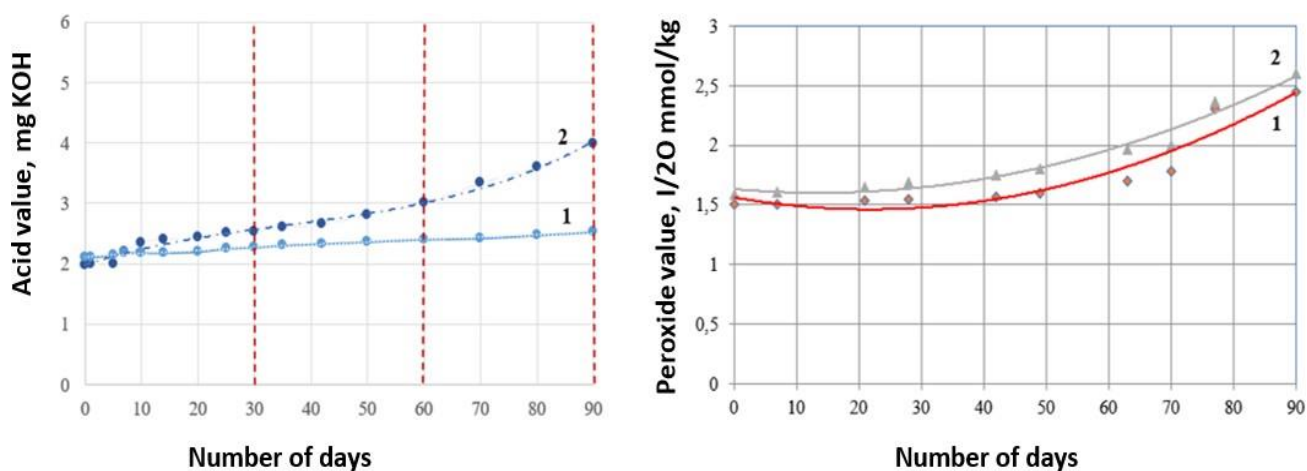
ABSTRACT: The results of research on the possibility of effectively replacing a combination of different fats in feed with extruded full-fat soy and its mixing with other components using the heat of extrusion for pasteurization of feed product components are given. The authors proved the effectiveness of the proposed method by the results of changes in acid and peroxide values and microbiological indicators.

Keywords: EXTRUDER, EXTRUDATE, ACID VALUE, PEROXIDE VALUE.

The organization of full-fledged feeding of agricultural animals requires systematic control of the quality of the fodder base. The main indicators of feed quality include a balanced composition, high digestibility and storage duration. The last parameter is determined not only by the microbiological indicator, but also by the slightest changes in the appearance, smell, color, taste of the feed during its storage. Most often, the reason for changes in organoleptic indicators is the oxidation of fats, which leads to a decrease in the overall nutritional value of the feed. Factors that can speed up the beginning of this process are related to the

origin of raw materials, processing method and storage conditions. In this regard, one of the tasks during the search and selection of components of feed mixtures is to ensure the optimal balance of vegetable and animal fats and the choice of a method of their processing, since it must simultaneously preserve the integrity of the fat complex after processing and further stability during storage.

The authors of the work considered the issue of improving the quality and shelf life of fodder by replacing the combination of vegetable and animal fats with full-fat soybeans by processing it by the extrusion method. Along with this, a method of increasing the efficiency of extrusion due to the rational use of heat, which is released with the extrudate particles at the exit from the extruder for mixing and disinfection of other components when obtaining multicomponent paste mixtures, is proposed. On the basis of research, the effectiveness of the set of proposed measures has been proven, which is confirmed by the microbiological indicator, which showed a slight increase from 6 CFU to 24 CFU (after 90 days), which indicates the disinfection of the components of the mixture, as well as the data on the increase in the acid value - from 1.99 mgKOH to 3.99 mgKOH after 90 days of storage of the mixture and the peroxide value - from 1.59 1/2O mmol/kg to 2.60 1/2O mmol/kg after 90 days (Fig.1).



1 – extruded soybean; 2 – a pasty mixture based on extruded soybeans

Fig.1 Change in acid and peroxide values of samples during storage

Conclusions. On the basis of the obtained results, the authors justified the effectiveness of using extruded full-fat soybeans as the main source of fats in multicomponent feed mixtures, as well as the proposed method of heat utilization for pasteurization and mixing of components in feed production technologies.

USING TWO-PHASE THERMOSYPHONS FOR THE EXTRACTION OF GEOTHERMAL HEAT

Dr. Sci. Jamalutdin Chalaev, Dr. Sci., Professor Oleksandr Obodovych,
PhD Olena Pereiaslavitseva, PhD Tatiana Rezakova, PhD Olesya Stepanova

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences
of Ukraine

Abstract: *The efficiency of extracting low-potential heat from the near-surface layers of the Earth using two-phase thermosyphons based on flexible corrugated stainless tubes was investigated. It is shown that in thermosyphon heat tubes of long length it is necessary to use refrigerants with high saturation pressure and high heat of phase transition. Carbon dioxide (R 744) is recommended as a promising working fluid.*

Анотація: *Досліджено ефективність вилучення низькопотенційної теплоти приповерхневих шарів Землі за допомогою двофазних термосифонів на базі гнучких нержавіючих гофрованих труб. Показано, що у термосифонних теплових трубах великої довжини необхідно використовувати холодоагенти з високим тиском насичення та великою теплотою фазового переходу. Як перспективне робоче тіло рекомендовано діоксид вуглецю (R 744).*

KEYWORDS: *THERMOSIPHON PROBE, FLEXIBLE CORRUGATED PIPES, HEAT EXCHANGER, REFRIGERANT.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ТЕРМОСИФОННИЙ ЗОНД, ГНУЧКІ ГОФРОВАНІ ТРУБИ, ТЕПЛООБМІННИК, ХЛАДОАГЕНТ.*

Purpose of work. Research on the efficiency of using flexible corrugated stainless pipes as geothermal thermosiphon probes for extracting low-potential soil heat.

Results.

The expansion of the use of geothermal heat pumps in residential construction increases the potential risk of groundwater contamination in the event of a coolant leak. An alternative to traditional soil heat exchangers is the technology of extracting low-potential heat from the near-surface layers of the Earth using geothermal probes based on thermosiphon heat pipes. When using this technology, there is no need to organize forced circulation of the intermediate coolant, because heat transfer occurs by evaporation and condensation of the working fluid in the heat pipe.

The paper examines the effectiveness of using industrially manufactured flexible corrugated stainless steel pipes with helical knurled corrugations as thermosiphon probes. Tests of an experimental sample of a thermosiphon heat pipe showed that due to the flow of condensate along the spiral groove, the inner wall is almost completely wetted. This ensures uniform distribution of the working agent along the length of the pipe and effective heat transfer, which is confirmed by the uniformity of the temperature field along the entire length of the evaporation zone of the heat pipe. Refrigerants with high saturation pressure and high vapor density must be used as working bodies in thermosyphons of long length. According to thermophysical properties, one of the most suitable working fluids is carbon dioxide (R-744). Compared to other refrigerants, R-744 has a significantly higher saturation pressure and volumetric cooling capacity.

Conclusions.

Extraction of low-potential heat of the near-surface layers of the Earth with the help of thermosiphon probes based on flexible corrugated stainless pipes allows to increase the seasonal performance factor of the geothermal heat pump by 15-20%.

CREATION OF CONDITIONS FOR EFFECTIVE OZONE REMOVAL AFTER AIR CLEANING BY PLASMOCHEMICAL METHOD

Ph.D. Hrabova T.L.¹, Honcharov P.V.², Bazeev R.E.¹, Shmatok O.I.¹

¹ Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

² E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine

ABSTRACT. *The authors have developed a method of plasma-catalytic air purification using the combined catalytic-thermal decomposition of excess ozone, in which the air in the corona discharge zone is treated with an increased dose of ozone, and before being fed to the catalytic filter, it is heated to the temperature at which the thermal decomposition of ozone begins. To increase the energy efficiency of the process, a technological scheme of physical and thermodynamic heat recovery is proposed.*

KEYWORDS: ADSORPTION-CATALYTIC MODULE, AIR, OZONE, OZONE NEUTRALIZATION, OZONATION.

СТВОРЕННЯ УМОВ ЕФЕКТИВНОГО ВИДАЛЕННЯ ОЗОНУ ПІСЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ПЛАЗМОХІМІЧНИМ МЕТОДОМ

к.т.н., с.н.с. Грабова Т.Л.¹, Гончаров П.В.², Базєєв Р.Є.¹, Шматок О.І.¹

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України

² Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України

АНОТАЦІЯ. *Авторами розроблено спосіб плазмохімічного очищення повітря з використанням комбінованого каталітично-термічного розкладання надлишкового озону, при якому повітря в зоні коронного розряду обробляють підвищеною дозою озону, а перед подачею в каталітичний фільтр нагрівають до температури початку термічного розкладання озону. Для підвищення енергетичної ефективності процесу запропоновано технологічну схему рекуперації теплоти.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АДСОРБЦІЙНО-КАТАЛІТИЧНИЙ МОДУЛЬ, ПОВІТРЯ, ОЗОН, НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ ОЗОНУ, ОЗОНУВАННЯ.

One of the effective methods of air disinfection in centralized ventilation systems of public buildings can be the treatment of air flows with ozone, which is formed during the generation of low-temperature plasma. Ozone is an extremely powerful disinfectant, capable of oxidizing a wide range of organic and inorganic compounds. Ozone technologies are based on the production of ozone in the air in high concentrations (over $0,4 \text{ mg/m}^3$), at which the active oxidation of high-molecular and toxic substances, the destruction of the cell walls of microorganisms, and the oxidation of aromatic and heterocyclic compounds begins. The effectiveness of the technologies is due to the high chemical activity of ozone and its environmental purity [1, 2].

A limitation of the use of technology for generating low-temperature plasma in supply and exhaust ventilation systems of buildings is that the ozone content in the room into which the air enters after cleaning must be maintained at a level safe for humans [3]. The maximum average daily concentration according to Ukrainian regulations is set to no more $0,03 \text{ mg/m}^3$ [4]. For the safe use of ozone technologies in centralized heating, ventilation and air conditioning systems, devices are required to decompose excess ozone. Currently, the most widely used method is the catalytic decomposition of ozone using adsorbents with active catalytic components, such as oxides of noble and transition metals [5]. The mechanism of catalytic decomposition of ozone is as follows. First, an ozone molecule is adsorbed on the surface of the catalyst and then dissociates into an oxygen molecule and atomic oxygen. In this case, the pollutants remaining after the plasma-chemical reactor are destroyed on the catalyst due to an intense reaction with atomic oxygen.

In order to increase the efficiency of the installation to eliminate excess ozone, a method using combined thermal and catalytic treatment of the air flow was proposed and developed (Fig. 1).

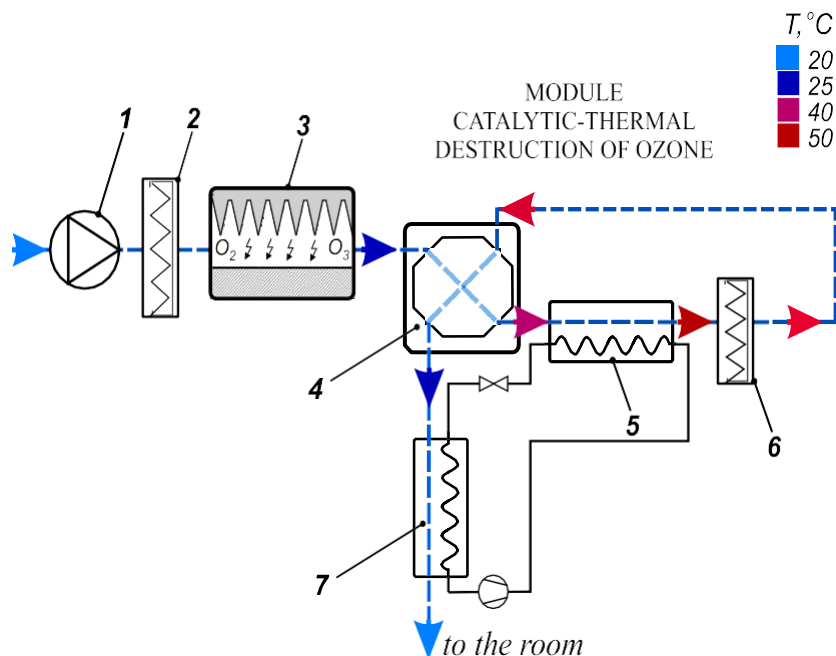


Fig. 1. Technological scheme of energy-efficient air cleaning technology:
1 - discharge fan; 2 - coarse filter; 3 - ozone generator; 4 - heat exchanger (recuperator);
5 - heat pump evaporator; 6 - adsorption-catalytic module; 7 - heat pump capacitor

According to the results of the work, the possibility of increasing the efficiency and safety of the ozone technology of air disinfection by destroying excess ozone through combined catalytic and thermal effects is shown. The use of a catalytic-thermal ozone decomposition system ensures a reduction of the concentration of ozone in the airflow by 75-80%, which shows the prospects of using this air disinfection technology in buildings with a centralized supply and exhaust ventilation system. The implementation of the thermo-catalytic ozone decomposition scheme with the use of thermal and thermodynamic heat recovery makes it possible to reduce the energy consumption of the air purification system by almost 10 times. The average efficiency of the recuperative heat exchanger was 0,65-0,70, and the conversion factor of the heat pump was 2,7-3,2 [5].

REFERENCES

1. Batakliiev, T.; Georgiev, V.; Anachkov, M.; Rakovsky, S.; Zaikov, G. Ozone decomposition. *Interdiscip Toxicol.* 2014, 7(2), 47-59. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0008>
2. Epelle, E.I.; Macfarlane, A.; Cusack, M. Bacterial and fungal disinfection via ozonation in air. *Journal of Microbiological Methods.* 2022, 194, 106431. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2022.106431>
3. Турос О.І., Петросян А.А., Маремуха Т.П. Оцінка збитків здоров'ю населення від короткочасного впливу високих концентрацій озону. «Довкілля та здоров'я». 2020. № 3. С. 19-20. <https://doi.org/10.32402/dovkil2020.03.019>
4. Міністерство охорони здоров'я України. [Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць](#). Наказ № 52 від 14.01.2020.
Ідентифікатор: [z0156-20](#)
5. Dzhamalutdin Chalaev, Tatiana Hrabova, Vitalii Sydorenko, Pavlo Honcharov, Rostyslav Bazieiev. Increasing the efficiency of ozone technology in air purification hvac systems. *Acta Periodica Technologica.* 2023. Vol. 54. 105-114. <https://doi.org/10.2298/APT2354105C>

**INCREASING THE RELIABILITY AND EXTENDING THE RESOURCE
OF BOILERS BY USING DISCRETE-PULSE POWER INPUT
MECHANISMS**

Dr. Sci., Professor Obodovych O.M., PhD, Pereyaslavtseva O.O.,

PhD, Stepanova O.E., Khomenko V.M.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of
Sciences of Ukraine

***ABSTRACT:** An analysis of water preparation and treatment for energy facilities was carried out. It has been investigated that increasing the reliability and prolonging the resource of boilers is obtained due to the intensification of the process of chemical water purification by using discrete-pulse energy input mechanisms for the preparation of boiler feed water.*

***KEY WORDS:** DISCRETE-PULSE ENERGY INPUT, ROTARY-PULSATION DEVICES, BOILERS, INTENSIFICATION.*

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ПОДОВЖЕННЯ РЕСУРСУ
КОТЛІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ МЕХАНІЗМІВ ДИСКРЕТНО-
ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ**

д.т.н., професор Ободович О.М., к.т.н., Переяславцева О.О.,

к.т.н., Степанова О.Є., Хоменко В.М.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***АНОТАЦІЯ:** Проведено аналіз підготовки та обробки води для енергооб'єктів. Досліджено, що підвищення надійності та подовження ресурсу котлів отримується за рахунок інтенсифікації процесу хімоводоочищення шляхом використання механізмів дискретно-імпульсного введення енергії для підготовки живильної води котлів.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНЕ ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ, РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНІ АПАРАТИ, КОТЛИ, ІНТЕНСИФІКАЦІЯ.*

Thermal processes are widely used in the processing of food raw materials: pasteurization, sterilization, boiling, melting, defrosting, evaporation, drying, baking, browning, etc.

Analysis of the use of heat at food enterprises shows that its consumption for technological heat consumption is 45-60 %, hot water supply – 23-30 %, heating and ventilation – 10-25 %, own needs – up to 10 %. Therefore, food enterprises are energy-intensive industries.

The issue of water preparation and treatment for energy facilities has now become particularly relevant. The physical and chemical properties of water and steam largely determine the service life of the equipment.

Scale, oxygen and carbon dioxide corrosion lead to a decrease in heat transfer, a decrease in the service life and failure of equipment, and an increase in heat loss. Oxygen and carbon dioxide dissolved in water increase the rate of corrosion of steel, especially at elevated temperatures.

Research on the use of the method of discrete-pulse energy input for water purification was carried out at the Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine.

The purpose of the work is to increase the reliability and prolong the resource of boilers due to the intensification of the process of chemical water purification by using discrete-pulse energy input mechanisms for the preparation of feed water for boilers.

The results of studies of changes in the physical and chemical parameters of artesian water depending on the time of treatment by the method of discrete-pulse energy input in a rotary-pulsation apparatus (thickness between the cylinder gap 100 μm) at an initial temperature of 20 °C showed that the addition of ammonium hydroxide in the amount of 0,008-0,015 % with subsequent treatment using the

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
method of discrete-pulse energy input in the rotary-pulsation apparatus provides a significant reduction in water hardness.

ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ ШИЇТАКЕ

академік УАН, д.т.н., професор Петрова Ж.О., к.т.н. Самойленко К.М.,
аспірант Граков Д.П., аспірант Коваль І.О.

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

Анотація. У роботі наведено дослідження кінетики сушіння культивованих грибів Шіітаке.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГРИБИ, ШИЇТАКЕ, СУШІННЯ.

STUDY OF DRYING OF CULTIVATED SHIITAKE MUSHROOMS

Academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor Petrova Zh., PhD Samoilenko K., graduate student Grakov D, graduate student Koval I.

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Abstract. The paper presents a study of the drying kinetics of cultivated Shiitake mushrooms.

KEY WORDS: MUSHROOMS, SHIITAKE, DRYING.

Гриби є надзвичайно корисною заміною тваринного білку в раціоні людини. Проте, вони мають невеликий термін зберігання після збору врожаю - 1-3 дні (температура навколишнього середовища – 18-20 °С) і 3-5 днів при температурі 4°С. Одним із способів продовжити термін придатності є сушіння.

На основі аналізу літературного огляду закордонних та вітчизняних робіт, які присвячені проблемам сушіння культивованих грибів виявлено необхідність інтенсифікації процесу сушіння із збереженням високої якості

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
кінцевої продукції за допомогою використання комбінованого енергопідведення [1].

Метою роботи є дослідження сушіння культивованих грибів Шіітаке за різними режимами сушіння.

Дослідження кінетики сушіння культивованих грибів Шіітаке проведено на конвективному сушильному стенді, який обладнаний автоматичною системою обробки та збору інформації, що дозволяє більш точно характеризувати процес сушіння із побудовою кривих сушіння та швидкості сушіння. Експерименти із дослідження кінетики сушіння проводились при швидкості теплоносія $v = 3$ м/с (швидкість вибиралася з умови більш ефективного сушіння цього ж матеріалу в існуючих сучасних сушарках); при температурі теплоносія 60 °С, 100 °С, $100/60$ °С. Процеси зневоднення тривали до залишкової вологості 5.0 % та в межах часу 60 – 160 хв.

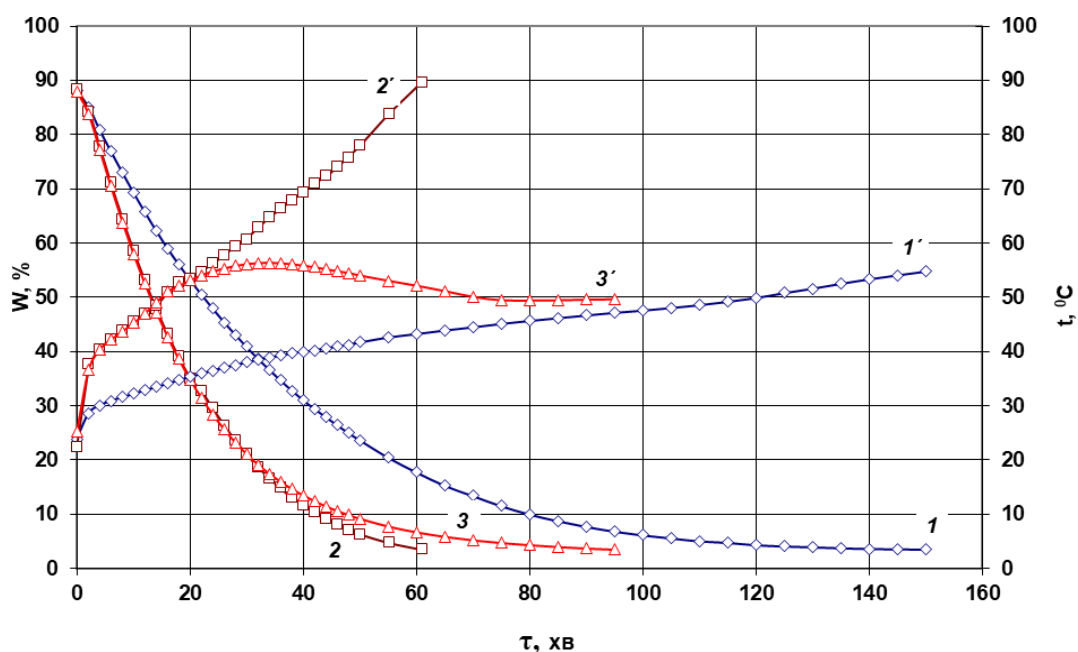


Рис. 1. Зміна вологості культивованих грибів Шіітаке за різних температур теплоносія $\delta = 10$ мм, $v = 3$ м/с, $d = 10$ г/кг с.п:
1,1' – 60 °С; 2,2' - 100 °С; 3,3' – $100/60$ °С

На рисунку 1 представлені криві сушіння зміни середньої (інтегральної) вологості матеріалу W в часі та температурні криві. Температура теплоносія становить 60 °С, 100 °С і ступеневий режим 100/60 °С. В зв'язку з малою товщиною матеріалу і високою інтенсивністю випаровування, аналіз всіх кривих вказує на відсутність першого періоду сушіння. Зневоднення відбувається у другому періоді. Зміна вологості (крива 1) грибів Шіїтаке при температурі теплоносія 60 °С відбувається протягом 156 хв. При цьому, як видно з температурної кривої 1', матеріал рівномірно прогрівається протягом всього періоду сушіння і лише в кінці температура матеріалу становить 55 °С.

Крива зміни вологості 2 показує, що процес інтенсифікується при температурі теплоносія 100 °С і триває всього 60 хв. Температурна крива 2' вказує на інтенсивний прогрів матеріалу та на 55 хв процесу температура матеріалу різко підвищується і становить на 60 хв – 90 °С. Це призводить до денатурації білків, утворення меланоїдинових реакцій, руйнуванню вітамінів та інших небажаних процесів, хоча при цьому найкоротша тривалість процесу. Виходячи з цих досліджень, доцільно на початку процесу, коли вологість грибів висока, збільшити температуру теплоносія до 100 °С, не доводячи до високого прогріву матеріалу. Криві зміни вологості 3 та температури 3' показують, що через 20 хв температура матеріалу становить 50 °С і доцільно знижувати температуру теплоносія до 60 °С. В даному випадку дещо уповільнюється процес і його тривалість становить 97 хв, що значно більша за режим 100 °С теплоносія (крива 2,2'), проте значно менша, ніж при температурі 60 °С (крива 1,1'). Виходячи з цих даних, дослідження сушіння потрібно проводити ступеневим режимом при температурі теплоносія 100/60 °С та температурі матеріалу 60 °С.

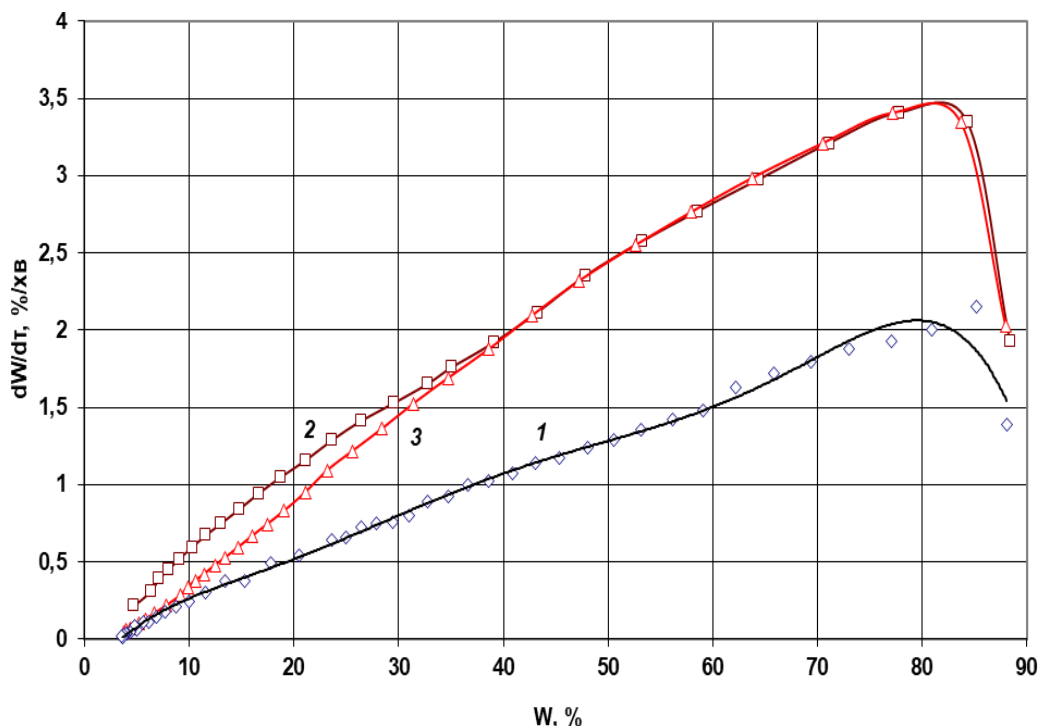


Рис. 2. Зміна швидкості сушіння культивованих грибів Шіїтаке за різних температур теплоносія $\delta = 10$ мм, $v = 3$ м/с, $d=10$ г/кг с.п:

1 - 60°C; 2 - 100°C; 3 – 100/60°C

На кривих швидкості сушіння (рис. 2) видно, що швидкість сушіння як при температурі теплоносія 100 °C так при 100/60 °C становить 3,5 %/хв (криві 2,3). Температура 60 °C (крива 1) уповільнює швидкість сушіння. Крива швидкості ступеневого режиму (крива 3), як і на графіку зміни вологовмісту (рис. 2) збільшується швидкість сушіння у порівнянні із 60 °C (крива 1). Як видно з рисунків 2-3, при ступеновому режимі 100/60 °C, процес сушіння триває в 1,6 р. швидше у порівнянні із режимом 60 °C, та швидкість сушіння також є більшою та становить 3,5 %/хв.

В результаті проведених експериментів щодо впливу різних режимних параметрів в залежності від способу енергопідведення досліджено кінетику зневоднення культивованих грибів та запропоновано найбільш ефективні з них – двостадійний 100/60 °C. При цьому зменшується тривалість сушіння для культивованих грибів Шіїтаке 1,4 р. у порівнянні з

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
режимом 60 °С, за рахунок чого майже не відбувається окислення грибів, що є запорукою світлого кольору сухого продукту.

Література:

1. Sniezhkin Yu., Petrova Zh., Bessarab O., Samoilenko K., Grakov D., Petrov P. Intensification of drying process of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) using combined methods of dehydration. Ukrainian Food Journal. 2023. Volume 12. Issue 3, p. 444-457.

ROTOR-PULSATION APPARATUS FOR REDUCING TEMPORARY WATER HARDNESS

Dr. Sci., Professor Obodovych O.M., Ph.D. Pereyaslavtseva O.O.,

Ph.D. Stepanova O.E., Ph.D. Rezakova T.A.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

***ABSTRACT:** An analysis of the shortcomings of water treatment methods was carried out. The possibility of reducing the temporary hardness of water due to rotary-pulsation devices that work on the principle of discrete-pulse energy input has been determined.*

KEY WORDS: DISCRETE-PULSE ENERGY INPUT, CAVITATION, ROTARY-PULSATION DEVICE, RIGIDITY.

ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ТИМЧАСОВОЇ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ

д.т.н., професор Ободович О.М., к.т.н., Переяславцева О.О.,

к.т.н., Степанова О.Є., к.т.н. Резакова Т.А.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***АНОТАЦІЯ:** Проведено аналіз недоліків методів підготовки води. Визначено можливості зниження тимчасової жорсткості води за рахунок роторно-пульсаційних апаратів, які працюють по принципу дискретно-імпульсного введення енергії.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНЕ ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ, КАВІТАЦІЯ, РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ, ЖОРСТКІСТЬ.

The issue of water treatment in the food and other industries has always remained relevant. Various methods of water softening are known: thermal,

reactive, ion exchange. There are also reagentless methods, which include electrochemical, including electrodialysis, membrane, and reverse osmosis methods. All of them are devoid of selectivity, therefore, together with hardness salts, other substances dissolved in water are removed, which is undesirable, especially in the food industry, where it is necessary to maintain a certain level of natural mineralization of water in order to obtain food products with a complete mineral composition.

The purpose of this work was to determine the possibility of reducing the temporary hardness of water due to treatment in a rotary-pulsation apparatus.

Currently, there are a variety of types of rotary-pulsation devices that work on the principle of discrete-pulse energy input. When processing liquid media and water in rotary-pulsation devices, various physical and chemical processes take place, the most important of which is cavitation. There are three types of cavitation in rotary-pulsation devices: hydrodynamic, steam and acoustic. The phenomenon of cavitation is associated with the collapse of bubbles with initially superheated vapor in the liquid, while a large amount of energy is released, which is spent on reducing the temporary stiffness.

The effect is achieved due to the superheat mechanism of converting dissolved bicarbonates into an insoluble carbon form. The reaction mechanism is based on the destruction by pressure pulsations caused by cavitation propagating in water of the hydrate shells dissolved and existing in the form of $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ and $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ carbonate ions, that is, on the dehydration of ions and thereby stimulating the transition of these hardness salts into an amorphous colloidal form of CaCO_3 and MgCO_3 , which can exist in hot water without crystallizing and without creating encrusting deposits on hard walls.

The effect of reducing the temporary hardness of water during treatment in rotary-pulsation devices depends on the design features of the devices and treatment modes and can reach 100 %.

Conclusion: The work shows the possibility of reducing the temporary hardness of water to almost 100 % due to processing in rotary-pulsation devices. The effect of the cavitation mechanism of converting dissolved bicarbonates into an insoluble carbon form is shown.

GEOTHERMAL ENERGY DEVELOPMENT POTENTIAL IN UKRAINE

Dr. Sci. Jamalutdin Chalaev, Dr. Sci., Professor Oleksandr Obodovych,

PhD Olena Pereiaslavl'tseva, PhD Tatiana Rezakova,

leading engineer Evgeny Protsenko,

Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of
Ukraine Kyiv, Ukraine

Abstract: *The energy potential of geothermal resources in Ukraine was determined and promising regions were selected for the development of geothermal energy. For these regions, the possible directions of using geothermal energy are considered and a number of modern technologies that can be introduced in Ukraine are proposed.*

Анотація: *Визначено енергетичний потенціал геотермальних ресурсів в Україні та обрано перспективні регіони для розвитку геотермальної енергетики. Для цих регіонів розглянуто можливі напрямки використання геотермальної енергії та запропоновано низку сучасних технологій, які можна запроваджувати в Україні.*

KEYWORDS: *GEOTHERMAL ENERGY, ENERGY POTENTIAL, GEOTHERMAL FLUID, WELL*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ, ГЕОТЕРМАЛЬНИЙ ФЛЮЇД, СВЕРДЛОВИНА.*

Geothermal resources are an almost inexhaustible environmentally friendly source of renewable energy. In Ukraine, there are large reserves of hot thermal waters, which are practically not used for the needs of heat power engineering. Analysis of literature data and previous developments carried out at the institutes of IET and IVE NAS of Ukraine made it possible to correct the general and

technically possible potential of geothermal energy in Ukraine and determine the most promising directions for the development and implementation of geothermal energy. According to expert estimates, the theoretically possible energy potential of geothermal energy in Ukraine is more than 40 GW in capacity, and the economically viable potential is about 10 GW. The main area of application of geothermal energy in Ukraine is small-scale energy, within which it is possible to create local geothermal energy complexes for the production of electrical and thermal energy, the extraction of useful mineral compounds.

The list of modern technologies that are successfully used in the world, and which, in our opinion, must be applied in Ukraine should include:

- introduction of technologies of geothermal circulation systems (GCS) with the injection of spent (cooled) geothermal fluid into the aquifer;
- introduction of technologies for double-circuit geothermal power supply systems using corrosion-resistant heat exchangers and preinsulated pipelines made of high-strength composite materials;
- introduction of GCS technologies with the use of a downhole coaxial heat exchanger of the "pipe-in-pipe" type;
- development of technologies for the construction of high-rate wells with horizontal or inclined shafts in an aquifer;
- conversion of a significant number of individual idle wells of oil and gas fields to the extraction of geothermal energy using deep coaxial heat exchangers of the "pipe in pipe" type and creating a circulation loop with an intermediate heat carrier;
- introduction of modern binary GeoPPs of medium and low power on the basis of serial power modules, for example, "Obcon Powerbox", Sweden or "Ormat", Israel and the organization of production of such equipment in Ukraine;
- introduction of heat pump technologies to increase the temperature potential of the coolant on the basis of vapor compression heat pumps or absorption thermotransformers;

- development and implementation of integrated technologies for the utilization of geothermal energy and the extraction of useful hydromineral resources.

A significant reserve for the extraction of geothermal energy is suspended wells in the territory of gas fields, of which there are several thousand on the territory of Ukraine. The developed oil and gas fields, even after their complete closure for the production of hydrocarbons, remain an important energy resource, primarily in the regions of their location, and in the development of state policy and appropriate measures at the state level, and the resource of the entire fuel and energy complex of Ukraine.

**LONG-TERM PLANNING OF SYNERGISTIC INTERACTION
OF FOREST FARMS AND ENTERPRISES CLOSE TO THEM
WITH APPROPRIATE TECHNICAL AND
ORGANIZATIONAL RE-EQUIPMENT**

Belyaev G., Belyaeva I., Zhukov K., Stetsuk V.

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ABSTRACT. The paper is devoted to the organization of long-term sustainable interaction of forest farms and enterprises close to them with mandatory technical and organizational re-equipment of their fixed assets.

KEYWORDS: FORESTRY ENTERPRISE, WOOD FUEL COD, ILLIQUIDWOOD WASTE.

**ДОВГОСТРОКОВЕ ПЛАНУВАННЯ СИНЕРГІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ
ЛІСГОСПІВ ТА НАБЛИЖЕНИХ ДО НИХ ПІДПРИЄМСТВ З
ВІДПОВІДНИМ ТЕХНІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНИМ
ПЕРЕОСНАЩЕННЯМ**

Беляєв Г.В., Беляєва І.П., Жуков К.Л., Стецюк В.Г.

Інститут технічної теплофізики НАН України

АНОТАЦІЯ. Робота присвячена організації довгострокової сталої взаємодії лісгоспів та наближених до них підприємств з обов'язковим техніко-організаційним переоснащенням їх основних фондів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДЕРЕВНА ПАЛИВНА ТРИСКА, ЛІСОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО, НЕЛІКВІДНІ ВІДХОДИ ДЕРЕВИНИ.

The purpose of the work. Development of technical requirements and design solutions for the organization of the system of sustainable energy use of renewable wood resources.

Results.The report belongs to one of the traditional activities of the laboratory of heat and mass transfer processes and equipment - a drastic reduction in unit costs for fuel and energy component in heating and production processes through systematic intensification of thermal technologies and extensive involvement of secondary energy and material resources [1].

The work is based on the following conceptual provisions.

1. Transfer of heat-generating objects territorially close to the forestry enterprise into fuel in the form of pre-dried to moisture $W \leq 20\%$ of wood chips or firewood necessarily requires a number of organizational and technical measures, both at heat-generating objects and in forestry enterprises that are accompanied by significant capital investments.

2. Measures in accordance with paragraph 1 shall be carried out simultaneously.

3. The relationship between heat generating and forestry enterprises must be legally binding and long-term.

4. In addition to the current legislation, the guarantor of compliance with mutual obligations under the contract must also be local governments on the one hand, and on the other - the regional forestry department, which is subordinated to the forestry enterprise-supplier of wood fuel.

5. In addition to the measures under item 1 at the forestry enterprise-supplier it is necessary to make certain changes in the nomenclature of marketable products.

6. Ensuring the measures provided for in paragraphs 1-5 necessarily requires the development and approval of a targeted scientific and technical program aimed at integrating local forestry enterprises into the energy use of by-products of forestry activities.

Conclusions.Technical requirements, design solutions and a "road map" for the gradual involvement of forestry enterprises in sustainable interaction with energy facilities have been developed [2, 3].

References.

1. Дослідження тепломасообмінних процесів і розробка нових енергоефективних методів та технологічного обладнання виробництва біопалива з лісорослинницьких відходів: звіт про НДР (заключний) ІТТФ НАН України. № ДР 0115U002667; кер. В.О.Кремньов, А.В.Тимощенко. Київ, 2019, 390 с.

2. Беляєв Г.В., Беляєва І.П., Жуков К.Л. Скоординовані організаційно-технічні заходи на підприємствах лісового господарства – постачальниках і теплогенеруючих об'єктах-користувачах деревного палива. / Матеріали XII Міжнародної онлайн конференції «ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ», 26 – 27 жовтня 2021 року, м. Київ. С. 48.

3. Кремньов В.О., Тимощенко А.В., Беляєв Г.В., Беляєва І.П., Жуков К.Л., Корбут Н.С., Стецюк В.Г. Системна інтенсифікація тепло- і біотехнологічних процесів при утилізації ресурсоцінних відходів біологічного походження на території об'єднаних територіальних громад/ Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій– 2022: колективна монографія Полтава – Львів: НУПІ імені Юрія Кондратюка, НУ «Львівська політехніка» — Дніпро: Середняк Т. К., 2022, С. 326-339.<https://nupp.edu.ua/page/opis-kolektivnoi-monografii.html>

USE OF A ROTOR-PULSATION APPARATUS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE OXYGEN ABSORPTION PROCESS IN AQUEOUS SOLUTIONS

Dr. Sci., Professor Obodovych O.M.¹, PhD Buliy Y.V.²,

PhD Pereiaslavl'tseva O.O.¹, PhD Stepanova O.E.¹,

¹Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

²National University of Food Technologies

Abstract: *Experimental studies of the process of oxygen absorption in aqueous solutions using a rotary-pulsation apparatus (RPA), which implements the method of discrete-pulse energy input, have been carried out. As a result of research, the values of the parameters characterizing the efficiency of aeration, namely the oxidizing capacity of aeration for different modes of operation of the dispersant-mixer, were obtained. The high efficiency of using RPA has been proven in comparison with some aeration devices.*

Анотація: *Проведено експериментальні дослідження процесу абсорбції кисню у водних розчинах при використанні роторно-пульсаційного апарату (РПА), в якому реалізується метод дискретно-імпульсного введення енергії. В результаті досліджень було отримано значення параметрів, що характеризують ефективність аерації, а саме окислювальної здатності аерації для різних режимів роботи диспергатора-змішувача. Висока ефективність використання РПА доведена у порівнянні з деякими аераційними пристроями.*

KEYWORDS: ROTOR-PULSATION APPARATUS, AERATION, OXIDIZING CAPACITY, DISPERSANT-MIXER.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ, АЕРАЦІЯ, ОКИСЛЮВАЛЬНА ЗДАТНОСТЬ, ДИСПЕРГАТОР-ЗМІШУВАЧ

The principle of energy-saving equipment consists in the maximum use of the supplied energy to obtain the final product.

Rotary-pulsation apparatus (RPA) refers to devices that are widely used for obtaining finely dispersed emulsions, suspensions and for homogenization of liquid mixtures. They are also used in the microbiological, food and dairy industries, where production processes involve high-speed chemical reactions.

The intensification of physico-chemical processes in RPA leads to a significant reduction of consumed energy, reduction of equipment dimensions, combination of several technological processes in one device.

Some technologies that use RPA as part of the implementation of the method of discrete-pulse energy input are considered in [1].

The purpose of the work is to evaluate the efficiency of using a rotary-pulsation apparatus in the process of aerating aqueous solutions.

The experimental setup consists of a vessel with a total volume of 50 l, a disperser-mixer, an ejector assembly, a recirculation pipeline, an air duct, an electric motor, the shaft of which is connected to the shaft of the disperser-mixer through transmission and bearing assemblies.

The stuffing box ensures the tightness of the disperser-mixer. A control and control unit (CCU) consisting of a frequency converter, an ammeter, and an electricity meter is provided to control the frequency of rotation of the rotor and control the energy consumed.

Determination of the efficiency of aeration is based on the use of chemical oxidation with oxygen of the air supplied to the installation, sodium sulfite, which is a component of the aqueous model solution.

As a result of research, the values of the parameters characterizing the efficiency of aeration, namely the oxidizing capacity of aeration for different modes of operation of the dispersant-mixer, were obtained.

Comparative characteristics of aeration conditions, sulfite number and energy consumption of some aeration devices according to the proposed generalized aeration criterion are given in table 1.

Table 1

Comparative characteristics of aeration conditions, sulfite number and energy consumption of some aeration devices

Typ aeratora	Air consumption, m ³ /h	k _L , h ⁻¹	Oxidizing capacity, kg O ₂ /m ³ h	Aeration efficiency, kg O ₂ /(kW·h)
Rehau length 75 cm; the height of the water layer 45 cm [2]	3,9	19,33	2,01	3,77
Perforated stirrer №/K8, T _L =32,3 °C [3]	н/д	2153,0	10,50	0,24
Rotary-pulsation apparatus (n= 47, 5 rpm)	0,54	1909,0	5,0	50,0

Conclusions:

The work experimentally proved the high efficiency of using rotary-pulsation devices in the process of oxygen saturation of aqueous solutions. The presence of a stator allows to increase the speed of mass transfer by more than 50%. When comparing the efficiency of aeration with some installations, it was determined that the specific energy consumption per unit of dissolved oxygen was an order of magnitude lower than samples of pneumatic and mechanical aeration.

LITERATURE:

1. Микро- и наноуровневые процессы в технологиях ДИВЭ: Тематический сборник статей/ под общей ред. А.А. Долинского; Институт технической теплофизики НАН Украины. – К. Академперіодика, 2015. – 464 с.

2. Серпокрьлов Н. С. Снижение энергопотребления систем аэрации сточных вод / Н. С. Серпокрьлов, А. С. Смоляниченко. // Вестник ТГАСУ. – 2010. – №3. – С. 192–199.

3. Хабибрахманов Р.Б. Исследование массообменных характеристик аппаратов с перфорированными мешалками сульфитным методом / Р. Б. Хабибрахманов, С. Г. Мухачев. // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. –Т.17, №2. – С.140-143.

STUDY OF THE AERATION PROCESS IN INNOVATIVE HEAT AND MASS EXCHANGE EQUIPMENT

Dr. Sci., Professor Obodovych O.M.¹, PhD Sheiko T.V.²,

PhD Pereiaslavl'tseva O.O.¹, PhD Stepanova O.E.¹,

chief designer Khomenko V.A.¹

¹Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

²Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Abstract: *The paper investigates the process of oxygen absorption in water using the sulfite method in an experimental aeration unit with a rotary-pulsating device and different locations of ejector nodes. The experiments were carried out at different speeds of rotation of the rotor unit. Graphs of the dependence of sodium sulfite concentration on the time of the experiment were obtained. The efficiency of aeration was determined.*

Анотація: *В роботі досліджено процес поглинання кисню у воді сульфитним методом в експериментальній аераційній установці з роторно-пульсуючим апаратом та різним розташуванням ежекторних вузлів. Експерименти проводились при різних швидкостях обертання роторного вузла. Отримано графіки залежності концентрації сульфіту натрію від часу експерименту. Визначено ефективність аерації.*

KEYWORDS: AERATION UNIT, EJECTOR UNITS, SODIUM SULFITE, ROTOR UNIT, ROTATION SPEED.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АЕРАЦІЙНА УСТАНОВКА, ЕЖЕКТОРНІ ВУЗЛИ, СУЛЬФІТ НАТРІЮ, РОТОРНИЙ ВУЗОЛ, ШВИДКІСТЬ ОБЕРТАННЯ.

Purpose of work: study of the process of oxygen absorption in water by the sulfite method in an experimental installation with a rotary-pulsating apparatus with different locations of ejector nodes and determination of aeration efficiency.

Results. The experimental aeration plant is a combination of mechanical and jet aeration methods, and includes an aerator-oxidizer, which is a rotary-pulsation apparatus and water-air ejectors, one at the entrance of the rotary-pulsation apparatus, the other at the exit. The installation scheme allows for aeration with each ejector separately. The hydraulic and energy characteristics of the installation were determined for each of the two schemes. The efficiency of aeration according to both schemes was determined by the method of chemical oxidation of sodium sulfite, which was a component of the aqueous model solution, with oxygen from the air supplying the installation. All experiments were performed under the following initial conditions: liquid volume 10 L, sodium sulfite concentration 10 mg/L, temperature 15°C. Samples were taken every 5 min. within 20 min. The experiments were carried out for the rotation speeds of the rotor unit of the rotor-pulsation apparatus – 38,2, 43,0 and 47,75 rpm. No catalyst was used during the experiments. On the basis of the obtained data, graphs of the dependence of the concentration of sodium sulfite on the time of the experiment were constructed. The resulting curve is approximated to a straight line by the method of least squares. Oxygen mass transfer rate (sulfite number) is defined as the tangent of the angle of inclination of this straight line to the abscissa axis.

Conclusions. Installing an ejector at the entrance of the RPA during aeration of aqueous solutions showed a higher rate of oxygen mass transfer, with lower energy costs for aeration and mixing of the water-air mixture.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ТЕПЛОЄМНОСТІ
ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ
ВОДОРОЗЧИННИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ВУГЛЕВОДНІВ
РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ**

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Коник А.В., к.т.н., с.н.с. Іванов С.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Теплоаккумуляційні матеріали (ТАМ) – це речовини, що здатні накопичувати теплову енергію за рахунок своїх теплофізичних властивостей. До них відносяться як речовини природнього походження, так і композиції речовин поєднаних штучним шляхом. Основними характеристиками ТАМ температурний діапазон застосування, стабільність теплофізичних властивостей при експлуатації, вибухо- та пожежобезпечність та ін. [1]. Однією з найважливіших характеристик для ТАМ є теплоємність речовини, тому особливу увагу приділено саме цьому параметру.



Рис. 1 – зразок ТАМ

В лабораторії Процесів та технологій теплозабезпечення ІТТФ НАН України було створено ТАМ на основі водорозчинних високомолекулярних вуглеводнів рослинного походження [2,3] з метою подальшого використання в теплових акумуляторах емнісного типу [4].

Дослідження теплоємності ТАМ проводились у Лабораторія теплометрії ІТТФ НАН України з використанням диференціального мікрокалориметра ДМКИ-1, основні технічні характеристики і фото наведені в таблиці 1 та рис. 2.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики диференціального мікрокалориметра ДМКИ-1, (дані наведено лише для теплоємності)

Характеристика	Значення
Температурний діапазон, °С	30...105
Максимально допустима маса зразка, г	25
Межі основної абсолютної похибки зважування, г	0,05
Похибка визначення питомої теплоємності (для хімічно-чистих матеріалів), %	2,5



Рисунок 2 – Диференціальний мікрокалориметр ДМКИ-1.

Дослідження проводились з метою визначення залежності зміни питомої теплоємності зразків речовин від температури. Для отримання даних про теплоємність проведено цикл з трьох досліджень для кожного зразка за однакових умов проведення експерименту. Отримані дані для кожного матеріалу представлені як середнє значення теплоємності матеріалу в температурному діапазоні від 30 до 90 °С.

Вимірювання питомої теплоємності зразків виконано відповідно до [5]. Зразок розміщувався в робочій комірці приладу та зважувався, після чого обидві комірочки приладу закривалися паронепроникною мембраною, в якій голкою виконано два отвори напроти центрів робочої комірочки та комірочки-референта. Отвори дозволяють вирівнювати тиск між газовим середовищем

комірок та робочої камери протягом дослідження одночасно запобігаючи випаровуванню рідини зі зразка.

Дослідження проводилось в умовах періодичного підвищення температури зразка. Весь температурний діапазон дослідження поділено на однакові інтервали (кроки) достатньої тривалості для встановлення в робочій камері системи рівноважного стану та його підтримування протягом не менше 10 хв. При підвищенні температури нагрівників до температури наступного інтервалу сенсорами теплового потоку комірок фіксується кількість теплоти, яку витрачено на нагрівання робочої комірки зі зразком та комірки-референта до заданої інтервалом температури.

Значення питомої теплоємності для окремо взятого інтервалу обчислюється за наведеною формулою:

$$c = 1/m \cdot \left[\int_{\tau_1}^{\tau_2} \Delta Q(\tau) d\tau / \Delta T + \Delta C_{БАЛ} \right], \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$$

де: m - маса досліджуваного зразка; ΔQ - різниця теплових потоків, що реєструються робочою коміркою та коміркою-референтом за час від τ_1 до τ_2 (тривалість інтервалу); ΔT - різниця значень температури між інтервалами; $\Delta C_{БАЛ}$ - параметр, який враховує неідентичність теплофізичних властивостей робочої комірки і комірки-референта;

Вимірювання питомої теплоємності проводились для діапазону температури зразка від 30 до 100 °С; різниця температур між інтервалами – 5 К; тривалість інтервалу – 25 хв. Температура віднесення значення теплоємності при підвищенні температури зразка на один крок приймається як середня температура між кроками.

Результати досліджень теплоємність зразків з різними термінами експлуатації представлено на рис. 3.

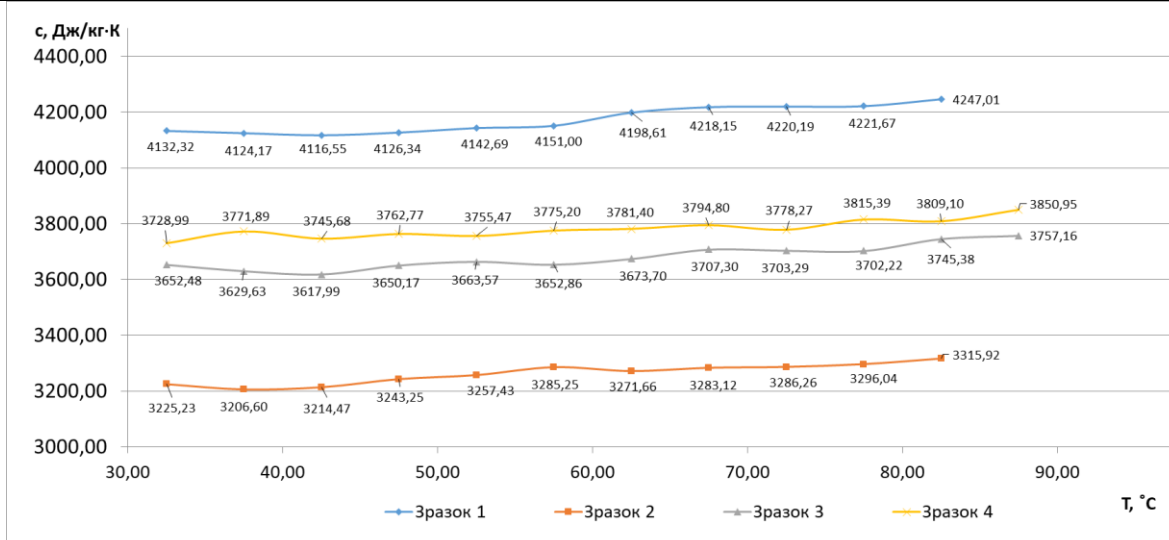


Рисунок 3 - Питома теплоємність теплоаккумуляційного матеріалу на основі водорозчинних високомолекулярних вуглеводів: 1 – вода (контрольний зразок), 2 – ТАМ після 4 опалювальних сезонів, 3 – ТАМ після 2 опалювальних сезонів, 4 – ТАМ до термоциклування.

За результатами досліджень питомої теплоємності теплоаккумуляційного матеріалу у порівнянні з водою, ТАМ до термоциклування має меншу теплоємність у межах від 9,35 до 10,3 %. Також встановлено, що відбувається поступове зниження теплоаккумуляційної здатності зразків ТАМ. Після двох опалювальних періодів зниження відбувається у межах від 2,06 до 2,97 %, після чотирьох періодів – від 12,97 до 13,6 % у порівнянні з ТАМ до термоциклування. Отже, строк експлуатації теплоаккумуляційного матеріалу у теплових акумуляторах ємнісного типу об'ємом 1,5 м³ не менше 2 років.

Перелік посилань

1. Phase Change Materials (Phasenwechselmaterial) 2018 Gütesicherung. Quality Assurance RAL-GZ 896 Deutsches Institut Für Gütesicherung und Kennzeichnung E.V. https://www.pcm-ral.org/pdf/RAL_GZ_896_Phase_Change_Material_Edition_March_2018.pdf

2. Demchenko V., Konyk F., Dekusha H. 2023 Determination of components for heat storage material. IOP Conference Series: Earth and

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
Environmental Science , Volume 1254 , 4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technology, Social and Economic Matters (ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Кривий Ріг, Україна DOI 10.1088/1755-1315/1254/1/012033

3. Демченко В.Г., Коник А.В., Фалько В.Ю. Заявка на винахід а 2021 07588 від 24.12.2021. Акумуляційна рідина для систем опалення та охолодження

4. Демченко В.Г., Коник А.В. Акумулятор теплоти ємнісного типу. 2022. UA Патент 126579.

5. ДСТУ ISO 11357-4:2010 «Диференціальна сканувальна калориметрія. Частина 4. Визначення питомої теплоємності

ON THE PROBLEM OF INCREASING THE THERMAL EFFICIENCY OF SPRAY DRYING PLANTS

PhD Pereiaslavitseva O.O., leading engineer Protsenko E.M

Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of
Ukraine Kyiv, Ukraine

Abstract: *The issue of increasing the efficiency of spray dryers at the stage of separation of the spent heat carrier (air) and the use of its temperature potential is considered.*

Анотація: *Розглянуто питання підвищення ефективності розпилювальних сушарок на стадії сепарації відпрацьованого теплоносія (повітря) та використання його температурного потенціалу.*

KEYWORDS: *SPRAY DRYING UNITS, SEPARATION, HEAT UTILIZATION*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *РОЗПИЛЮВАЛЬНІ СУШАРКИ, СЕПАРАЦІЯ, УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОТИ*

Current requirements to the work of drying plant- this is a significant reduction a expenditure of heat per unit of powder product. This is especially true for the operation of spray drying installations, in which the use of heat carrier (air) exiting the drying chamber involves both the utilization of heat and the fine fraction that remains in the heat carrier (air) after using cyclonic separation. So, the temperature of air discharged into the atmosphere, when drying of various food products, medical preparations and other may be 70-90°C. In the chemical industry, the temperature of the exhaust air is even higher – 120-150°C. During the last years of intensive search of different ways of solving these tasks. Efficiency of use in the spray dryer of heat heated air (from 15 c to ~ 180 c) is $\approx 0,50$. Today the inefficiently use of energy can not be considered satisfactory.

The schemes for using the heat of the air leaving the chamber are quite metal-intensive equipment that requires significant capital investments and labor costs during operation (wet cleaning systems or scrubbers, various recovery systems based on heat exchangers, systems using heat pipes and thermosiphons).

In the ITTF NAS of Ukraine there are developments on the basis of which the efficiency of separation of air and the polydispersed particles in air is carried out using a two-stage method:

- cyclone + multistage cyclone;
- cyclone + application acoustic coagulation;
- cyclone + cyclone-precipitating;
- cyclone + the system with twisted flows.

Testing of such schemes makes it possible to obtain a sufficiently low content of fine fractions in the air, which can then be used both in recuperative heat exchangers and for mixing with the primary heat carrier in calculated ratios corresponding to a specific installation and specific technology.

For technologies in which it is advisable to use "wet" purification of a vapor-gas flow, the ITTF has developments that are either separate installations (modules) of the spray or airlift type, or in the form of a set of several modules.

РОЗРОБКА ФОТОКАТАЛІТИЧНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ

д.т.н, с.н.с. Чалаєв Д.М.¹, к.т.н., с.н.с. Грабова Т.Л.¹, к.т.н., с.н.с.
Гончаров П.В.², Базєєв Р.Є.¹, Ковальов В.І.¹, к.т.н., с.н.с. Гончарова О.М.²,
Посунько Д.В.¹

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України

² ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

Анотація: Розроблена технологія створення фотокаталітичних модулів для систем очищення повітря в централізованих припливно-витяжних вентиляціях будівель. Запропоновано апаратне оформлення установки нанесення дисперсних частинок фотокаталізатора на полімерні волокнисті структури фільтрувального матеріалу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МАТРИЦЯ-НОСІЙ, ФОТОКАТАЛІЗАТОР, СПОСІБ НАНЕСЕННЯ, ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

DEVELOPMENT OF PHOTO-CATALYTIC MODULES FOR AIR DISINFECTION SYSTEMS

D.E.Sc. Chalaev D.¹, Ph.D. Hrabova, T.¹, Ph.D. Honcharov P.², Bazeev R.¹,
Kovalov V.¹, Ph.D. Honcharova O.², Posunko D.¹

¹Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

²E.O. Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine

Abstract: The technology for creating photocatalytic modules for air purification systems in the centralized supply and exhaust ventilation of buildings has been developed. The hardware design of an installation for applying dispersed particles of photocatalyst onto polymer fibrous structures of filter material is proposed.

KEYWORDS: CARRIER MATRIX, PHOTOCATALYST, APPLICATION METHOD, AIR PURIFICATION

Високоєфективним методом очищення й знезараження повітря від аеродисперсних забруднювачів, в тому числі від патогенної мікрофлори, є комплексний підхід із застосуванням плазмохімічної та фотокаталітичної системи очищення в системах проточної вентиляції будівель [1]. Модулі системи очищення повітря повинні легко вмонтовуватися в повітропроводи та не впливати на технологічні параметри роботи системи вентиляції (кратність повітрообміну, швидкість і температура потоків повітря тощо) й при цьому забезпечувати зниження ступеня мікробіологічного зараження та газофазного забруднення повітряного середовища до необхідного рівня.

Метою та завданням роботи є розробка фотокаталітичних фільтрів модульного типу для очищення повітря в системах проточної вентиляції будівель та технології нанесення фотокаталітичного матеріалу на поліпропіленову матрицю-носій (ПП-матриця), яка спрямована на функціоналізацію ПП-матриць для забезпечення їх фотореакційної здатності та оптимізацію експлуатаційних властивостей (аеродинамічний опір, стійкість до ерозії тощо).

Запропонована багатоступенева технологія з повним циклом створення фотокаталітичних модулів (ФК-модуль) на ПП-матрицях (рис. 1). Для реалізації комплексу тепломасообмінних процесів із застосуванням принципів ДІВЕ (етап 2-4) для нанесення каталізатора на поверхню ПП-матриці авторами була адаптована інноваційна установка ПФ-200 (ПФ 200.00.000) [2,3]. Технологія модифікування поверхні ПП-матриці каталізаторам базується на компіляції методів: занурення у водневу дисперсію каталізатора за фіксованої температури (145-148 °С) й фільтрації крізь пористий простір матриці.

Аналіз результатів досліджень топології поверхні показав, що отримано рівномірно шорстку поверхню з корпускулярною текстурою

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" покриття, яка сформована глобулярними структурами нанесеного діоксиду титана TiO_2 з розміром 80...160 нм (рис. 2 а,б). Така текстура поверхні забезпечує максимальний доступ UV випромінювання до частинок TiO_2 .

Запропонована геометрія фільтра з фотокаталітичним покриттям (рис. 2 в)

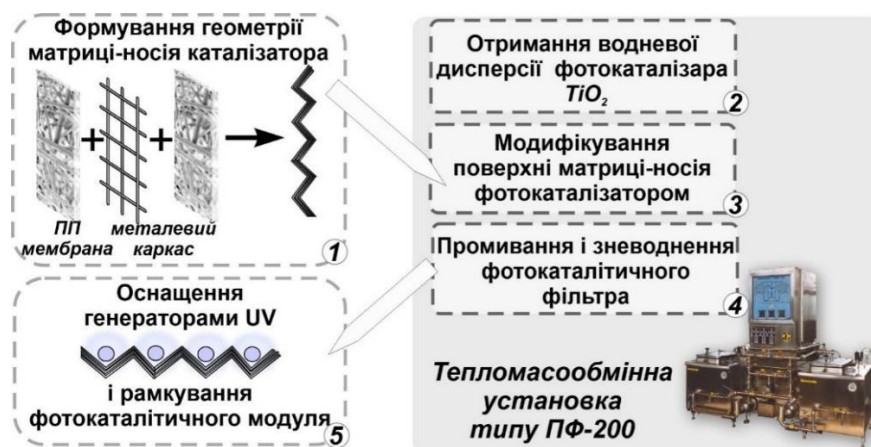


Рис. 1. Блок-схема запропонованої технології

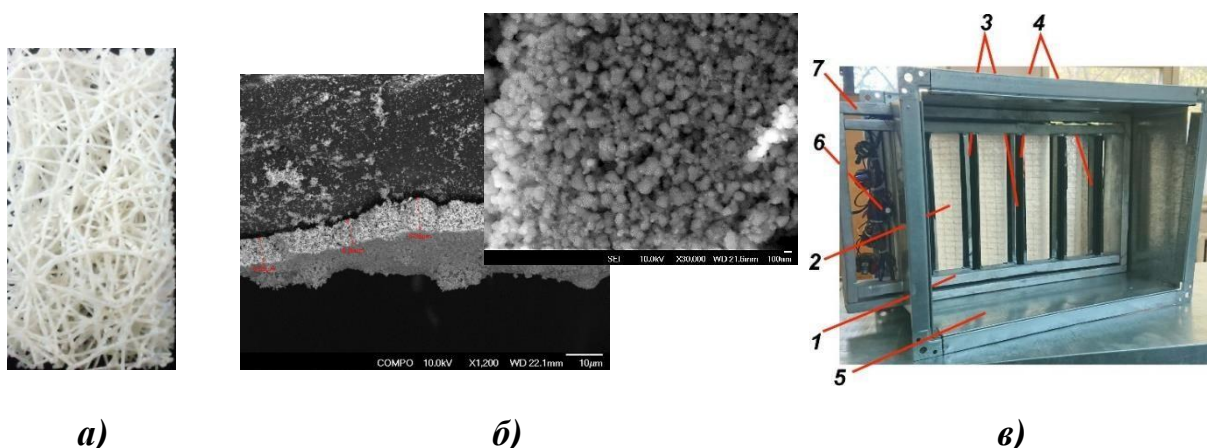


Рис. 2. Модифікована діоксидом титану AEROXIDE[®] TiO_2 P25 ПП-матриця (а) й топографія зрізу шару покриття TiO_2 (мікроаналізатор JAMP 9500F, кратність збільшення x1200, x30000) (б); ФК-модуль (в): 1 – ФК-касета; 2 – матриця-носії фотокаталізатора типу «сендвіч»; 3 – генератор UV-випромінювання; 4 – світловідбивний екран; 5 – фільтр-бокс; 6 – блок керування UV-лампами; 7 – монтажна рамка.

дозволила розвинути контактну й фотореакційну поверхні, при цьому аеродинамічний опір в порівнянні з фільтром без покриття зріс: лише в 1,5-1,6

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
раза при повітряному навантаженні 4000...9000 м³/(год·м²), й у 1,7-2 рази при навантаженні 9500...12000 м³/(год·м²). Розроблений та виготовлений дослідний зразок модуля фотокаталітичної обробки повітря (рис. 2) проходить тестові випробування на експлуатаційну спроможність на дослідно-експериментальній установці в ІТТФ НАН України [2,3].

Висновок. Вдосконалення процесів фотокаталітичного очищення повітря від аеродисперсних забруднювачів шляхом оптимізації каталітичних фільтрів з низьким аеродинамічним опором дозволяє їх застосовувати у системах проточної вентиляції громадських будівель та приміщень зі значним скупченням людей.

Перелік посилань:

1. Lobanov, L.; Chalaev, D.; Goncharov, P.; Grabova, T.; Pashchin, M.; Goncharova O.; Sydorenko, V. Development of Equipment for Air Decontamination in the Ventilation and Air Conditioning Systems of Public Buildings With the Use of the Photocatalysis and Plasmochemistry Methods. *Sci. innov.* 2023, 19, 71-85. <https://doi.org/10.15407/scine19.01.071>.

2. Grant #3277 «UNIT SOURCE SERVICES INC», USA (розробка й створення науково-технічної продукції – установка для виробництва фітопрепаратів).

3. Micro- and nano-level processes in DPIE technologies: Thematic collection of articles/ under. ed. acad. of NASU A.A. Dolinskyi. – К.: Akadempriodika, 2015. – 464 p.

ANALYSIS OF INNOVATIVE AIR CLEANING METHODS

Ph.D. Stepanova O.E., Kovalev V.I.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

ABSTRACT: *Methods of air purification from harmful impurities are considered. The Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine determined the effectiveness of the use of plasma-chemical and photo-catalytic methods of air purification.*

KEY WORDS: *CLEANING METHODS, OZONE, PLASMA CHEMICAL METHOD, PHOTOCATALYTIC METHOD.*

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

к.т.н. Степанова О.Є., Ковальов В.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України

АНОТАЦІЯ: *Розглянуто методи очищення повітря від шкідливих домішок. В Інституті технічної теплофізики НАН України визначено ефективність застосування плазмохімічного методу очищення повітря.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ, ОЗОН, ПЛАЗМОХІМІЧНИЙ МЕТОД, ФОТОКАТАЛІТИЧНИЙ МЕТОД.*

Unsatisfactory indoor air quality is a serious risk factor for human health and preservation of material values. There is a huge variety of microbiological pollutants – from pollen and spores of plants to bacteria, fungi, algae and some protozoa that enter the air from the environment, as well as to microorganisms and allergens that are transmitted from person to person [1].

Currently, there are a large number of methods of air purification from harmful impurities (NO_x, SO₂, H₂S, NH₃, carbon monoxide, various organic and inorganic substances). Among them, absorption and adsorption methods, thermal

afterburning, thermocatalytic, ozone, plasma chemical, photocatalytic and other methods.

The use of ozone for the deodorization of gas emissions is based on the oxidative decomposition of substances that smell bad. In one group of methods, ozone is injected directly into the gases being purified, in the other, the gases are washed with pre-ozonated water. The subsequent passage of ozonized gas through a layer of activated carbon or supply to the catalyst is also used. With the introduction of ozone and the subsequent passage of gas through the catalyst, the temperature of the transformation of such substances as amines, acetaldehyde, hydrogen sulfide, etc. decreases to 60-80 °C. The main application of ozone deodorization methods is in the purification of gases released during the processing of raw materials of animal origin at meat (fat) plants and in everyday life.

The plasma chemical method is based on passing an air mixture with harmful impurities through a high-voltage discharge. As a rule, ozonators based on barrier, corona or sliding discharges, or high-frequency impulse discharges on electrofilters are used. Air with impurities passing through the low-temperature plasma is bombarded by electrons and ions. As a result, atomic oxygen, ozone, hydroxyl groups, excited molecules and atoms that participate in plasma-chemical reactions with harmful impurities are formed in the gas environment. The main areas of application of this method are the removal of SO₂, NO_x and organic compounds. The use of ammonia, during the neutralization of SO₂ and NO_x, produces powdered fertilizers (NH₄)₂SO₄ and NH₄NH₃ at the outlet after the reactor, which are filtered [2].

Currently, the photocatalytic method of oxidation of organic compounds is widely studied and developed. Catalysts based on TiO₂, which are irradiated with ultraviolet light, are mainly used. Household air purifiers of the Japanese company Daikin that use this method are well-known. The disadvantage of the method is the clogging of the catalyst by reaction products. To solve this problem, the introduction of a mixture of ozone into the purifier is used, but this technology can

be used for a limited composition of organic compounds and at small concentrations.

The Institute of Engineering Thermophysics has developed a research and experimental installation for optimizing the parameters of plasma chemical and photocatalytic air disinfection processes with a heat recovery unit. The conducted experimental studies showed the high efficiency of these cleaning methods.

References

1. Effective disinfection of indoor air: a method from scientists of the Academy. Available at: <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=7101>.

2. Description of existing methods of air purification from harmful gaseous impurities. Available at: www.air-cleaning.ru/d_method_rev.php.

USING OF ACIDIC CONDENSATE FOR ELECTROLYZERS

Ph.D. Tselen B.Ya.¹, Dr. Sc. Ivanitsky G.K.^{1,2}, Ph.D. Nedbailo A.Ye.¹,
Ph.D. Radchenko N.L.¹, Ph.D. Gozhenko L.P.¹, Shchepkin V.I.¹,
Pereyaslavtsev O.M.¹

¹Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

²National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute"

ABSTRACT: *A review of water treatment methods for electrolyzers was carry out. It is propose to use acidic condensate, which is form during the combustion of natural gas. To neutralize acid condensate, a method of reagent-free neutralization is proposed, the principle of which is based on the method of cavitation degassing of liquid, developed based on the method of discrete-pulse energy input into dispersed media (DPEI). Preliminary results have shown the high effectiveness of this method. Repeated use of neutralized condensate will reduce the consumption of natural water and reduce the amount of effluents from chemical water treatment plants.*

KEY WORDS: CAVITATION, DEGASSING, CARBONIC ACID, ELECTROLYSIS.

ЗАСТОСУВАННЯ КИСЛОГО КОНДЕНСАТУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ

к.т.н. Целень Б.Я.¹, д.т.н. Іваницький Г.К.^{1,2}, к.т.н. Недбайло А.Є.¹,
к.т.н. Радченко Н.Л.¹, к.т.н. Гоженко Л.П.¹, Щепкін В.І.¹, Переяславцев О.М.¹

¹Інститут технічної теплофізики НАН України

²Національний технічний університет України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"

АНОТАЦІЯ. *Проведено огляд методів підготовки води для електролізерів. Запропоновано використовувати кислий конденсат, який утворюється при спалюванні природного газу. Для нейтралізації кислого*

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

конденсату запропоновано метод безреагентної нейтралізації, принцип якого ґрунтується на методі кавітаційної дегазації рідини, розробленого на базі способу дискретно-імпульсного введення енергії в дисперсні середовища (ДІВЕ). Попередні результати показали високу ефективність цього методу. Повторне застосування нейтралізованого конденсату дозволить скоротити споживання природної води і зменшити кількість стоків від установок хімоводоочистки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАВІТАЦІЯ, ДЕГАЗАЦІЯ, ВУГІЛЬНА КИСЛОТА, ЕЛЕКТРОЛІЗ.

The use of waste from one industry as a raw material for another is very relevant today and is implement, in particular, in the chemical industry, energy, metallurgy, and water treatment.

In the power industry, to replenish the losses of steam and water in the technological cycle, in electrochemistry, for the process of electrolysis and preparation of the electrolyte, distilled water of class II is use in accordance with DSTU ISO 3696: 2003.

Steam condensate with an electrical conductivity of no more than 5 $\mu\text{Sm/cm}$ is also used to power industrial electrolyzers with no impurities of iron, oil and other organic substances that cause electrolyte foaming. In the presence of these impurities in the steam condensate, it is necessary to purify it before using it to power the electrolyzer. In the absence of condensate of sufficient purity, natural water is also use to power electrolyzers after purification by distillation, electroosmosis or desalination on ionite filters.

The distillation method is simple, but requires a significant amount of energy.

The electrosmotic method is quite complex in terms of hardware design and is little used in industry. Softening and desalination of water by the ion exchange method has become widespread due to its simplicity, efficiency and high

degree of water purification. Typical industrial water purification devices based on ionite filters have been developed to produce high-purity water. The cost of water purification is more than pay off by increasing the reliability and long-term operation of electrolyzers, however, a significant amount of effluent is generated from flushing ionite filters.

Acidic condensate is formed during the combustion of natural gas and not used in industry today and enters the wastewater of the enterprise. The acidity of this condensate is due to the presence of a high concentration of carbonic acid, but it does not contain hardness salts, therefore, after preliminary purification and neutralization, such condensate can be used as water to power the electrolyzer.

To neutralize acid condensate, a method of reagent-free neutralization is proposed, the principle of which is based on the method of cavitation degassing of liquid, developed based on the method of discrete-pulse energy input into dispersed media (DPEI). Preliminary results have shown the high effectiveness of this method. Repeated use of neutralized condensate will reduce the consumption of natural water and reduce the amount of effluents from chemical water treatment plants.

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКУ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

ст. викладач Сачок Р.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація. Наведено підходи до розрахунку дисперсного складу гуміново-мінеральних добрив та особливості розрахунків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИСНАЖЕННЯ ҐРУНТІВ, ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА.

Причини загострення світової продовольчої кризи відбуваються паралельно зі зміною структури ВВП більшості країн. У XXI столітті значна частка ВВП країн світу належить до сфери послуг, але частка реального сектору має тенденцію до скорочення, що в середньому склало 15-20%. В той же час, на продукцію агропромислового комплексу нині припадає менше 8-10%.

Таким чином, дефіцит продовольчих ресурсів зумовлюється неконтрольованим зростанням обсягів споживання продовольчих ресурсів і збільшенням кількості населення. Відповідно до матеріалів [1], 2020 року очікується збільшення кількості жителів планети ще на 1 млрд населення. Тобто, приріст населення планети за перші 20 років XXI століття становитиме біля 16%, в той час як посівні площі пшеничних сортів в усьому світі за цей час мають збільшитись на 2,5-3%, а врожай рису взагалі може скоротитися на 0,8-1%. [1]

Для забезпечення нагальних потреб населення, що постійно зростає, в найближчі 40 років необхідно збільшити продуктивність виробництва сільськогосподарської продукції хоча б у півтори рази у світовому масштабі та вдвічі – у країнах, що розвиваються.

Ґрунти – це природне надбання, від якого залежить життя і функціонування всієї екосистеми будь-якої країни. Використовуючи принципи раціонального екокористування, є можливість дозволяє забезпечити екологічну рівновагу довкілля.

Розв'язок цих задач є актуальним для України. За розрахунками вчених, наша земля здатна забезпечити продовольством понад 300 млн. чоловік., за умові впровадження принципів раціонального землекористування.

Серед комплексних заходів, що спрямовані на вирішення цієї задачі, одне з найважливіших місць займає створення нових мінерально-гумінових добрив, що мають компенсувати втрати мінеральних й гумінових речовин, які мають сприяти процесам ґрунтоутворення і збереженню екологічної рівноваги.

В якості сировини доцільно використовувати відходи хімічної та вугледобувної промисловості.

Мінерально-гумінові добрива з рівномірним розподіленням мінеральних, гумінових, розкислюючих та поживних компонентів по всьому об'єму гранули зі змінним співвідношенням компонентів повинні зберегти родючість ґрунтів, і впровадити принципи раціонального землекористування, що повинно зменшити вплив продовольчої кризи на країну.

Тому розроблення методики ефективного процесу для одержання багатошарових мінерально-гумінових добрив та обладнання для його проведення є актуальним.

На рисунку 1 наведено порівняння заданого дисперсного складу готового продукту, крива 2, та реального масового розподілення, крива 1.

Апроксимація була проведена емпіричною функцією гамма-розподілення з визначенням її параметрів методом найменших квадратів. Середня похибка складає 2,6%.

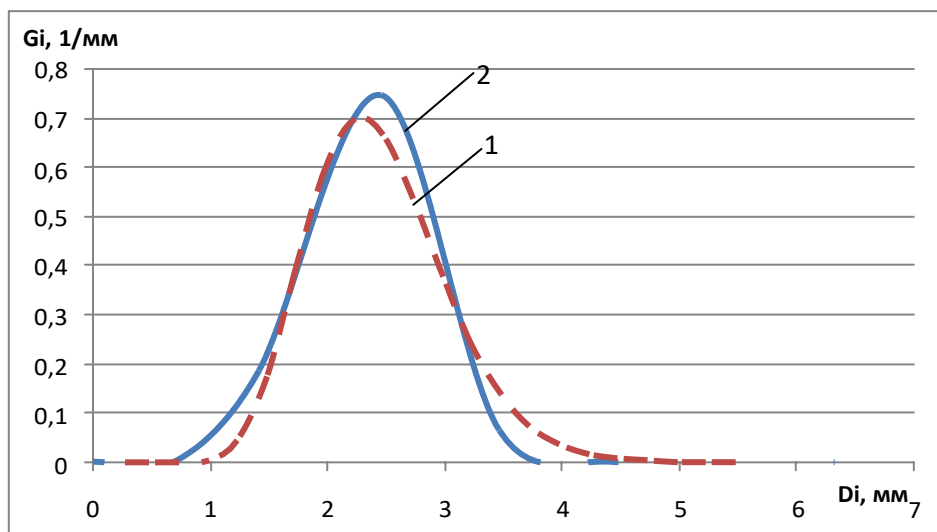


Рисунок 1 – Порівняння масового розподілення гранул за розмірами в апараті гуміново-азотних композитів в усталеному процесі

1 – експериментальне, 2 – розрахункове (заданий $De=2,3$ мм)

Таким чином, можна зробити висновок, що розрахунок апроксимуючих коефіцієнтів емпіричної функції може бути використаний в подальшому для стабілізації дисперсного складу мінерально-гумінових композитів.

Перелік посилань:

1. Міністерство сільського господарства США [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>.

ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Коник А.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Метод класичної молекулярної динаміки (MD) дозволяє вирішувати велику кількість практично важливих завдань, перш за все моделювати просторові перетворення білків і нуклеїнових кислот, але не дозволяє розглядати хімічні перетворення, що відбуваються в системі. Тобто, метод розглядає конфігурацію тільки в рамках існуючих міжатомних зв'язків.

Метод MD може бути застосований при моделюванні процесів, що відбуваються в багатокомпонентних теплоаккумуляційних матеріалах (ТАМ), що знайшли широке застосування в теплових акумуляторах та системах зберігання теплової енергії. Розглянемо більш детально основні аспекти методу MD.

Метод молекулярної динаміки ґрунтується на чисельному рішенні класичних рівнянь Ньютона для системи взаємодіючих частинок:

$$m_i \mathbf{a}_i = \mathbf{F}_i(\mathbf{r}_i), i = 1 \dots n, \quad (1)$$

де m - маса прискорення атому, \mathbf{a} , \mathbf{r} - координати атому, \mathbf{F} - сукупність сил діючих на атом, n - загальна кількість атомів.

За допомогою використання потенціалу Леннарда-Джонса було обчислено фазову діаграму аргону [1] та модельовано кореляційні функції для перевірки теорії рідкого стану. У даній роботі представлено відому процедуру «Verlet neighbor list» - збереження обчислювальних ресурсів. Також, автор запропонував новий метод чисельного інтегрування рівнянь руху.

$$\mathbf{r}(t + \Delta t) = \mathbf{r}(t) + \Delta t \mathbf{v}(t + \frac{1}{2} \Delta t), \quad (2)$$

$$\mathbf{v}(t + \frac{1}{2} \Delta t) = \mathbf{v}(t - \frac{1}{2} \Delta t) + \Delta t \frac{\mathbf{F}(t)}{m},$$

$$\mathbf{F} = - \frac{1}{r_{ij}} \left[\frac{\partial}{\partial r_{ij}} U(r) \right] \mathbf{r}_{ij}$$

де U - це сума всіх взаємодій, що діють на частинку.

Сумарне значення U відповідає наступним видам взаємодій:

$$U = U_b + U_\vartheta + U_\phi + U_\omega + U_{LJ} + U_{el} + U_{hb} \quad (3)$$

1. *Валентно (ковалентна) взаємодія*, U_b або взаємодія хімічних зв'язків. Сумування проводиться за всіма наявними хімічними зв'язками

$$U_b = \frac{1}{2} \sum_b K_b (r - b_0)^2 \quad (4)$$

де, b_0 – позначення рівноважних валентних довжин, r – поточні довжини зав'язків, K_b – відповідні силові константи.

2. *Взаємодія між валентними кутами*, U_ϑ

$$U_\vartheta = \frac{1}{2} \sum_\vartheta K_\vartheta (\vartheta - \vartheta_0)^2 \quad (5)$$

де, ϑ_0 – рівноважні значення кутів, ϑ - їх поточні значення, K_ϑ - силові константи.

3. *Енергія торсійних взаємодій*, U_ϕ або взаємодія торсійних кутів

$$U_\phi = \sum_\phi K_\phi [\cos(n\phi - \delta) + 1] \quad (6)$$

де, n - кратність торсійного бар'єру, δ - зсув фази, константи K_ϕ визначають висоти потенційних бар'єрів двогранних кутів ϕ .

4. *Ван-дер-вальсові взаємодії атомів*, розділених трьома і більш валентними зв'язками, описуються потенціалами Леннард-Джонса. U_ω - плоским групам, U_{LJ} - ван-дер-вальсовим контактам

$$U_{LJ} = 4 \sum_{i,j} \left[\left(\frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}} \right)^6 \right] \quad (7)$$

де, r_{ij} – відстань між даними атомами, ε - мінімальна енергія взаємодії (глибина потенційної ями), σ_{ij} - мінімальна відстань між атомами.

5. Електричні взаємодії задаються кулонівським потенціалом, U_{el} - електростатиці

$$U_{el} = \sum_{i,j} \frac{q_i q_j}{4\varepsilon_0 r_{ij}} \quad (8)$$

де q_i , q_j - парціальні заряди на атомах не кратні заряду електрона, які виникають через те, що атоми одних елементів прагнуть притягнути до себе електронну пару ковалентного зв'язку сильніше, ніж атоми інших елементів; ε_0 - діелектрична проникність середовища.

6. Водневий зв'язок, U_{hb} - невалентна взаємодія між атомом водню Н, ковалентно пов'язаним з атомом групи А-Н молекули RA-Н, і електронегативним атомом В іншої молекули (або функціональної групи тієї ж молекули) BR'

$$U_{hb} = \sum_{i,j} \left(\left(\frac{A}{r_{ij}} \right)^{12} - \left(\frac{B}{r_{ij}} \right)^{10} \right) \quad (9)$$

Атом групи А-Н молекули RA-Н, електронегативний атом В іншої молекули (або функціональної групи тієї ж молекули) BR'. Результатом таких взаємодій є комплекси RA-Н...BR' різного ступеня стабільності.

Завдяки застосуванню комп'ютерних технологій і графічних методів аналізу ефективність застосовуваних методів MD-моделювання невпинно зростає. Моделювання реальних фізичних систем, наприклад кристалів, або величезних біологічних молекул на базі методів МД являє собою дуже перспективний напрямок в найближчому майбутньому [2].

В лабораторії Процесів та технологій теплозабезпечення ІТТФ НАН України було створено ТАМ на основі водорозчинних високомолекулярних вуглеводнів рослинного походження [3,4] з метою подальшого використання в теплових акумуляторах ємнісного типу. Застосування методу MD планується застосувати для моделювання складної багатокомпонентної

речовини теплофізичні властивості якої складно дослідити експериментальним шляхом у зв'язку з відсутністю відповідних методик досліджень та обладнання. Ця складність викликана також відсутністю досліджень теплофізичних властивостей водорозчинних високомолекулярних вуглеводнів рослинного походження, що мають у складі не сталу кількість вуглеводневих зв'язків. Наприклад, до складу ТАМ входить карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) - полімер, продукт переробки целюлози загального складу $[C_6H_7O_2(OH)_3-x(OCH_2COOH)_x]_n$ (де $x = 0,08-1,5$). У молекулі карбоксиметильна група (-CH₂-COOH) поєднується гідроксильними групами глюкозних мономерів. Ксантанова камедь(C₃₅H₄₉O₂₉)_n – природне хімічне з'єднання, вуглеводневий полімер з високою молекулярною масою, лінійний поліцукрид. Молекулярну масу й властивості ксантану можна регулювати, змінюючи умови життєдіяльності мікроорганізмів *Xanthomonascampestris*. Камедь гуарова ((C₆H₁₀O₅)_n) – порошок білого або жовтуватого кольору з характерним запахом, молекулярна маса якої >20000. Перераховані фактори планується врахувати при моделюванні методом MD структури теплоакumuляційного матеріалу на основі вказаних водорозчинних високомолекулярних вуглеводнів.

Перелік посилань

1. Verlet L. Computer "Experiments" on Classical Fluids. I. Thermal-dynamical Properties of Lennard-Jones Molecules. Phys. Rev. – 1967. - V.159, №1. - P.98 -103.
2. Lewis J. P., Sankey O. F. Geometry and energetics of DNA basepairs and triplets from first principles quantum molecular relaxations. Biophys. J. 1995. V. 69. P. 1068-1076.
3. Demchenko V., Konyk F., Dekusha H. 2023 Determination of components for heat storage material. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 1254 , 4th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technology, Social and Economic Matters

(ICSF-2023) 22/05/2023 - 26/05/2023 Кривий Ріг, Україна DOI
10.1088/1755-1315/1254/1/012033

4. Демченко В.Г., Коник А.В., Фалько В.Ю. Заявка на винахід а 2021 07588 від 24.12.2021. Акумуляційна рідина для систем опалення та охолодження

УДК 661.8

**MODERNIZATION OF THE AMMONIA RECOVERY BLOCK IN
THE OVERHEAD AMMONIA WATER PROCESSING UNIT**

Student Tryhubets B. O., Associate Professor, PhD Haidai S. S.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT: *The work analyzes the modernization of ammonia production plants at ammonia solution processing plants, focusing on advanced technologies for improving column design, modifying mass transfer surfaces, and heat transfer processes to optimize efficiency, reduce negative environmental impacts, and ensure the sustainability of industrial ammonia production.*

KEY WORDS: AMMONIA, PROCESSING, OVERSLUDGE AMMONIA WATER, AMMONIA COLUMN.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ ВИДІЛЕННЯ АМІАКУ УСТАНОВКИ
ПЕРЕРОБКИ НАДСМОЛЬНОЇ АМІАЧНОЇ ВОДИ**

Студент Тригубець Б. О., доцент, к.т.н. Гайдай С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ: *У роботі проаналізовано модернізації установок одержання аміаку на заводах з переробки аміачного розчину, орієнтуючись на передові технології з покращення конструкції колон, модифікації поверхні масообміну та процесів теплообміну для оптимізації ефективності, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення стійкості промислового виробництва аміаку.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АМІАК, ПЕРЕРОБКА, НАДСМОЛЬНА АМІАЧНА ВОДА, АМІАЧНА КОЛОНА.

Ammonia is an essential chemical for industry, widely used in sectors such as

fertilizer production, explosives manufacturing, plastics, and pharmaceuticals. Its production, however, generates a significant amount of waste, particularly in the form of ammonia liquor. Ammonia liquor is a byproduct of ammonia synthesis and contains ammonia, nitrogen compounds, hydrogen sulfide, and other impurities. This substance can pose an environmental threat due to its high ammonia content and may be considered a loss of valuable components that could be repurposed.

Modern industrial methods for processing ammonia solutions focus on maximizing ammonia recovery and purifying water from contaminants, which is critical to reducing environmental impact. The ammonia extraction process from ammonia liquor helps not only to mitigate environmental harm but also to recover valuable resources. Optimizing and advancing technologies for processing ammonia liquor are key directions to enhance process efficiency and comply with environmental standards. Modernizing the ammonia extraction unit in ammonia liquor processing facilities is a relevant task for optimizing industrial processes and minimizing environmental impact. In the chemical industry, especially in ammonia water processing, the efficiency of the evaporation process is crucial for ensuring production quality and environmental safety.

Using evaporative equipment in ammonia water processing allows for the separation of ammonia from the water solution while minimizing energy costs. However, given the continuous advancements in scientific research and technological innovation, it is necessary to consistently develop and upgrade these processes to increase productivity and reduce energy consumption.

One modernization approach is developing a new ammonia column and condenser that meet modern standards of efficiency and environmental friendliness. The primary goal is to enhance the ammonia extraction process through more energy-efficient and eco-friendly technologies. This approach will allow optimal resource use and reduce environmental impact, which is becoming increasingly important today. The introduction of new technologies in the ammonia extraction unit of ammonia liquor processing facilities will not only improve production efficiency but

also reduce environmental harm, representing a critical step toward a sustainable and responsible industry.

Therefore, researchers are tasked with developing new research directions.

In the study [1] by Jones and Smith, innovative approaches to ammonia recovery in water treatment facilities are examined. The authors investigated advanced column designs and condensation techniques for effective ammonia extraction from ammonia liquor. They analyzed various condensation methods and their impact on the efficiency of the ammonia recovery process.

In the study [2] by Smith and Brown, the focus was on enhancing ammonia extraction efficiency through surface modification and optimizing heat exchange in ammonia removal columns. They examined how different surface textures and coatings influence reaction rates and process efficiency.

In study [3] by Johnson and Wilson, a novel method for separating a butanol-water solution through irradiation was investigated. They highlighted the potential to reduce butanol concentration in water to levels more effective than the theoretical boiling limit.

Summarizing studies [1], [2], and [3], it can be stated that innovative approaches using improved column design, surface modification, and heat exchange optimization are effective. The use of advanced condensation techniques also enhances process efficiency. These studies indicate the potential to improve ammonia water processing equipment and increase overall system efficiency. Furthermore, employing new separation methods can help reduce resource losses and increase process efficiency.

Thus, integrating these technologies could improve productivity and sustainability of ammonia water processing plants, while also reducing their environmental impact.

References

1. Jones, A.; Smith, B. Innovative Approaches to Ammonia Recovery in Wastewater Treatment Plants Using Advanced Column Design and Condensation

Techniques. Journal of Environmental Engineering, Volume 25, 2023, pp. 210-225. DOI: 10.1016/j.jenveng.2022.09.005.

2. Smith, C.; Brown, D. Enhancing Ammonia Recovery Efficiency through Surface Modification and Heat Transfer Optimization in Ammonia Stripping Columns. Chemical Engineering Research and Design, Volume 30, 2022, pp. 145-160. DOI: 10.1016/j.cherd.2021.12.007.

3. Johnson, E.; Wilson, F. Innovative Condensation Techniques for Ammonia Recovery in Industrial Processes. Industrial Engineering Journal, Volume 15, 2021, pp. 78-93. DOI: 10.1080/10241223.2020.1866254.

УДК 66.047

MODERNIZATION OF THE NITROGEN-OXYGEN UNIT

Student Lykhozhon P. M., Senior lecturer, Ph.D. Haidai S.S.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***ANNOTATION:** Is discussed the modernization of nitrogen-oxygen plants, highlighting advancements in gas separation technologies, heat exchange optimization, process automation, and the use of chemical cycles to enhance efficiency and product purity.*

KEY WORDS: OXYGEN, NITROGEN, PURIFICATION, SEPARATION, AIR.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АЗОТКО-КИСНЕВОЇ УСТАНОВКИ

Студент Лихожон П. М., старший викладач, к.т.н. Гайдай С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

***АНОТАЦІЯ:** У роботі проведено аналіз модернізації азотно-кисневих установок, висвітлено досягнення в технологіях газорозділення, оптимізації теплообміну, автоматизації процесів і використання хімічних циклів для підвищення ефективності та якості продукту.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КИСЕНЬ, АЗОТ, ОЧИЩЕННЯ, РОЗДІЛЕННЯ, ПОВІТРЯ.

Nitrogen and oxygen plants play a key role in many industries, including metallurgy, chemicals, medicine and energy. These plants provide a continuous supply of high-purity nitrogen and oxygen required for a variety of manufacturing processes. As technology advances and requirements for production efficiency and

environmental friendliness grow, the modernization of nitrogen and oxygen plants is becoming increasingly important.

Modern nitrogen-oxygen plants typically use cryogenic distillation, pressure drop adsorption (PSA), and membrane technologies to separate air into its constituent parts. Each of these methods has its advantages and limitations. For example, cryogenic distillation allows achieving high purity of products, but requires significant energy costs. PSA technologies are less energy-intensive, but may not provide the required level of gas purity.

Modernization of nitrogen and oxygen plants is aimed at increasing their efficiency, reducing operating costs, improving environmental performance and increasing reliability. This may include improving existing gas separation technologies, introducing new materials and designs, automating processes, and integrating with other production systems to optimize energy and resource consumption.

This article discusses modern approaches to the modernization of nitrogen-oxygen plants, analyzes scientific articles on this topic, and provides examples of the latest technologies. In particular, special attention is paid to the latest developments in the field of adsorption materials, improvement of heat exchange processes and the use of chemical cycles to improve product purity.

The main areas of modernization of nitrogen-oxygen units include:

Improvement of gas separation technologies. Use of new adsorption materials and improved columns to increase the efficiency of nitrogen and oxygen separation.

Optimization of heat transfer. The use of advanced heat exchangers to reduce energy costs.

Process automation. Implementation of modern control and monitoring systems to optimize plant operation.

Paper [1] investigates the process of chemical cyclic combustion of methane using iron-based oxygen carriers. The main goal of the study is to simultaneously produce three clean streams of hydrogen, nitrogen, and carbon dioxide. This approach

can significantly increase the efficiency of energy conversion and ensure clean hydrogen production, which is important for reducing CO₂ emissions.

Paper [2] proposes a combination of pressure-sensitive absorption (PSA) and chemical redox cycling methods to produce high-purity nitrogen from atmospheric air. The use of SrFeO perovskite in the chemical cycle allows for efficient oxygen removal. Modeling shows that this approach can triple the capacity of the PSA system and reduce energy costs.

Paper [3] investigates the possibility of using a chemical redox cycle to produce high-purity nitrogen from air using pressure-variable sorption systems. It describes in detail the choice of Sr_{0.8}Ca_{0.2}FeO₃ material, experimental studies in a laboratory reactor, and modeling of process scaling for nitrogen production. The results indicate the possibility of significant improvements in nitrogen productivity and purity with lower energy costs compared to existing technologies.

The works reviewed show the prospects of using chemical processes for the production of high-purity nitrogen from air and indicate the possibility of significant improvement of the efficiency and energy efficiency of these processes.

REFERENCES:

1. S. Capstick, B. Bulfin, J.M. Naik, M. Gigantino, A. Steinfeld Oxygen separation via chemical looping of the perovskite oxide Sr_{0.8}Ca_{0.2}FeO₃ in packed bed reactors for the production of nitrogen from air
2. S. Capstick, B. Bulfin, J.M. Naik, M. Gigantino, Oxygen separation via chemical looping of the perovskite oxide Sr_{0.8}Ca_{0.2}FeO₃ in packed bed reactors for the production of nitrogen from air
3. A. Edrisi, Z. Mansoori, B. Dabir, A. Shahnazari Hydrogen, nitrogen and carbon dioxide production through chemical looping using iron-based oxygen carrier – A Green plant for H₂ and N₂ production

СЕКЦІЯ 2

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

MODIFICATION OF CELLULOSE FIBERS

Professor M.D. Gomelia, Associate Professor I.V. Trembus,

PhD student A.S. Hondovska

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The sulphate coniferous bleached pulp underwent modification using an amining mixture of epichlorohydrin and triethanolamine. The modification process lasted between 30 to 120 minutes, with a mixture consumption of 20 to 50 % by weight of the absolute dry fiber. As a result of this process, there was an improvement in mechanical quality indicators from 25 to 60 %.*

***KEY WORDS:** CELLULOSE, MODIFICATION, EPICHLOROHYDRIN, TRIETHANOLAMINE, BREAKING LENGTH, PUSHING RESISTANCE.*

To achieve sustainable industrial development, new concepts for product usage in various fields are required. Scientific communities worldwide are researching new methods to modify polymers for sustainable use in different industries. There is a particular interest in the use of cellulosic materials [1, 2]. Cellulose is a biodegradable polymer that is non-toxic and has high tensile and compressive strength. It finds wide application in various industries, including nanotechnology, pharmaceuticals, food, cosmetics, textiles, and paper [3].

One such simple approach to modifying the physical and chemical properties of materials is the so-called "crosslinking" of biopolymers such as cellulose [4]. The using of epichlorohydrin and triethanolamine as an amining mixture for grafting quaternary amino groups to the surface of cellulose fibers to improve physical and mechanical properties allows to improve the quality of the finished product and expand the scope of use of modified pulp.

The cellulose fibers (sulphate coniferous bleached pulp) were modified using an amining mixture composed of epichlorohydrin and triethanolamine. The cellulose fibers modification was carried out at a consumption of the amining mixture of 20-50 % by weight of the absolute dry fiber and a process time of 30-120 minutes. Castings weighing 80 g/m^2 were made from laboratory samples of modified cellulose milled to $92 \pm 2 \text{ }^\circ\text{ShR}$. The strength parameters, including, pushing resistance and breaking length, were determined and are presented in Fig. 1.

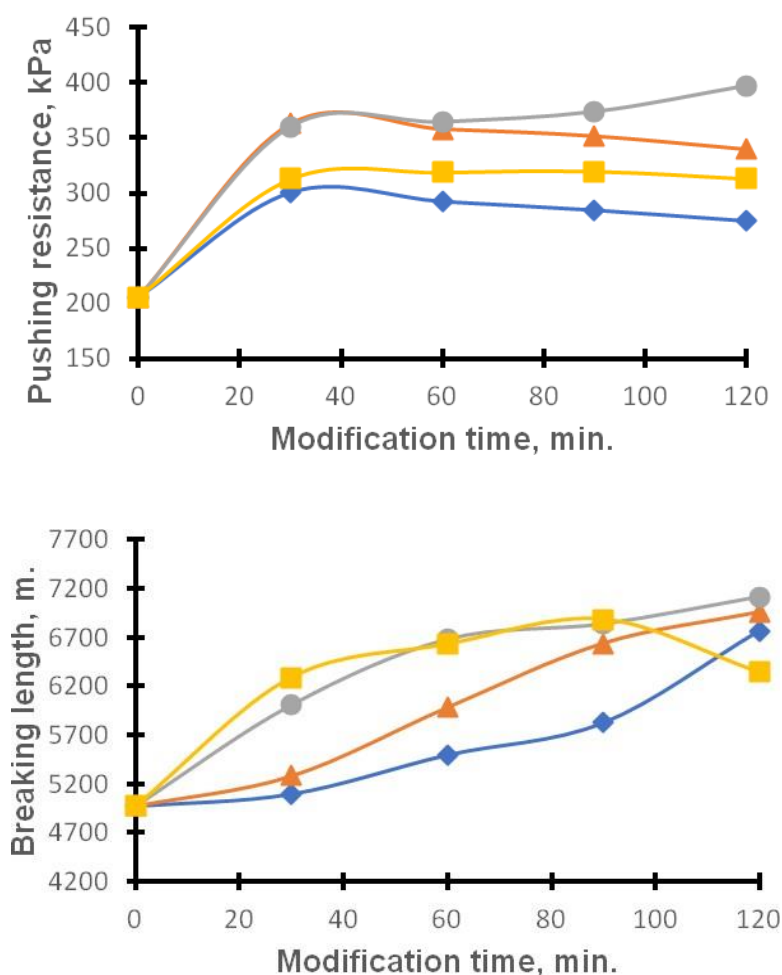


Figure 1 – Dependence of modified pulp strength on the modification time at the consumption of amining mixture: \blacklozenge – 20 %, \blacktriangle – 30 %, \bullet – 40 %, \blacksquare – 50 %.

The data shows that an increase in the consumption of the amending mixture and the duration of cellulose fibers modification results in a 28-60 % increase in pushing resistance. Increasing the consumption of the mixture enhances this indicator by crosslinking the OH-group of the cellulose with the active groups of the amining mixture. When the amining mixture is increased from 40 to 50 % by weight of the absolute dry fiber, there is a slight decrease in this indicator. This is due to a decrease in the number of OH-groups and the stoichiometric excess of the "crosslinking" reagent. At these consumption rates, the OH groups react with the amining mixture to the fullest extent possible, creating obstacles for further cationisation processes of the cellulose fiber. The breaking length also shows a similar dependence, increasing by 25-39%.

Therefore, the use of epichlorohydrin and triethanolamine as modifying reagents can improve the mechanical properties of cellulose fibers and extend their range of applications.

References

1. Saedi S., Garcia C. V., Kim J. T., Shin G. H. (2021). Physical and chemical modifications of cellulose fibers for food packaging applications. *Cellulose*, 28(14), 8877–8897. DOI:10.1007/s10570-021-04086-0
2. Bach, Q.-V., & Manh Vu, C. (2019). Bacterial cellulose filled epoxy resin-based green composites: fabrication and characterization. *Composite Interfaces*, 1–18. DOI:10.1080/09276440.2019.168
3. Gupta Praveen Kumar, Raghunath Shreeya, Venkatesh Prasanna Deepali, Venkat Priyadharsini, Shree Vidhya, Chithananthan Chandrananthi, Choudhary Shreya, Surender Krithika, Geetha Keerthana. (2019). An Update on Overview of Cellulose, Its Structure and Applications.
4. Inimfon A. Udoetoka, Raquel M. Dimmicka, Lee D. Wilsona, John V. Headleyba. Adsorption properties of cross-linked cellulose-

**Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"**
epichlorohydrinpolymers in aqueous solution. Carbohydrate Polymers. 136 (2016)329–
340.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРПОЛІМЕРНИХ
КОМПЛЕКСІВ У СУМІШІ КАРБОКСІМЕТІЛЦЕЛЮЛОЗИ ТА
ПОЛІДИМЕТІЛАМИНОЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ МЕТОДОМ
ШИРОКОКУТОВОГО РОЗСІЮВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ
ПРОМЕНІВ**

Овсянкiна В.О., доцент, Березняк Т. Г., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Зниження якості й зростаючі обсяги споживання води із все більшою гостротою ставлять проблему її очищення від забруднень і, зокрема, від зважених і колоїдно-дисперсних часток. Ефективність осадження дисперсій може бути значно збільшена за допомогою флокулянтів, при цьому одночасно знижуються кольоровість, запахи, присмаки й мікробне забруднення води. Крім того, флокулянти дозволяють поліпшити якість води при мінімізації часу відстоювання, досягати запланованої продуктивності при менших витратах, збільшувати продуктивність без капітальних витрат, підвищити ефективність системи фільтрації й збільшити термін служби фільтрів. Однак у цей час відсутній універсальний флокулянт для виділення широкого спектра забруднюючих речовин. Крім того виникають труднощі з вибором певних умов для оптимальної роботи - температури, рН, концентрації й ін. Тому зараз активно ведуться роботи з пошуку й синтезу нових високоефективних флокулянтів. Інтерполімерні комплекси мають ряд цінних властивостей, завдяки чому застосовуються як флокулянти при рішенні екологічних задач.

Флокулянти виготовляли на основі бінарних сумішей карбоксиметилцелюлози (**КМЦ**) та полідиметіламіноетілметакрилату (**ПДМАЕМ**). Первинний аналіз структури досліджуваних сумішей полімерів

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

(на молекулярному рівні) з метою визначення особливостей ближнього або дальнього впорядкування в просторовому розташуванні фрагментів макроланцюгів в об'ємі досліджуваних систем, здійснювали методом ширококутового розсіювання рентгенівських променів (ШУРРП). Дослідження проводили за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-4-07, рентгенооптична схема якого виконана по методу Дебая-Шеррера ("на провіт"), у $\text{CuK}\alpha$ - випромінюванні ($\lambda_s=0.154$ нм), монохроматизованим Ni -фільтром. Джерелом характеристичного рентгенівського випромінювання слугувала одна з рентгенівських трубок (BCB27Si або BCB28Si), що працює в режимі: $U = 30$ кВ, $I = 40$ ма. Дослідження здійснювали методом автоматичного покрокового сканування в інтервалі кутів розсіювання (2θ) $7-40^\circ$, час експозиції в крапці рівнялося 5 або 10 с [27]. Температура проведення досліджень - 20 ± 2 °С.

За даними ширококутової рентгенівської дифракції встановлено, що ПДМАЕМ є аморфним полімером, а КМЦ – аморфно-кристалічним. Оцінка відносного рівня кристалічності ($X_{\text{кр}}$) КМЦ, показала, що $X_{\text{кр}}\approx 30\%$. Величина ефективного розміру існуючих у об'ємі КМЦ кристалітів (L) $L\approx 7,7$ нм. Однак при введенні у суміш з КМЦ лише 10 мас.% ПДМАЕМ величина L зменшується до 4,5 нм, при цьому $X_{\text{кр}}\approx 12\%$, а при послідовному зростанні вмісту метакрилатного полімеру до 50 мас.% – кристалічна фаза КМЦ поступово стає розмитою і при – 90 мас. % вона зникає зовсім, як наслідок значної інтерполімерної взаємодії

ПОМЕЛ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРТИКАЛЬНОГО МЛИНА

магістрант Карпенко Х.О., доцент Трембус І.В.

Національний технічний університет України

«КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Анотація. У даній роботі проведено порівняльний аналіз ефективності використання вертикальних млинів та кульових млинів у процесі подрібнення клінкеру для виробництва цементу. Результати досліджень свідчать про переваги вертикальних млинів, зокрема, щодо якості продукції, продуктивності та енергоефективності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВЕРТИКАЛЬНІ МЛИНИ, КУЛЬОВІ МЛИНИ, КЛІНКЕР, ЦЕМЕНТ, ПОДРІБНЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

Вступ

Портландцемент знаходить широке застосування у будівництві завдяки своїм високим механічним властивостям та стійкості до впливу різних факторів. Процес виробництва цементу передбачає помел клінкеру, в спеціальному обладнанні з метою отримання фінального продукту з необхідними фізико-хімічними характеристиками. В умовах постійного розвитку технологій виробництва цементу виникає потреба в пошуку нових методів і засобів для поліпшення ефективності та якості виробництва.

У структурі клінкеру (хімічної сполуки, що містить велику кількість кремнезему) сформовані шари силікатів кальцію і магнію, які нерівномірно кристалізуються. Тому клінкер має високу твердість та низьку розчинність, що зумовлює необхідність подрібнення для використання у виробництві цементу. У зв'язку з цим досліджується можливість використання вертикального млина для подрібнення клінкеру, який має деякі переваги

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
перед іншими технологіями помелу, такими як кульові млини або вібраційні млини.

Мета роботи

Метою даного дослідження є детальне вивчення та оцінка можливостей використання вертикального млина для помелу портландцементу. Дослідження передбачає аналіз процесу помелу, оцінку якості та фізико-хімічних характеристик отриманого продукту.

Метод подрібнення

Подрібнення клінкеру за допомогою вертикального млина є ефективним та перспективним методом, що застосовується в хімічній промисловості. У даному методі, клінкер, який є сировиною для виробництва цементу та містить велику кількість кремнезему, піддається подрібненню у спеціально розробленому вертикальному млині. Основним принципом дії вертикального млина є здійснення подрібнення матеріалу за допомогою високошвидкісного ротору в робочій камері. Клінкер подається у робочу камеру млина, де він зазнає взаємодії з ротором, який обертається, та стінками камери. Під впливом ротору та тертя матеріал руйнується та подрібнюється до необхідного розміру часток [1].

Цей метод подрібнення має декілька переваг, серед яких важливість забезпечення високої якості подрібненого продукту, зменшення витрат енергії, компактні розміри вертикального млина, а також можливість автоматизації процесу. Використання вертикального млина для подрібнення клінкеру дозволяє підвищити продуктивність та знизити витрати на обслуговування у порівнянні з іншими методами подрібнення, що робить його привабливим варіантом для промислового виробництва цементу [2].

Результати та обговорення

Однією з основних переваг вертикальних млинів (ВМ) порівняно з кульовими (КМ) є їхня здатність до більш ефективного подрібнення матеріалу. У вертикальних млинах матеріал подається знизу і піддається

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

подрібненню за допомогою рухомого ротора, що обертається в робочій камері, тоді як у кульових млинах матеріал подається горизонтально і роздрібнюється в результаті обертання барабана з металевими кульками. Цей процес подрібнення у вертикальних млинах дозволяє отримувати більш однорідний та дрібнодисперсний продукт, що є ключовим фактором для виробництва якісного цементу. Дрібнодисперсний продукт має кращу хімічну активність при гідратації та змішуванні з водою, що впливає на якість кінцевого цементу. Показники якості цементу, одержаного на різних млинах наведено в табл. 1 [3].

Таблиця 1 - Показники якості цементу [3]

Тип цементу	Звичайний ПЦ		З домішками				З домішками	
	ВМ	КМ	ВМ-1	ВМ-2	КМ-1	КМ-2	ВМ	КМ
Млин								
Тонина								
Гранулометричний склад								
Блейн (см ² /г)	3770	3750	3990	3760	3990	4360	3850	4370
Залишок на ситі 45 мкм (%)	1,3	5,3	7,4	4,5	5,4	5,6	3,2	2,4
Гранулометричний склад	1,10	1,05	1,07	1,06	1,11	1,07	1,05	1,01
Дегідратація. Попередня гідратація								
Гіпс (%)	2,0	0,1	2,5	4,0	2,0	2,0	3,5	4,0
Напівгідрат (%)	0,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	1,5	2,0
Попередня гідратація (%)	0,15	0,25	-	-	-	-	0,20	0,29
Випробування цементу (EN/ISO)								
Вода (%)	26,5	27,0	31,0	32,5	29,5	29,0	27,5	27,5
Початок (год:хв)	1:50	2:05	3:05	3:15	2:35	2:25	1:45	1:20
Кінець (год:хв)	2:40	2:50	4:00	4:20	3:20	3:10	2:30	2:30
Міцність – 1 доба (МПа)	18,8	19,0	10,6	10,2	13,8	12,1	14,8	15,5
Міцність – 2 доби (МПа)	28,8	27,6					32,5	32,1
Міцність – 3 доби (МПа)			26,9	28,8	29,8	28,4		

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

Міцність – 7 діб (МПа)	42,8	39,0	35,7	37,5	39,4	36,1	41,7	39,8
Міцність – 28 діб (МПа)	60,3	60,5	49,2	50,3	50,0	47,9	52,0	50,5

Щодо продуктивності, вертикальні млини також можуть мати перевагу. Вони зазвичай мають вищу продуктивність та здатність обробляти більше сировини за одиницю часу порівняно з кульовими млинами. Це може бути важливим фактором для великих цементних заводів, де потрібно обробляти великі обсяги сировини.

Вертикальні млини також можуть бути більш вигідними з точки зору вартості технологічного процесу. Оскільки вони зазвичай використовують менше енергії для подрібнення матеріалу, це призводить до зменшення витрат на електроенергію, що є однією з основних складових вартості виробництва цементу. У табл. 2 наведено показники продуктивності цементних заводів, що працюють на ВМ та на КМ [3].

Таблиця 2 – Продуктивність цементних заводів [3]

Завод	АА		ВВ		СС		DD	
	Звичайний ПЦ		Звичайний ПЦ		Звичайний ПЦ		Шлакоцемент	
Млин	КМ	ВМ	КМ	ВМ	КМ	ВМ	КМ	ВМ
Блейн, см ² /г	3200	3200	3700	3700	3880	3900	3640	3640
кВт*год/т								
Млин	32,5	22,2	39,2	21,1	35,2	18,3	34,4	17,2
Всього	38,5	28,9	42,3	32,2	42,4	25,7	40,0	25,7

Крім того, вертикальні млини мають меншу кількість рухомих частин порівняно з кульовими, що може знизити витрати на їх обслуговування та ремонт. Це може бути важливим аспектом для підприємств, які прагнуть зменшити загальні витрати на утримання обладнання та збільшити його ефективність.

Висновки

Вертикальні млини демонструють кращі результати у подрібненні сировини, забезпечуючи більш однорідний та дрібнодисперсний продукт, що важливо для отримання якісного цементу. Крім того, вони відзначаються вищою продуктивністю та меншими витратами енергії, що призводить до зменшення загальних витрат на виробництво.

Щодо вартості операції, вертикальні млини також можуть бути більш економічно вигідним варіантом. Вони потребують менше енергії та мають меншу кількість рухомих частин, що знижує витрати на електроенергію та обслуговування.

Отже, на основі цих факторів можна зробити висновок, що вертикальні млини є більш привабливим вибором для виробництва цементу порівняно з кульовими млинами, забезпечуючи якісну продукцію та економію ресурсів.

Література

1. Lee A. The important role of vertical mills in cement clinker grinding station. LinkedIn: Log In or Sign Up. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/important-role-vertical-mills-cement-clinker-grinding-ammy-lee> (date of access: 18.03.2024).
2. Method of reducing cement clinker in a vertical mill : patent US 6,193,176 B1 United States : USOO6193176B1. No. 09/020,417 ; applied on 09.02.1998 ; published on 27.02.2001. 25 p.
3. Cement grinding Vertical roller mills VS ball mills - INFINITY FOR CEMENT EQUIPMENT. INFINITY FOR CEMENT EQUIPMENT. URL: <https://www.cementequipment.org/home/cement-grinding-system/cement-grinding-vertical-roller-mills-vs-ball-mills/> (date of access: 18.03.2024).

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРПОЛІМЕРНИХ
КОМПЛЕКСІВ У СУМІШІ КАРБОКСІМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ТА
ПОЛІДИМЕТИЛАМИНОЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ МЕТОДОМ
ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СКАНУЮЧОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ**

Овсянкiна В.О., доцент, Березняк Т. Г., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

В останні роки інтерес до інтерполімерних комплексів неухильно росте. Це пов'язане із широкими можливостями регулювання їхньої структури й властивостей за рахунок варіювання хімічної природи й довжини полімерних компонентів, а також кількості (щільності) і розподілу привитих ланцюгів. Значні можливості для варіювання властивостей і функцій ІПК відкриває з'єднання в їхніх макромолекулах хімічно комплементарних (здатних кооперативно взаємодіяти) полімерних партнерів. На даний момент інтерполімерні комплекси (ІПК) розглядають як перспективні гетерополімерні функціональні матеріали. Їх широко використовують для регулювання стійкості дисперсних систем, у біотехнологічних процесах, макромолекулярних терапевтичних системах і при виробництві паперу, як напівпроникні мембрани, плівкоутворювачі. ІПК мають ряд цінних властивостей, завдяки чому застосовуються як флокулянти при рішенні екологічних задач. Тому тема даної роботи вкрай актуальна і важлива.

Флокулянти виготовляли на основі бінарних сумішей карбоксиметилцелюлози (КМЦ) та полідиметіламіноетілметакрилату (ПДМАЕМ). Дослідження сумішей КМЦ і ПДМАЕМ проводили методом диференційної скануючої калориметрії (рис. 1). В результаті дослідження

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
було встановлено, що вихідні полімери природного (КМЦ) та синтетичного (ПДМАЕМ) походження мають, відповідно, температуру плавлення

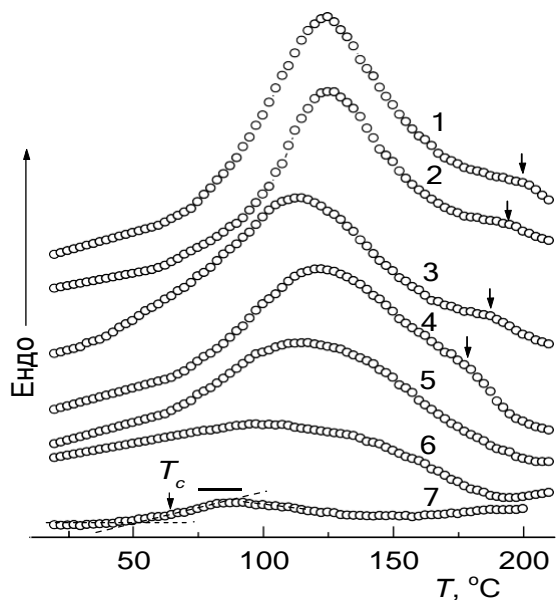


Рис. 1 Криві диференційної скануючої калориметрії КМЦ (1) і ПДМАЕМ (7), а також їх бінарних сумішей, в яких вміст ПДМАЕМ становить: 10 (2), 30 (3), 50 (4), 70 (5) і 90 мас.% (6).

$T_{nl}=124$ °С і середньоінтервальне значення температури склування $T_c \approx 67$ °С (на кривій 7 перетин пунктирних ліній вказує на початок і кінець температурного інтервалу розкловування ПДМАЕМ, а стрілка – її середину). Введення в суміш 10 мас.% аміновмісного полімера не викликає зменшення величини T_{nl} карбоксиловмісного полімеру, що є показом суміщення полімерів на молекулярному рівні внаслідок інtermолекулярних кулонівських взаємодій. Однак при 30 мас. % ПДМАЕМ у суміші із 70 мас.% КМЦ величина $T_{nl}=114$ °С, що вказує на значну інtermолекулярну взаємодію. На відміну від очікуваного зменшення T_{nl} при подальшому зростанні концентрації метакрилатного полімеру до 50 мас.% на термограмі нагрівання має місце прояв температури плавлення при більш високій

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

температурі ($T_{nl}=122$ °C). При переважній більшості полімеру синтетичного походження у сумішах (70 мас.%) існують лише псевдокристалічні утворення із макромолекул КМЦ, про що свідчить відсутність на термограмах нагрівання чіткого ендотермічного фазового переходу, що обумовлено диспергуванням макромолекул КМЦ у об'ємі метакрилатного полімера.

**BIOLOGICAL METHODS OF SOIL AND GROUND COVER
REMEDICATION FROM OIL AND PETROLEUM PRODUCTS.
PHYTOREMEDIATION AND MYCOREMEDIATION**

Master's student Havrylchenko B.I., Ph.D., Associate Professor Trembus I.V.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract - Biological methods of soil contamination remediation from oil and petroleum products using phytoremediation and mycoremediation techniques have been considered. The aspects of employing these methods have been analyzed, and research results have been provided.

KEYWORDS - SOIL, BIOLOGICAL METHODS, CONTAMINATION..

The feasibility of the biological treatment method largely depends on limiting factors and the location of contamination. It also depends on the type of soil contamination, deposits, surface water, and groundwater that need to be identified, whether they are retained in the environment or need to be excavated and transported for treatment at an off-site facility. These methods are capable of regenerating or breaking down hydrocarbons and various organic pollutants into simpler and non-toxic substances without any long-term negative impact on the environment. Biological remediation methods require a prolonged treatment period, ranging from several months to several years, to achieve satisfactory and effective pollutant removal [1, 2].

Mycoremediation or mycodegradation - involves the use of fungi to break down pollutants into less toxic or less potent forms, thereby reducing or eliminating environmental pollutants. Fungi have the ability to degrade various environmental pollutants due to their ability to produce and release extracellular enzymes, such as peroxidases, which can break down lignin and cellulose. Ligninolytic fungi, such as white rot fungi *Polyporus* sp. and *Phanaerochaete*

chryso sporium, are crucial in bioremediation due to their ability to degrade various toxic pollutants. The degradative action of fungi is recognized in various situations where they break down different types of materials. Polyethylene was degraded by cultivation with *Penicillium* sp. Studies have shown that many species of Basidiomycetes fungi have hydrocarbon-degrading properties. Some white rot fungi use their mycelium to degrade hydrocarbons due to their high production of oxidative enzymes, extracellular enzymes, chelators, and organic acids, which help them break down petroleum hydrocarbons. In a study demonstrating by Ulfik et al. (2013), the keratinolytic fungus *Trichophyton ajelloi* was capable of removing hexadecane from crude oil. In a similar study demonstrated by Njoku et al. (2016), mycoremediation was conducted using *Pleurotus pulmonarius* fungi to restore soil contaminated with a mixture of petroleum hydrocarbons, including gasoline, diesel fuel, used motor oil, and used motor oil from a diesel engine in a ratio of 1:1:1:1 at different concentrations of 2.5, 5, 10, and 20%. The results obtained after 62 days of incubation showed that soil with a concentration of 10% was able to remove 68.34% of total petroleum hydrocarbons, while the lowest degradation was obtained in soil with a treatment concentration of 2.5%, where 22.12% was removed. These results indicate that *Pleurotus pulmonarius* fungi have the ability to restore soil contaminated with a moderate level of petroleum hydrocarbon mixture [3,4].

Phytoremediation is the process by which green plants are used to remove or extract pollutants from soil, sediments, surface water, and groundwater. The technique either removes pollutants from the soil (phytodegradation) or retains them in the matrix (phytostabilization). The process harnesses natural processes of green plants. Plants can decompose, degrade, concentrate, retain, bioaccumulate, store, stabilize, and metabolize pollutants, acting as filters or traps in tissues through various mechanisms such as phytoextraction (phytoaccumulation), phytodegradation, phytostabilization, phytotransformation, phytovolatilization, rhizofiltration, rhizodegradation (rhizoremediation). These mechanisms transform

pollutants into less toxic and less persistent forms in the environment. The mechanisms and effectiveness of phytoremediation depend on the pollutants, their bioavailability, and the properties of the contaminated soil. Each mechanism affects the mobility, toxicity of pollutants, and the extent or concentration of pollutants. Phytoremediation systems utilize synergistic interactions between plants, soil-dwelling microorganisms, and plant roots. Plants perform innate enzymatic actions and absorption processes that remove, retain, and neutralize pollutants. They act as symbiotic hosts for aerobic and anaerobic microorganisms, providing them with nutrients and habitat. Plant roots and shoots provide a colonization zone for absorption, exudates, and liquids in the rhizosphere for microbial activity. The success of phytoremediation largely depends on the plant's ability to bioassimilate or bioaccumulate both organic and inorganic pollutants into their cellular structures and to conduct oxidative degradation of organic xenobiotics. Successful implementation of phytoremediation depends on various factors. One such factor that can influence is the addition of fertilizers as an additional source of nutrients between microorganisms and plants. Therefore, the contaminated site needs to be optimally fertilized not only to support plant growth and maximize microbial populations but also to prevent excessive fertilizer addition, which could harm the environment, as well as soil salinity balance. These conditions create uncertainty about the optimum quantity of fertilizers required for maximum oil degradation. Many scientists have conducted research on phytoremediation, using different types of plants to restore soil contaminated with petroleum hydrocarbons and soil contaminated with heavy metals and other pollutants.

Various types of phytoremediation have been developed. Among them is phytoextraction, which relies on the natural ability of plants to uptake certain substances (such as heavy metals) from the surrounding environment and retain them in their cells until the time of plant harvest. Phytodegradation is a method by which plants convert organic pollutants into a harmless form. Phytostabilization

involves plants releasing certain chemical substances that bind to pollutants, making them less bioavailable and less mobile in the environment. Phytovolatilization is the process by which plants extract pollutants from the soil and then transform them into gas, which can be safely released into the atmosphere.

Research has been conducted to improve the efficiency of phytoremediators through genetic modification. Genes from various sources, including mammals and microorganisms, are introduced into plant species, resulting in the creation of new classes of phytoremediators capable of extracting harmful heavy metals from contaminated soils. Phytoremediation is environmentally friendly, visually appealing, and economically advantageous compared to traditional remediation methods. Furthermore, it preserves soil structure. Numerous studies have been documented regarding the use of vegetation in treating oil-contaminated soils. [5 - 7].

Biological methods of soil remediation from petroleum products are highly promising, efficient, and environmentally safe. However, they do have certain drawbacks, the main one being the duration of the remediation period. Additionally, challenges arise from the specific characteristics of the particular area that needs restoration. Therefore, further research is needed to find more effective and universal means of biological remediation.

List of references:

1. Hamzah, A., Phan, C.W., Abu Bakar , N.F., Wong, K.K., 2013. Biodegradation of crude oil by constructed bacterial consortia and the constituent single bacteria isolated from Malaysia, *Bioremediation Journal*, 17(1), 1-10
2. Margesin, R., Labbe, D., Schinner, F., Greer, C.W., Whyte, L.G., 2003. Characterization of hydrocarbon-degrading microbial populations in contaminated and pristine alpine soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 69 (6), 3085-3092

3. Kumar, A., Tripti, Prasad, M.N.V., Maiti, S.K., Favas, P.J.C., 2018. Mycoremediation of mine site rehabilitation. *Bio-Geotechnologies of Mine Site Rehabilitation*. 233-260.
4. Njoku, K.L., Yussuf, A., Akinola, M.O., Adesuyi, A.A., Jolaoso, A.O., Adedokun, A.H., 2016. Mycoremediation of petroleum hydrocarbon polluted soil by *Pleurotus pulmonarius*. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management* 9(Suppl. 1), 865-875.
5. Cartmill, A.D., Cartmill, D.L., Alarcón, A., 2014. Controlled release fertilizer increased phytoremediation of petroleum-contaminated sandy soil. *Int. J. Phytoremediation* 16, 285–301.
6. Cristaldi, A., Conti, G.O., Jho, E.H., Zuccarello, P., Grasso, A., Copat, C., Ferrante, M., 2017. Phytoremediation of contaminated soils by heavy metals and PAHs. A brief review. *Environmental Technology & Innovation* 8, 309-326
7. Banks M.K, Schwab A.P, B.Liu, Kulakow P., *The Effect of Plants on the Degradation and Toxicity of Petroleum Contaminants in Soil: A Field Assessment*, February 2003, DOI:10.1007/3-540-45991-X_3

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ ДЛЯ ПЛОСКИХ ШАРІВ ГОФРОКАРТОНУ

магістрант Мирутенко Д.О., к.т.н, доц. Дейкун І.М.

пр.Берестейський, 37, Київ-56, 03056

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Гофрокартон на сьогодні є найбільш розповсюдженим пакувальним матеріалом, який відіграє важливу роль в упаковці та захисті товарів від пошкодження під час транспортування і зберігання. Гофрокартон легкий, але міцний, що робить виготовлені коробки з нього його ідеальним матеріалом для перевезення та зберігання різних продуктів.

У виробництві картону актуальним є використання макулатури. Переробка паперових відходів, таких як газети, журнали та картонні коробки дозволяє зменшити використання деревини та знизити обсяги відходів, що постійно утворюються. Використання макулатури як сировини дає також певний економічний ефект через меншу вартість макулатури та створення робочих місць для збирання і сортування макулатури.

Однак, виробництво картону з макулатури, порівняно з первинним волокном – целюлозою, супроводжується рядом проблем, пов'язаних зі зниженими показниками якості макулатури. Макулатура містить різноманітні забруднення, фарби та металеві включення, а також неодноразово піддається переробці, що ускладнює процеси підготовки макулатурної маси та знижує якість картону, а саме показники його міцності. На процеси очищення, сортування макулатурної маси потребуються складніші схеми і більші енерговитрати.

На забезпечення потрібної структури та міцності картону впливає процес формування картонного полотна на сітковій частині картоноробної машини.

Важливою умовою підвищення показників міцності картону є багатошарове формування. Багатошарові матеріали є міцнішими за одношарові, які мають однаковий склад по волокну. У виробництві картону з вторинних волокон багатошарове формування має значно більший вплив, ніж у виробництві матеріалів із первинних волокон.

Багатошарове формування покращує ряд властивостей міцності картону без підвищення маси 1 м^2 за рахунок поєднання більш пухкого внутрішнього шару аркуша з ущільненими міцними зовнішніми шарами.

У світовій практиці багатошарове формування розвивається за двома напрямками: окреме формування кожного шару з їх подальшим об'єднанням в багатошарову структуру та багатошарове лиття з одного напускного пристрою, так зване "структурне формування".

Напірний ящик відіграє важливу значення у виробництві високоякісних виробів з паперу та картону. Гідравлічні характеристики напірного ящика в значній мірі визначають властивості картону. Напірний ящик керує профілями полотна та допомагає встановити властивості полотна, впливаючи на якість формування.

Гідродинамічна стабільність потоку паперової маси, забезпечена сучасними конструкціями напускних пристроїв, дозволяє здійснити багатошарове формування паперу і картону з одного напірного ящика. Перевагами «структурного» формування є можливість різної композиції за шарами багатошарового картону; можливість введення наповнювачів, проклеючих речовин у окремі шари; отримувати фарбований картон введенням фарби лише у покривний шар; оптимальне використання різних фракцій волокна при його фракціонуванні.

Напірний ящик Valmet забезпечує покращену якість полотна та підвищення продуктивності машини. Нова технологія нанесення шарів Aqua використовує тонкий шар води як клин напірного ящика для стабілізації шарів і формування рівномірної плівки під час з'єднання шарів картону (рис.). Це запобігає змішуванню шарів маси, а також забезпечує подачу функціональних добавок між її шарами.

Нашарування виконується лише з одним напірним ящиком і формуючою секцією. Цей вид нашарування дає можливість регулювати якісні властивості картону. Також можна використовувати дешевшу сировину та функціональні добавки для мокрого середнього шару і досягти економії коштів.

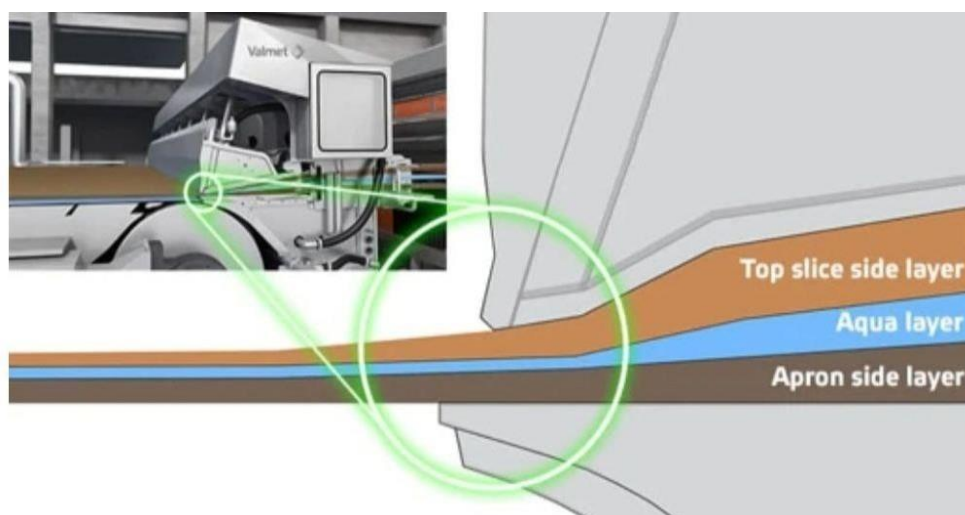


Рисунок – Технологія Aqua нашарування

Технологію нанесення шарів Aqua можна використовувати для покращення внутрішньої міцності слабкого середнього шару шляхом подачі крохмалю або інших добавок між шарами.

Література

1. Approaches in Sustainable, Biobased Multilayer Packaging Solutions/
[Kristina Eissenberger](#) // Polymers . 2023.15(5).1184. [doi: 10.3390/polym15051184](https://doi.org/10.3390/polym15051184)

**Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"**

2. Журнал «Гофроіндустрія» - Режим доступу:

<https://gofromagazine.com/>

3. Компанія Valmet - Режим доступу: <https://www.valmet.com/>

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ ПЕРМАНГАНАТУ
У ПРОЦЕСІ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ
МЕТОДІВ ТА ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ**

магістрант Карлова Г. С., к.т.н., доц. Трембус І.В,

к.т.н., Твердохліб М. М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Анотація. Розглянуто ефективність застосування перманганату калію та його вплив на знезараження води. Показано важливість забезпечення населення чистою та безпечною питною водою в контексті зростаючого забруднення та обмеженості доступу до природних водних ресурсів. Висвітлено переваги перманганату у порівнянні з іншими методами знезараження та його потенційні ризики. Проаналізовано вплив екологічних факторів: температура води та наявність органічних речовин, на ефективність знезараження перманганатом. Обґрунтовано необхідність оптимізації процесу знезараження води для забезпечення безпеки та якості водопостачання.

КЛЮЧОВІ СЛОВ.: ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ, ПЕРМАНГАНАТ, БЕЗПЕЧНА ПИТНА ВОДА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ.

Забезпечення населення чистою та безпечною питною водою стає все більш актуальною проблемою в сучасному світі, особливо у контексті зростаючого забруднення та обмеженості доступу до природних водних ресурсів. У цьому контексті методи знезараження води, які використовують перманганат натрію, набувають особливого значення. Відомий своєю високою ефективністю та безпечністю, перманганат може стати важливим інструментом у забезпеченні населення якісною питною водою. Сучасні

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"

методи знезараження, такі як використання перманганату, хлору, озону та УФ-випромінювання, виявилися ефективними у боротьбі з мікроорганізмами та забруднювачами у воді. Дослідження показують, що перманганат калію, на відміну від інших хімічних реагентів, може бути швидко та безпечно використаний для знезараження води, забезпечуючи високий рівень безпеки та ефективності [1, 2].

Дослідження підтверджують, що використання перманганату для знезараження води не лише не впливає негативно на хімічний склад води, але й забезпечує безпечне її споживання. Висока ефективність перманганату у видаленні органічних та неорганічних забруднень з води безпечна для здоров'я людини. Університет штату Північної Кароліни А&Т нещодавно отримав патент США № 8 519 061 на полімерну систему хімічного окислення з контрольованим вивільненням для очищення стічних вод. Ця «екологічна таблетка» здатна повільно вивільняти або KMnO_4 , або Oxone® з контрольованою швидкістю. Біорозкладаний полімер у поєднанні з окислювачами ефективно знижує концентрацію бактерій у стічній воді та покращує колір і запах протягом тривалого часу. Ця нова технологія потенційно може бути методом контролю викиду окислювачів і таким чином зменшити ризики для навколишнього середовища [3].

Порівняльний аналіз методів знезараження води, таких як перманганат, хлор і озон, показує, що перманганат має деякі переваги. Він виявляється ефективнішим у видаленні органічних забруднень та не утворює шкідливих побічних продуктів, які можуть загрожувати навколишньому середовищу. Згідно з розрахунком індексу цитотоксичності (СТІ) та індексу генотоксичності (ГТІ), цито- та генотоксичність зразків помітно знижувалася при дозуванні $\geq 2,0$ мг/л KMnO_4 та K_2FeO_4 . Контроль цито- та генотоксичності утворених DBPs з двох пов'язаних з ультрафіолетовим випромінюванням АОР був більш ефективним при

дозуванні $\geq 1,0$ mM PS та $\geq 5,0$ mM H₂O₂. Більше того, UV/PS був набагато потужнішим для зміни структури прекурсорів DBP у воді [4].

Оптимізація параметрів обробки, таких як тривалість контакту та концентрація перманганату, може суттєво підвищити ефективність процесу знезараження води. Дослідження показали, що збільшення цих параметрів призводить до покращення результатів очищення води від мікроорганізмів [5].

Поєднання перманганату з іншими методами знезараження, такими як УФ-випромінювання, може значно підвищити ефективність очищення води. Такі комбіновані методи дозволяють забезпечити високу якість питної води, зменшуючи кількість патогенних мікроорганізмів та органічних забруднень. Дослідження показали, що інактивація клітин була значно покращена при обробці УФ/КМnO₄ порівняно з лише УФ або КМnO₄, і клітини були повністю інактивовані протягом 35 хв. УФ/КМnO₄ у природній воді. Крім того, ефективна деградація асоційованих мікроцистинів була одночасно досягнута при швидкості потоку ультрафіолетового випромінювання 0,88 мВт см⁻² і дозах КМnO₄ 3–5 мг/л. Значний синергетичний ефект, можливо, пояснюється високоокислювальними видами, що утворюються під час УФ-фотолізу КМnO₄. Крім того, ефективність видалення клітин шляхом самовідстоювання досягла 87,9 % після обробки УФ/КМnO₄ без додаткових коагулянтів. Швидко утворений на місці діоксид марганцю був відповідальним за посилення видалення клітин *M. aeruginosa*. Це дослідження вперше вказує на роль процесу УФ/КМnO₄ в інактивації та видаленні клітин ціанобактерій, а також одночасну деградацію мікроцистину в практичних умовах [6].

Ефективність перманганату у знезараженні води може залежати від різних екологічних чинників. Наприклад, дослідження [7] показують, що температура води та наявність органічних речовин можуть впливати на ефективність перманганату у знезараженні води. Підвищення температури

може сприяти швидшій хімічній реакції перманганату, що позитивно впливає на ефективність процесу знезараження. Однак, наявність органічних речовин у воді може зменшити ефективність перманганату, оскільки вони можуть конкурувати за окислювальні властивості забруднення. Таким чином, врахування цих екологічних факторів є важливим для оптимізації процесу знезараження та досягнення найкращих результатів [8].

Висновки: перманганат калію є ефективним та безпечним методом знезараження води, спроможним забезпечити населення чистою та безпечною питною водою. Подальше вдосконалення методу передбачає врахування екологічних факторів, таких як температура води та наявність органічних речовин, для оптимізації процесу знезараження. Зокрема, подальші дослідження можуть спрямовуватися на розробку методів поєднання перманганату з іншими засобами знезараження для поліпшення ефективності та екологічної безпеки процесу очищення води.

Перелік посилань:

1. Treacy, J. "Drinking water treatment and challenges in developing countries." *The relevance of hygiene to health in developing countries.* (2019). – pp. 55-77.
2. Radhakrishna Banerjea. "The Use of Potassium Permanganate in the Disinfection of Water." 2022.
3. Johnson, B. A., et al. "Effect of contact time and concentration of potassium permanganate on the disinfection of drinking water." *Environmental Engineering Science* 38.4 (2021): 215-222.
4. LinY. Lou" Effects of pre-oxidation by ozone, permanganate and ferrate on generation and toxicities of disinfection byproducts" *Water Science and Technology: Water Supply* 16.2 (2016): 312-346.
5. Li, Y., & Liu, C. Evaluation of the toxicity of potassium permanganate on the physicochemical properties of drinking water. *Environmental Science and Pollution Research*, (2019):291-324.

6. Jiajia Fan" Multiple roles of UV/KMnO₄ in cyanobacteria containing water treatment: Cell inactivation & removal, and microcystin degradation" (2023): Том 457.

7. "Influence of temperature and organic matter on the effectiveness of potassium permanganate for the disinfection of drinking water" (2020).

8. Tingting Zhu, " Potassium permanganate-based advanced oxidation processes for wastewater decontamination and sludge treatment: A review" (2013): 345-377.

ОДЕРЖАННЯ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ОЧЕРЕТЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ

магістрант Галиш М.Ф., к.т.н, доц. Дейкун І.М.

пр.Берестейський, 37, Київ-56, 03056

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) є етером целюлози та гліколевої кислоти, яку одержують взаємодією лужної целюлози з монохлороцтовою кислотою або монохлорацетатом натрію. КМЦ - один із найбільш розповсюджених похідних целюлози. На відміну від целюлози, КМЦ розчиняється у воді і розчинах лугів з утворенням в'язких розчинів та використовується у виробництві паперу для його проклеювання, у текстильній промисловості для шліхтування ниток, у виробництві миючих засобів для запобігання ресорбції забруднень на тканинах, для покращення пластичності маси у виробництві кераміки [1].

Очищену карбоксиметилцелюлозу використовують як емульгатор, стабілізатор або носій у харчовій промисловості та фармацевтичній промисловості. Композитні матеріали на основі КМЦ можуть використовуватися у виробництві ліків пролонгованої дії або з контрольованим вивільненням діючої речовини [2]. Останні дослідження підтверджують доцільність застосування біоматеріалів на основі КМЦ для інженерії кісткової тканини та регенерації кісток [3].

На сьогодні карбоксиметилцелюлозу отримують твердофазним або суспензійним способами. Однак продукти, отримані твердофазним способом, зазвичай мають невисоку в'язкість розчинів та містить домішки, що обмежує можливості їхнього використання. Для виробництва КМЦ використовують бавовняну або деревну целюлозу. Останнім часом зростає інтерес до

використання недеревних целюлозних волокон у виробництві КМЦ. Одержана КМЦ з різних рослинних волокон може значно відрізнятися за характеристиками, зокрема ступенем заміщення, реологічними властивостями, в'язкістю, здатністю утримувати воду тощо [4-6].

Метою даної роботи є синтез карбоксиметилцелюлози із соломи очерету та визначення характеристик готового продукту.

Для проведення досліджень використовували целюлозу з очерету, одержану в лабораторних умовах варінням січки зі стебел очерету органосольвентним варильним розчином, що містив концентровану оцтову кислоту, пероксид водню та сірчану кислоту як каталізатор. Після варіння вихід целюлози складав 62,1% від маси абс. сух сировини. Целюлоза мала наступні показники якості: вміст а-целюлози - 82,3%, лігніну - 3,87%, золи 2,19%, середній ступінь полімеризації – 430.

Карбоксиметилування проводили суспензійним методом у середовищі етилового спирту. Наважку целюлози поміщали у реакційну ємність, оснащену перемішувальним пристроєм, і змочували розчином лугу за співвідношення у вагових частинах целюлоза : луг : вода (1 : 0,95 : 1). При перемішуванні додавали етиловий спирт концентрацією 96% у відношенні целюлоза : спирт (1:12) та проводили лужну обробку протягом 90 хв, після чого додавали монохлороцтову кислоту (МХОК) у співвідношенні целюлоза : МХОК 1:1,2 і проводили карбоксиметилування целюлози за температури 55 °С протягом 150 хв. По закінченні процесу карбоксиметилцелюлозу витримували 15 хв для дозрівання та промивали етиловим спиртом концентрацією 96% до відсутності реакції на луг. Одержану карбоксиметилцелюлозу висушували до повітряно-сухого стану (рис).

За результатами проведених досліджень встановлено, що одержана карбоксиметилцелюлоза характеризувалася наступними показниками якості: ступінь заміщення за карбоксиметильними групами – 77; розчинність у воді у перерахунку на абс. сухий продукт – 98,8%, умовна в'язкість водного

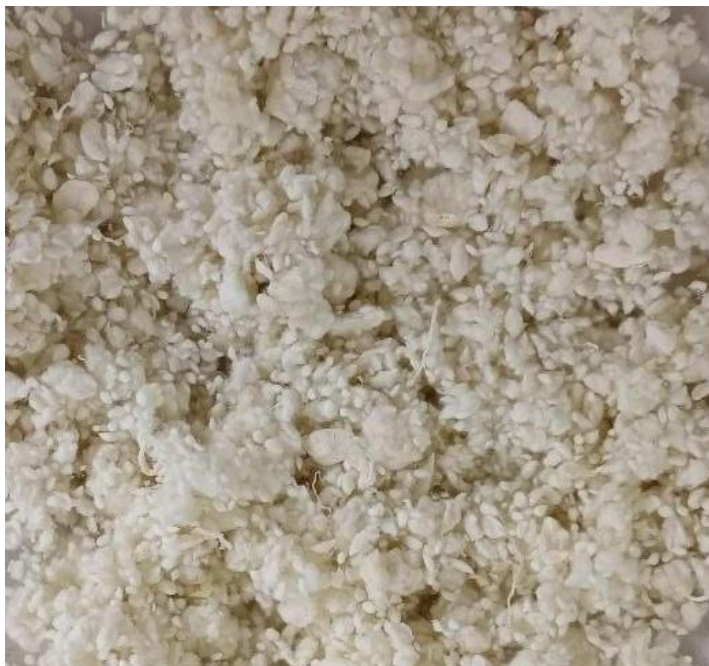


Рисунок - Карбоксиметилцелюлоза із целюлози очерету

Таким чином, у роботі проведені дослідження суспензійного способу одержання КМЦ із целюлози, одержаної органосольвентним методом із стебел очерету та визначені показники якості карбоксилцелюлози. За результатами досліджень можна стверджувати, що використання целюлози із очерету є можливим для одержання продукту належної якості.

Перелік джерел

1. Барбаш, В. А., Дейкун, І. М. Хімія рослинних полімерів: навч. посіб. для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки" Хімічна технологія. Київ: Каравела, 2018. - 440 с.
2. Oliveira, R. N., Moreira, A. P. D., Thiré, R. M. D. S. M., Quilty, B., Passos, T. M., Simon, P., McGuinness, G. B. Absorbent polyvinyl alcohol–sodium carboxymethyl cellulose hydrogels for propolis delivery in wound healing applications. *Polymer Engineering & Science*, 2017, 57(11), 1224-1233.

3. Aoshima, M., & Jo, Y. Augmentation for cell spreading and migration by a soluble fraction of cotton-derived carboxymethyl cellulose. *Kobunshi Ronbunshu*, 2013, 70(6), 273-281.
4. Li, H., Zhang, H., Xiong, L., Chen, X., Wang, C., Huang, C., & Chen, X. Isolation of cellulose from wheat straw and its utilization for the preparation of carboxymethyl cellulose. *Fibers and Polymers*, 2019, 20, 975-981.
5. Candido, R. G., & Gonçalves, A. R. Synthesis of cellulose acetate and carboxymethylcellulose from sugarcane straw. *Carbohydrate polymers*, 2016, 152, 679-686.
6. Rodsamran, P., & Sothornvit, R. Carboxymethyl cellulose from rice stubble waste. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 2020, 42(2).

SYNTHESIS TECHNOLOGY OF LIQUID FUEL FROM ORGANIC FEEDSTOCKS

Master student Fateev D.S., PhD, prof. Trembus I.V.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

***Abstract.** In this study, an analysis of the technological aspects of obtaining motor fuel from biomass feedstocks using Fischer-Tropsch synthesis technology for BTL was conducted. The main reactions, process parameters, reactor types, and hydrocarbon fraction yields were determined. According to the test results, the obtained motor fuel has high energy performance, which is close to petroleum fuel, but its use doesn't affect air pollution levels.*

KEYWORDS: BIOMASS, GASIFICATION, SYNTHESIS GAS, POLYMERIZATION, OLEFINS, CONVERSION, SYNTHETIC GASOLINE, DIESEL

The invasion of Russian troops into Ukraine has changed the direction of its fuel and energy complex development. This occurred due to the cessation of oil and natural gas imports from the territories of the Russian Federation and Belarus, as well as significant damage to critical infrastructure facilities, such as the shutdown of the Kremenchuk Oil Refinery and the Shebelinsky Gas Processing Plant [1].

These factors have led to the search for alternative fuel sources since, in this context, Ukraine relies on external markets. To maintain the country's energy security, attention should be paid to fuels such as biodiesel, biofuels, and synthetic biofuels, which utilize biomass as the primary raw material resource [2].

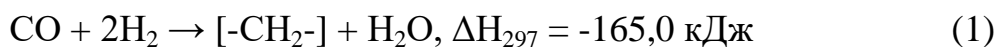
The main organic waste includes: animal manure, bark, wheat straw, millet, corn stalks, sunflower husks, grapevines, reeds, bamboo stems, rice straw, food waste, wastewater, and others [3].

In modern realities, the Fischer-Tropsch process has gained significant relevance in petrochemistry. This process involves obtaining synthetic liquid fuel from coal (CTL), biomass (BTL), and natural gas (GTL).

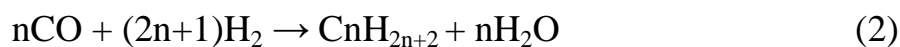
The technology for converting organic waste into motor fuel is carried out in the following stages:

- biomass gasification to produce synthesis gas (CO and H₂);
- purification of synthesis gas from hydrogen sulfide, carbon dioxide, ammonia, and halogenated hydrocarbons;
- Fischer-Tropsch process;
- further processing of liquid hydrocarbons using hydrocracking, isomerization, or catalytic reforming [3].

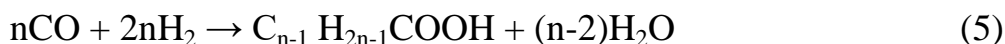
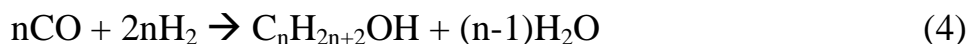
The Fischer-Tropsch process is a polymerization reaction in which the catalytic conversion of a mixture of carbon monoxide and hydrogen into higher hydrocarbons occurs. This chemical process is accompanied by a significant release of energy, and as a result of its implementation, alkanes, alkenes, alcohols, and aldehydes are formed. The fundamental Fischer-Tropsch synthesis reaction is represented by:



Depending on the chemical composition of the catalyst, the ratio of hydrogen to carbon monoxide, temperature regime, and pressure in the system, the qualitative and quantitative composition of hydrocarbons changes. The main products of the reaction are paraffins and olefins (2-3) [4]:



Side reactions are also anticipated during the Fischer-Tropsch synthesis, leading to the formation of primary alcohols, organic acids, carbon dioxide, methane, and the occurrence of the water-gas shift reaction (4-8) [4]:



The end products of the Fischer-Tropsch synthesis are a mixture of hydrocarbons containing synthetic gasoline $\text{C}_5 - \text{C}_{11}$, kerosene $\text{C}_{10} - \text{C}_{14}$, diesel fuel $\text{C}_{11} - \text{C}_{18}$, as well as oils $\text{C}_{18} - \text{C}_{30}$ and waxes $\text{C}_{30}-\text{C}_{60}$ with a selectivity of gasoline and diesel fuel output of 48% and 30%, respectively. Additionally, a significant amount of gaseous hydrocarbons ($\text{C}_1 - \text{C}_4$) is formed during the process, but they are considered as by-products and directed for electricity generation or for further processing into synthesis gas [4].

Two types of reactors are used for the Fischer-Tropsch process at the enterprise – a fixed-bed multitubular reactor and a slurry reactor, where the synthesis gas is bubbled through a dispersed catalyst in an inert liquid layer.

The Fischer-Tropsch synthesis is conducted at a temperature of 150 – 300°C, pressure of 20 – 100 atm, a $\text{CO} : \text{H}_2$ ratio of 1:1, and in the presence of an iron, cobalt, ruthenium, or nickel catalyst. The process parameters and Fischer-Tropsch synthesis products vary depending on the catalyst used. The conversion of carbon monoxide into liquid fuel using the GTL technology reaches 80%

Conclusions: The Fischer-Tropsch process can be used to synthesize environmentally friendly gasoline or diesel from carbon-containing raw materials. Such type of fuel does not emit CO_2 into the air, does not contain sulfur, nitrogen,

aromatic hydrocarbons in its composition, and can be blended with traditional petroleum fuel. The main drawback of the BTL process, which affects the kinetics of the Fischer-Tropsch process and the catalyst's activity, is the significant release of CO₂ during biomass gasification.

List of References:

1. Гламаздін В.П., Мельник О.В., Тонкоголосюк В.М. Аналіз роботи паливно-енергетичного комплексу України в умовах військової агресії та визначення перспективних напрямів розвитку. Наука, технології, інновації. 2023. № 2. С. 11-19.

2. Жук Г.В. Перспективи виробництва альтернативного автомобільного палива в Україні: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 8 червня 2022 року. Вісник НАН України. 2022. № 8. С. 19–24. DOI:<https://doi.org/10.15407/vsn2022.08.019>

3. Li P, Yuan Z and Eden MR, A comparative study of fischertropsch synthesis for liquid transportation fuels production from biomass, in Computer Aided Chemical Engineering, ed by Zdravko, K and Miloš B. Elsevier. 38:2025–2030. 2016.

4. Teimouri, Z., Abatzoglou, N., Dalai, A.K. Kinetics and Selectivity Study of Fischer–Tropsch Synthesis to C₅₊ Hydrocarbons: A Review. Catalysts 2021. №11. 330 p.

**STUDY OF FEATURES OF REVERSE WATER USE SYSTEMS IN
THE PRODUCTION OF PAPER AND CARDBOARD WITH LIMITED
USE OF FRESH WATER**

Bachelor Bilous Vladlena., 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 роботи є розроблення теоретичних основ та практичних рекомендацій з розвитку ідей замкнутого водокористування картонно-паперового виробництва.

Однією із основних причин, за якими практично неможливо ізолювати систему зворотнього водокористування картонно-паперового виробництва від навколишнього середовища, виступає факт накопичення в зворотних і стічних водах водорозчинних мінеральних і органічних речовин до рівнів, які викликають інтенсивну корозію технологічного обладнання, а також перешкоджають нормальному протіканню технологічного процесу.

Таким чином, розвиток ідей замкнутого водокористування багато в чому залежить від розроблення теоретичних основ та практичних рекомендацій по стабілізації якості води в зворотніх циклах, удосконалені методів аналізу і розрахунків концентрації забруднюючих речовин, а також прогнозуванню закономірностей їх накопичення в стічних водах в результаті скорочення питомого споживання свіжої води.

З аналізу літературних джерел за даною темою слідує, що мінералізація у воді, що циркулює в замкнутих системах водокористування, може підвищуватися до 11 г\л. При цьому, переважно накопичуються сульфати, хлориди та катіони кальцію.

Таким чином, необхідність розроблення науково обґрунтованого методу розрахунків (прогнозування з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки) обґрунтована ще і тим, що в процесі проектування сучасних підприємств з виробництва картонно-паперової продукції, на яких планується мінімальне питоме споживання свіжої води, на сьогоднішній день практично відсутні аналоги, на які можливо було орієнтуватися ще на стадії підготовки проектного рішення.

Summary. The purpose of this work is to develop theoretical foundations and practical recommendations for the development of closed water use ideas for cardboard and paper production.

One of the main reasons for which it is practically impossible to isolate the return water use system of cardboard and paper production from the environment is the fact that water-soluble mineral and organic substances accumulate in return and waste water to levels that cause intense corrosion of technological equipment and also prevent the normal flow of technological process

Thus, the development of the ideas of closed water use largely depends on the development of theoretical foundations and practical recommendations for stabilizing water quality in reverse cycles, improved methods of analysis and calculations of the concentration of pollutants, as well as forecasting patterns of their accumulation in wastewater as a result of reducing the specific consumption of fresh water

From the analysis of literary sources on this topic, it follows that mineralization in water circulating in closed water use systems can increase to 11 g/l. At the same time, sulfates, chlorides and calcium cations are mainly accumulated.

Thus, the need to develop a scientifically based method of calculations (forecasting using modern computer technology) is also justified by the fact that in the process of designing modern enterprises for the production of cardboard and paper products, which are planned to have a minimum specific consumption of

fresh water, there are practically no analogues, which could be used at the stage of preparation of the design solution.

The purpose of this work is to develop theoretical foundations and practical recommendations for the development of closed water use ideas for cardboard and paper production.

One of the main reasons for which it is practically impossible to isolate the return water use system of cardboard and paper production from the environment is the fact that water-soluble mineral and organic substances accumulate in return and waste water to levels that cause intense corrosion of technological equipment and also prevent the normal flow of technological process

Thus, the development of the ideas of closed water use largely depends on the development of theoretical foundations and practical recommendations for stabilizing water quality in reverse cycles, improved methods of analysis and calculations of the concentration of pollutants, as well as forecasting patterns of their accumulation in wastewater as a result of reducing the specific consumption of fresh water

In the process of shutting down the water use system of cardboard and paper production, the following main negative phenomena may occur:

- concentration of mineral electrolytes;
- increasing the concentration of water-soluble organic substances;
- accumulation of dispersed particles;
- accumulation of heat energy and, as a result, an increase in the temperature of water streams.

From the analysis of literary sources on this topic, it follows that mineralization in water circulating in closed water use systems can increase to 11 g/l. At the same time, sulfates, chlorides and calcium cations are mainly accumulated.

The presence in return waters of sulfates, carbonates or oxalates in combination with cations of calcium, magnesium, manganese, iron, aluminum and

barium is the source of most deposits of calcium and magnesium salts, as well as other difficulties arising in the production process.

One of the main problems arising from the repeated use of return water is corrosion, which destroys technological equipment as a result of electrochemical, chemical and biochemical processes taking place. The rate of corrosion is affected by such factors as the pH of the medium, the amount of dissolved oxygen, the concentration of sulfates, chlorides, the total amount of dissolved minerals, the hardness of water, the alkalinity or acidity of the medium, temperature, the concentration of carbon dioxide and other factors.

Thus, the need to develop a scientifically based method of calculations (forecasting using modern computer technology) is also justified by the fact that in the process of designing modern enterprises for the production of cardboard and paper products, which are planned to have a minimum specific consumption of fresh water, there are practically no analogues, which could be used at the stage of preparation of the design solution.

Attempts to reproduce at one of the operating enterprises of the industry the technological conditions of the enterprise being designed would not give the desired results, since each enterprise is a complex object, which is characterized only by the multitude of different nodes and devices that function in a certain mode, as well as the original structure of their relationship. And in conditions of intensification of the use of return water in the production process, the mutual influence (due to the phenomenon of emergency) of nodes (apparatus) increases so much that it is impossible to know in advance how changes in the structure of the system or the mode of operation of the devices (even one of them) will affect the functioning of others nodes (devices) and the state of all water flows in the system.

References

1. Ploskonos V.G. «Forecasting the pollution of circulating and waste water of the production of cardboard and paper from waste paper. scientific degree of candidate of technical sciences.» - 1987, - 210 p.

UDK 504.4.062.2

STATE OF GROUNDWATER POLLUTION IN KYIV

Yeroshov O.¹, Ph.D. Kolyabina I.², Ph.D Romaniukyna I.^{1,3},

Ph.D., associate professor Trembus I.¹

¹**National Technical University of Ukraine**

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",

²**Institute of Geological Sciences,**

National Academy of Sciences of Ukraine,

³**Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry,**

National Academy of Sciences of Ukraine

***Abstract:** This research analyzes the increase in heavy metal concentrations in water bodies of Kyiv city, posing a threat to water resources quality and public health. The paper examines the state of groundwater pollution in Kyiv, requiring a comprehensive approach to problem-solving. The impact of various factors on the formation of heavy metal concentrations in the city's waters is investigated, and methods for their analysis and determination are considered. Special attention is given to the sorption-X-ray fluorescence method for determining micro-quantities of Pb^{2+} , Cd^{2+} , and Hg^{2+} in water, proposed for use in the city's water bodies.*

KEYWORDS: WATER BODY POLLUTION, GROUNDWATER, HEAVY METALS, MONITORING, WATER ANALYSIS.

In recent years, there has been an increase in the concentration of heavy metals in water bodies in Kyiv, posing a threat to the quality of water resources and the health of city residents. Despite the implementation of various environmental programs and control measures, groundwater pollution continues to escalate, necessitating a comprehensive approach to the problem. Research indicates that sources of this pollution may include both industrial emissions and unregulated discharges from domestic sources.

The aim of this study is to theoretically analyze the state of groundwater pollution in the city of Kyiv.

The water resources of the urban area cover 6.7 thousand hectares, which accounts for 8% of the total area. Among them, rivers and streams cover 5.1 thousand hectares, lakes – 0.9 thousand hectares, canals and collectors – 0.06 thousand hectares, ponds – 0.19 thousand hectares, and artificial reservoirs – 0.4 thousand hectares. The hydrographic network of the studied area is characterized by sufficient density, ranging from 0.28 to 0.45 km per square kilometer. Rivers have a plain character. Their regime is distinguished by pronounced spring floods, low summer levels, and slightly elevated levels in autumn due to seasonal rainfall. River nourishment is diverse, mainly from groundwater sources [1].

Within the boundaries of Kyiv, the Dnipro River serves as the main water artery, with a width ranging from 400 to 600 meters and a depth of 6 to 12 meters. Its basin also includes various tributaries such as Rusanka, Desenka, as well as bays like Matviyivska, Havannya, Starik, and floodplain lakes such as Radunka and Telbin. The right tributaries of the Dnipro include the rivers Lybid, Syrets, and Vita. In the western part of the city, there are rivers Horenka and Nivka, which are tributaries of the Irpin River. The rivers Syrets and Nivka form lakes [2].

In some places, the Lybid River passes through a collector. The rivers flow through diverse landscape and geomorphological conditions. On sandy soils (left-bank and north-western parts of the city), river valleys are less winding, often accompanied by water bodies, have marshy floodplains, and overbank terraces. In forested areas, the number of lakes is significantly smaller.

Research in recent years has shown that as the sodium content of water increases and its calcium content decreases, the importance of other processes besides halite dissolution in forming sodium concentration in the aquifer waters increases. There is also a tendency for the impact of ion exchange processes and dissolution/precipitation of minerals to increase on the formation of Ca^{2+} concentration with increasing water calcium content and decreasing sodium

content. Additionally, there is a certain tendency for the significance of cation exchange processes in forming the cation composition of water to increase with increasing well discharge [3].

The research on groundwater during the period of 2020-2023, utilizing various analytical methods, is presented in Table 1 [3-5].

A method for sorption-X-ray fluorescence determination of trace amounts of Pb^{2+} , Cd^{2+} , and Hg^{2+} after their extraction and preconcentration on silica gel with chemically immobilized 4-(2-pyridylazo)-resorcinol has been developed by O. Kychkyruk, N. Kusyak, and E. Yanovska. This method can be successfully applied to the analysis of natural and wastewater, as well as liquid waste that can be dissolved [4].

Table 1 - Data on the concentration of chemical compounds in water and methods of their determination.

Parameters	Concentration mg/dm ³
Kyiv tap water (2020) [5]	
Nitrates (NO ₃ ⁻) and nitrites (NO ₂ ⁻)	1,22
r. Lybid (2023) [4]	
Pb ²⁺ (Atomic absorption analysis)	<5
Cd ²⁺ (Atomic absorption analysis)	<10
Pb ²⁺ (Sorption-X-ray fluorescence analysis)	20±2
Cd ²⁺ (Sorption-X-ray fluorescence analysis)	<2
Hg ²⁺ (Sorption-X-ray fluorescence analysis)	4±2
Pb ²⁺ (X-ray fluorescence method)	0,1
Cd ²⁺ (X-ray fluorescence method)	0,04
Zn ²⁺ (X-ray fluorescence method)	0,066
Mn ²⁺ (X-ray fluorescence method)	0,01
Fe ²⁺ (X-ray fluorescence method)	<0,1
Ni ²⁺ (X-ray fluorescence method)	0,063
Cu ²⁺ (X-ray fluorescence method)	0,008
Co ²⁺ (X-ray fluorescence method)	<0,1
Byosky horizon and Senoman-Kelovian complex (2021) [3]	
Na (Balance method)	From 0,06 to 0,55
SiO ₂ (Balance method)	From 0,39 to 1,33
Cl (Balance method)	From 0,08 to 0,40

SO ₄ (Balance method)	From 0,07 to 0,19
Mg (Balance method)	From 0,21 to 0,32
Ca (Balance method)	From 0,26 to 0,81

According to established sanitary standards, the maximum permissible concentrations of nitrates and nitrites in centralized water supply are 50 mg/dm³ and 0.5 mg/dm³, respectively. The maximum permissible intake of nitrates for an adult is set at 5 mg per 1 kg of body weight. Determining the levels of nitrates and nitrites in water will help assess its quality and enable the selection of an optimal and effective purification method. In some cases, if purification is not feasible, this water may need to be excluded from consumption [5].

The presence of heavy metals in the groundwater of the city of Kyiv, confirmed by modern methods of water body monitoring (Table 1), and their high level of danger to human health unquestionably underscore the relevance and urgent need to address the problem of groundwater contamination with heavy metals.

References

1. Loboda N., Otchenash N. Groundwaters, their pollution, and impact on the environment. Textbook. Odessa State Environmental University, Odessa, 2017, 199 p.
2. Samchuk A., Kuraieva I., Grodzinska G., Vovk Y., Zlobina K., Stadnyk V., Ogar T., Nebesny V., Honchar G. Heavy metals in the environmental objects of the Kyiv megapolis. Kyiv: Nash Format, 2019, 164 p.
3. Kolyabina I., Shestopalov V., Kasteltseva N. Mechanisms of formation of the chemical composition of drinking groundwater in the Kyiv deposit (using the example of the Obolon water intake). Geological Journal, 2021, No. 2, pp. 24-26.
4. Kychkyruk O., Kusyak N., Yanovska E. Sorption-X-ray fluorescence determination of trace amounts of some toxic metals in natural objects after their

Issue 1, 2023, pp. 155-166.

5. Bublil B., Nosachova Y., Zuy O. Monitoring study of nitrate and nitrite content in groundwater in Ukraine. Proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference "Ecology. Human. Society", Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 128-132.

ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПАВЛОВНІЇ У ПРИСУТНОСТІ КАТАЛІЗАТОРІВ

к.т.н., доц. Р.І. Черьопкіна, бакалавр, В.В. Мартинюк,

аспірант А.М. Денисенко

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Отримано волокнисті напівфабрикати після делігніфікації деревини павловнії натронним способом у присутності каталізаторів антрахінонону та етилового спирту. Показано вплив розмелювання на довжину волокон, отриманих із павловнії.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПАВЛОВНІЯ, ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ, КАТАЛІЗАТОР, РОЗМЕЛЮВАННЯ

DELIGNIFICATION OF PAULOWNIA IN THE PRESENCE OF CATALYSTS

Associate Professor, R.I. Cherepkina, Bachelor V.V. Martyniuk, Ph.D.

student A.M. Denysenko

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract

The fibrous semi-finished products were obtained after delignification of paulownia wood by the natron method in the presence of anthraquinone and ethyl alcohol catalysts. The effect of grinding on the length of paulownia fiber is shown.

KEY WORDS: PAULOWNIA, DELIGNIFICATION, CATALYST, GRINDING

У всьому світі швидко зростає інтерес до таких порід деревини, які швидко ростуть та за короткий термін вегетації дають високий приріст біомаси деревини [1, 2]. Рід *Paulownia* один з найбільш швидкорослих видів дерев у світі і тому в останні роки привернув величезний інтерес з боку науковців та промисловості. Із-за швидкого росту павловнію назвали «деревом майбутнього». Багатьма дослідженнями підтверджено, що у порівнянні з іншими деревами, що швидко ростуть, такими як верба, тополя, евкالیпт і червоний дуб, павловнія досягає найбільшого зростання в оптимальних умовах [3,4]. За різними даними рід павловнії налічує від шести до сімнадцяти видів [5, 6].

Нині все частіше спостерігається тенденція заміни вирощування чистих природних видів павловнії гібридами. До найбільш відомих гібридів, які мають промислове вирощування відносять клони *in vitro* 112, *Cotevisa 2*, *Sundsu 11* і *Shan Tong* [7, 8, 9].

Треба відмітити, що на всій території України успішно впроваджувалися агротехнології вирощування різних гібридів павловнії впродовж останніх 10-ти років [10].

Раніше нами було досліджено хімічний склад павловнії гібриду *Clone in Vitro 112®* і показано, що за вмістом вуглеводної частини вона повністю придатна для отримання волокнистих напівфабрикатів [11].

Основною характеристикою волокнистого напівфабрикату є його паперотворні властивості, які в сукупності визначають досягнення споживчих властивостей паперу. Паперотворна здатність волокнистого матеріалу характеризується якістю напівфабрикату, його здатністю до фібрилювання, укоточенню волокон.

Тому метою роботи було отримання якісних напівфабрикатів з деревини павловнії та вплив розмелювання на здатність до укорочення волокон.

Для проведення експерименту було використано однорічну листяну деревину, а саме павловнію. Всі зразки були попередньо очищені від кори та механічних включень. Для варіння використовували хімічні реактиви у вигляді гідроксиду натрію (NaOH), каталізatori антрахінон ($C_{14}H_8O_2$) та етиловий спирт (C_2H_6O).

Зразки павловнії подрібнювали до частинок розміром 2 – 3 мм за допомогою лабораторного ножа. В автоклав завантажували по 45 г повітряно сухих підготовлених трісок та заливали варильним розчином з дотриманням гідромодуля 5 : 1. Делігніфікацію трісок проводили окремо з використанням антрахінону (АХ) в кількості 0,1 % від маси абс сух сировини та окремо із спиртом – 10 % об'ємних. Варіння павловнії проводили в гліцириновій бані з підйомом температури від 110 °С, поступово підвищуючи її до 175 °С протягом 2 годин. Тривалість варіння за кінцевої температури продовжуємо ще 2 години (рис. 1).

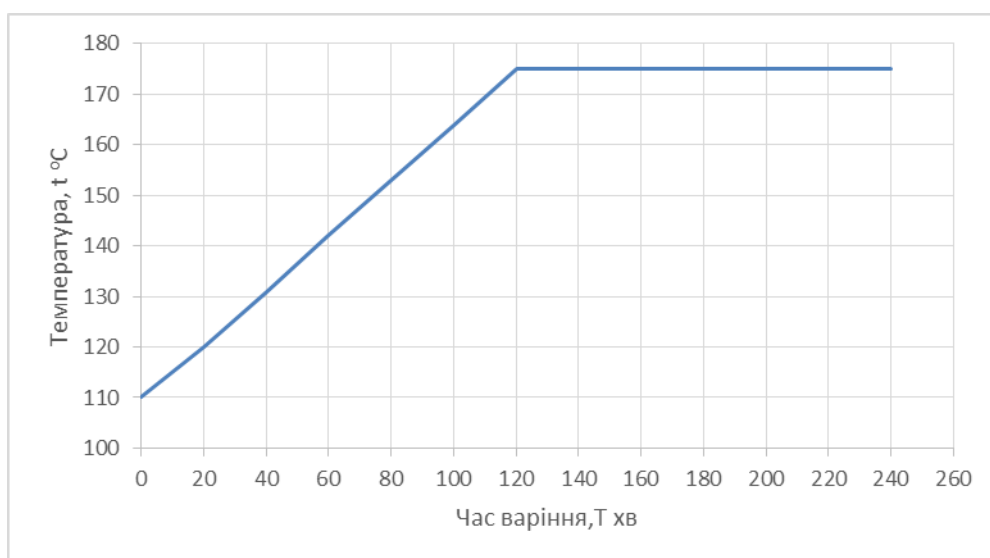


Рисунок 1. – Температурний режим варіння

Після завершення варіння, автоклави охолоджували до кімнатної температури, а тиск повільно знижено до атмосферного. Відпрацьований щолок зливали в окрему ємність, а отриману масу промивали проточною водою до нейтрального рН, віджимали, зважували, визначали вологість.

Для визначення фізико-механічних показників масу розмелювали до досягнення ступеня млива 72 – 75 °ШР у відцентрово-розмелювальному апараті та виготовляли відливки масою 120 г/м².

У результаті варіння деревини павловнії отримано ВНФ, якісні показники яких наведено в таб.1.

На основі даних табл. 1 можна зробити висновок, що в умовах натронного варіння деревини павловнії з використанням АХ та спирту, отримано добре делігніфіковану целюлозу з високими показниками якості.

Таблиця 1 – Показники якості ВНФ із павловнії

Умови варіння	Вихід, %	Перманганатне число, °Бе/залишковий лігнін, %	Фізико-механічні показники					
			Розривне зусилля, Н	Відносне видовження, %	Розривна довжина (Гартига), м	Опір про давлення, кПа	Повітропроникність,	Міцність на злом під час багаторазових перегині, к.п.п.
Натронне +0,1 % АХ	33,5 (до 2 % непровар)	25,6 / 1,4	165	2,4	9953	366	0,0017	901
Натронне +20 % спирту	36,1 (до 7 % непровар)	72,6 / 2,0	174	3,0	9245	607	0,0055	1954

В отриманих ВНФ до розмелювання і після розмелювання виміряли довжину волокна з використанням апарату FS-100 – KAJAANI ELECTRONICS.

Результати аналізу довжини волокна наведено на рис. 2.

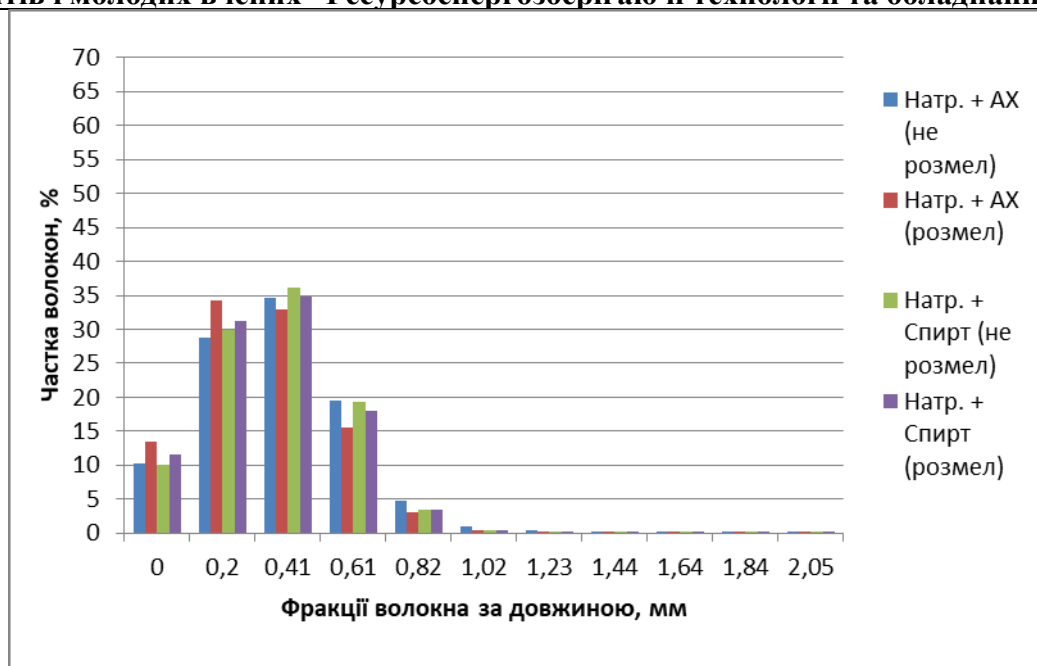


Рисунок 2 – Фракційний склад за довжиною волокна зразків целюлози до розмелювання і після розмелювання, отриманих натронним способом з каталізаторами АХ та спиртом

Як видно із даних рис. 2, зниження довжини волокон, які отримано в присутності АХ та у присутності спирту після розмелювання знаходяться на рівні 2 – 4 %. Дана закономірність спостерігається в діапазоні довжини від 0,41 до 1,02 мм.

Висновки. У статті описано процес делігніфікації однорічної листяної деревини павловні з використанням каталізаторів антрахінону та етилового спирту. Натронне варіння з додаванням антрахінону показало кращу ефективність делігніфікації (нижче перманганатне число) порівняно зі спиртовим варінням. Хоча спиртове варіння забезпечило більший вихід целюлози, показники фізико-механічних властивостей були дещо нижчими у порівнянні з варінням з антрахіноном. Однак, спиртове варіння показало кращі результати в опорі продавлюванню та кількості подвійних перегинів, що може бути важливим щодо визначення застосування целюлози.

Список літератури

1. Hamdan, H.Z.; Hourri, A.F. CO₂ Sequestration by Propagation of the Fast-Growing Azolla Spp. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2022**, 29, 16912–16924
2. Ols, C.; Bontemps, J.-D. Pure and Even-Aged Forestry of Fast-Growing Conifers under Climate Change: On the Need for a Silvicultural Paradigm Shift. *Environ. Res. Lett.* **2021**, 16, 024030.
3. Navroodi, I.H. Comparison of Growth and Wood Production of *Populus deltoides* and *Paulownia fortunei* in Guilan Province (Iran). *Ind. J. Sci. Technol.* **2013**, 6, 84–88.
4. Janjić, Z.; Janjić, M. *Paulownia*, Characteristics and Perspectives of Its Exploitation. *Innov. Woodwork. Ind. Eng. Des.* **2019**, 16, 34–41.
5. Woods, V.B. *Paulownia as a Novel Biomass Crop for Northern Ireland?* Occasional publication No. 7; Global Research Unit AFBI Hillsborough, Agri-Food and Biosciences Institute: Hillsborough, UK, 2008.
6. Icka, P.; Damo, R.; Icka, E. *Paulownia tomentosa*, a Fast Growing Timber. *Ann. Valahia Univ. Targoviste Agric.* **2016**, 10, 14–19.
7. Berdón Berdón, J.; Montero Calvo, A.J.; Royano Barroso, L.; Parralejo Alcobendas, A.I.; González Cortés, J. Study of *Paulownia*'s Biomass Production in Mérida (Badajoz), Southwestern Spain. *Environ. Ecol. Res* **2017**, 5, 521 – 527.
8. Kadlec, J.; Novosadová, K.; Pokorný, R. Preliminary Results from a Plantation of Semi-Arid Hybrid of *Paulownia* Clone in Vitro 112® under Conditions of the Czech Republic from the First Two Years. *Balt. For.* **2021**, 27.
9. Luca, R.; Camen, D.; Danci, M.; Petolescu, C. Research Regarding the Influence of Culture Conditions upon the Main Physiological Indices at *Paulownia Shan Tong*. *J. Hortic. For. Biotechnol.* **2014**, 18, 74–77.
10. Описание. *Paulownia Group Ukraine*. Електронний ресурс. – Режим доступу: www.paulowniagroup.com.ua.
11. А.М. Денисенко, С.Ю. Яценко, Р.І. Черьопкіна. Павловнія для целюлозо-паперової промисловості. Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (20 - 21 травня м.

Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"
Київ, Україна, 2021 р.)/ Укладач Д. Е. Бенатов. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – С. 153 – 156.

**Збірник тез доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання"**

**ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ В КОНТЕКСТІ КОНТРОЛЮ АЛКОГОЛЬНОГО
СП'ЯНІННЯ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

аспірант Петришин П. В.. к.н.держ.упр., доцент Набока К. О.

Класичний приватний університет, м. Запоріжжя

У сучасному світі питання безпеки дорожнього руху набуває особливого значення, зокрема, через зростання кількості дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних із керуванням у стані алкогольного сп'яніння. Публічне управління відіграє ключову роль у формуванні політики, розробці законодавства та реалізації заходів контролю для забезпечення безпеки на дорогах.

Роль публічного управління

1. Формування політики: Публічне управління визначає напрямок державної політики у сфері безпеки дорожнього руху. Ефективні політики повинна базуватися на аналізі даних, що свідчать про стан аварійності, а також про причини та наслідки ДТП. Важливо, щоб державні органи проводили систематичний моніторинг ситуації на дорогах і адаптували свої дії відповідно до нових викликів.

2. Законодавче регулювання: Якісна нормативно-правова база є основою для контролю алкогольного сп'яніння водіїв. Закони і постанови мають чітко регулювати процедури перевірки, відповідальність за порушення, а також права водіїв у разі оскарження результатів тестів. Ефективність законодавства залежить від його здатності реагувати на зміни у суспільстві та технологіях.

3. Інституційна структура: Ефективне управління вимагає чіткої організації діяльності державних органів, відповідальних за контроль. Взаємодія між поліцією, медичними установами та іншими структурами повинна бути відпрацьована, щоб забезпечити швидкість і точність реагування на правопорушення.

4. Освіта та підготовка кадрів: Кваліфіковані кадри — запорука успішного контролю. Необхідно забезпечити професійну підготовку працівників поліції, медиків і соціальних служб для проведення ефективних перевірок і надання

своєчасної допомоги.

5. Залучення громадськості: Громадськість повинна активно залучатися до процесів контролю за безпекою на дорогах. Інформаційні кампанії про наслідки керування у стані алкогольного сп'яніння сприяють формуванню свідомого ставлення до безпеки. Підтримка громадських ініціатив може істотно підвищити ефективність державних заходів.

6. Моніторинг та оцінка: Систематичний моніторинг результатів заходів контролю є необхідним для визначення їхньої ефективності. Оцінка результатів має базуватися на статистичних даних про ДТП, що дозволяє виявляти проблеми та адаптувати стратегії.

Метрологічні аспекти контролю алкогольного сп'яніння

Хоча основний акцент робиться на публічному управлінні, важливо також враховувати метрологічні аспекти, які є підтримкою для ефективного контролю:

1. Вимірювальні прилади: Вимірювання вмісту алкоголю в крові та видихуваному повітрі має бути точним. Якісні вимірювальні прилади є невід'ємною частиною системи контролю, і їх відповідність встановленим вимогам гарантує надійність результатів.

2. Технічні характеристики: Оцінка технічних характеристик вимірювальних засобів дозволяє забезпечити їх точність та стабільність у процесі використання.

3. Контроль і стандартизація: Важливою є також стандартизація процедур, пов'язаних із використанням вимірювальних приладів, що підвищує довіру до результатів вимірювання.

Дослідження підкреслює важливість публічного управління у контролі алкогольного сп'яніння водіїв. Залучення громадськості, якісне законодавство, професійна підготовка кадрів та ефективна інституційна структура є ключовими елементами у зниженні рівня ДТП, пов'язаних із вживанням алкоголю. Підтримка метрологічних аспектів, у свою чергу, забезпечує точність та надійність контролю,

що сприяє підвищенню загальної безпеки на дорогах.

Список використаних джерел

1. Порохня, О. В. (2019). Державне управління у сфері безпеки дорожнього руху: теорія та практика. – Київ: Наукова думка.

2. Постанова КМУ від 17 грудня 2008 р. № 1103, Київ Про затвердження Порядку направлення водіїв транспортних засобів для проведення огляду з метою виявлення стану алкогольного, наркотичного чи іншого сп'яніння...
Редакція від 18.06.2024.

3. Офіційний сайт Національної поліції України. Статистика дорожньо-транспортних пригод з постраждалими в Україні за 2023 рік :
<https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.

4. Рожнов М. С., Петришин П. В., Левбарг О. С. 2022, Метрологічна простежність результатів вимірень умісту алкоголю у видихуваному повітрі – Київ, Інфраструктура вимірювань

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

EMULSIFICATION: A COMPREHENSIVE OVERVIEW

Kosenko V.V.; Byshko M.A. 6

**MODERNIZATION OF THE ACETONE RECOVERY UNIT WITH THE
DEVELOPMENT OF A RECTIFICATION COLUMN AND A HEAT
EXCHANGER**

Vladimirov Z.D., Haidai S. S. 11

MARKET OF THERMOPLASTIC PIPES IN UKRAINE

Hryhorii PODYMAN, Oleksandr SEMINSKII 16

STATIC MIXERS FOR EMULSIFICATION

Kosenko V.V.; Byshko M.A. 21

**SIMULATION OF CYCLONES FOR CAPTURE OF HIGHLY
DISPERSED PARTICLES AND WATER VAPOR**

Andriy Dmytruk, Andriy Stepaniuk 25

**JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF A MIXER APPARATUS FOR
TRANSFORMER OIL REGENERATION SETUP**

Husarova O., Dakhnenko V., Rybytva R.V. 31

**АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ В ПРОВІДНИХ ТЕМАТИЧНИХ ЖУРНАЛАХ,
ЩОДО ВПЛИВУ СПЕЙСЕРІВ НА ХІД МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ**

Ясеньчук В.В., Гулієнко С.В. 37

**РЕГУЛЮВАННЯ ДИСТРИБУТИВНОГО ТА ДИСПЕРГУЮЧОГО
ЗМІШУВАННЯ У ДИСКОВОМУ ЕКСТРУДЕРІ**

Трачук Є. В., Швед М. П. 42

IMPROVEMENT OF THE MIXING PROCESS DURING VIBROEXTRUSION OF FIBER CONCRETE PRODUCTS	
Anastasiia Dovhopol, Igor Andreiev	48
TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE FOOD, CHEMICAL, OIL AND PULP AND PAPER INDUSTRIES IN UKRAINE	
Kosenko V.V.; Byshko M.A.	51
THE MODERNIZATION OF POTASSIUM CHLORIDE PRODUCTION PLANT WITH DEVELOPMENT OF EVAPORATOR AND MEMBRANE APPARATUS	
Muzyka S.M., Hulienko S.V.	57
DEHYDRATION OF APPLES WITH CONVECTIVE AND COMBINED ENERGY SUPPLY	
Husarova O., Paziuk V.	61
ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ ГРАНУЛ НА ОСНОВІ МУЛОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ ТА ТОРФУ	
Петрова Ж.О., Новікова Ю.П., Бадеха А.В.	66
RESEARCH AND INDUSTRIAL HEAT AND MASS EXCHANGER-UTILIZER SUITABLE FOR HIGHLY DUSTY GAS FLOWS	
Kremnev V., Timoshchenko A., Shpilberg L., Korbut N.	70
OPTIMIZATION OF OPERATION OF INDIRECT BRAGORECTIFICATION PLANTS	
Bulii Y.V., Obodovych O.M., Tselen B.Ya.	73
PRETREATMENT OF WHEAT STRAW AS A SUBSTRATE FOR ANAEROBIC FERMENTATION	
Vitalii Sydorenko, Murshyd Chalaev	76
STUDY OF CHANGES IN ACID AND PEROXIDE NUMBERS DURING STORAGE OF EXTRUDED MIXTURES	
Tselen B., Nedbailo A., Gozhenko L., Radchenko N.	80

USING TWO-PHASE THERMOSYPHONS FOR THE EXTRACTION OF GEOTHERMAL HEAT

Jamalutdin Chalaev, Oleksandr Obodovych, Olena Pereiaslavl'tseva, Tatiana Rezakova, Olesya Stepanova 83

CREATION OF CONDITIONS FOR EFFECTIVE OZONE REMOVAL AFTER AIR CLEANING BY PLASMOCHEMICAL METHOD

Hrabova T.L., Honcharov P.V., Bazeev R.E., Shmatok O.I. 85

INCREASING THE RELIABILITY AND EXTENDING THE RESOURCE OF BOILERS BY USING DISCRETE-PULSE POWER INPUT MECHANISMS

Obodovych O.M., Pereyaslavl'tseva O.O., Stepanova O.E., Khomenko V.M. 89

ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ КУЛЬТИВОВАНИХ ГРИБІВ ШИЇТАКЕ

Петрова Ж.О., Самойленко К.М., Граков Д.П., Коваль І.О. 92

ROTOR-PULSATION APPARATUS FOR REDUCING TEMPORARY WATER HARDNESS

Obodovych O.M., Pereyaslavl'tseva O.O., Stepanova O.E., Rezakova T.A. 97

GEOTHERMAL ENERGY DEVELOPMENT POTENTIAL IN UKRAINE

Jamalutdin Chalaev, Oleksandr Obodovych, Olena Pereiaslavl'tseva, Tatiana Rezakova, Evgeny Protsenko 100

LONG-TERM PLANNING OF SYNERGISTIC INTERACTION OF FOREST FARMS AND ENTERPRISES CLOSE TO THEM WITH APPROPRIATE TECHNICAL AND ORGANIZATIONAL RE-EQUIPMENT

Belyaev G., Belyaeva I., Zhukov K., Stetsuk V. 103

USE OF A ROTOR-PULSATION APPARATUS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE OXYGEN ABSORPTION PROCESS IN AQUEOUS SOLUTIONS

Obodovych O.M., Buliy Y.V., Pereiaslavl'tseva O.O., Stepanova O.E. 106

STUDY OF THE AERATION PROCESS IN INNOVATIVE HEAT AND MASS EXCHANGE EQUIPMENT

Obodovych O.M., Sheiko T.V., Pereiaslavl'tseva O.O., Stepanova O.E., Khomenko V.A. 110

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ТЕПЛОЄМНОСТІ ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ВОДОРОЗЧИННИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ВУГЛЕВОДНІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Коник А.В., Іванов С.О. 112

ON THE PROBLEM OF INCREASING THE THERMAL EFFICIENCY OF SPRAY DRYING PLANTS

Pereiaslavl'tseva O.O., Protsenko E.M. 117

РОЗРОБКА ФОТОКАТАЛІТИЧНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ

Чалаєв Д.М., Грабова Т.Л., Гончаров П.В., Базєєв Р.Є., Ковальов В.І., Гончарова О.М., Посунько Д.В. 119

ANALYSIS OF INNOVATIVE AIR CLEANING METHODS

Stepanova O.E., Kovalev V.I. 123

USING OF ACIDIC CONDENSATE FOR ELECTROLYZERS

Tselen B.Ya., Ivanitsky G.K., Nedbailo A.Ye., Ph.D. Radchenko N.L., Gozhenko L.P., Shchepkin V.I., Pereyaslavl'tsev O.M. 126

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКУ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ ГУМІНОВО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Сачок Р.В. 129

ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

Коник А.В. 132

MODERNIZATION OF THE AMMONIA RECOVERY BLOCK IN THE OVERHEAD AMMONIA WATER PROCESSING UNIT

Tryhubets B. O., Haidai S. S. 137

MODERNIZATION OF THE NITROGEN-OXYGEN UNIT

Lykhozhon P. M., Haidai S.S.

141

СЕКЦІЯ 2

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

MODIFICATION OF CELLULOSE FIBERS

M.D. Gomelia, I.V. Trembus, A.S. Hondovska

145

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРПОЛІМЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ У СУМІШІ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ТА ПОЛІДИМЕТИЛАМИНОЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ МЕТОДОМ ШИРОКОКУТОВОГО РОЗСІЮВАННЯ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ПРОМЕНІВ

Овсянкiна В.О., Березняк Т. Г.

149

ПОМЕЛ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛІНКЕРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕРТИКАЛЬНОГО МЛИНА

Карпенко Х.О., Трембус І.В.

151

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРПОЛІМЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ У СУМІШІ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ТА ПОЛІДИМЕТИЛАМИНОЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ МЕТОДОМ ДИФЕРЕНЦІЙНОЇ СКАНУЮЧОЇ КАЛОРИМЕТРІЇ

Овсянкiна В.О., Березняк Т. Г.

156

BIOLOGICAL METHODS OF SOIL AND GROUND COVER REMEDIATION FROM OIL AND PETROLEUM PRODUCTS. PHYTOREMEDIATION AND MYCOREMEDIATION

Havrylchenko B.I., Ph.D., Trembus I.V.

159

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ ДЛЯ ПЛОСКИХ ШАРІВ ГОФРОКАРТОНУ

Мирутенко Д.О., Дейкун І.М.

164

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ ПЕРМАНГАНАТУ У ПРОЦЕСІ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ	
Карлова Г. С., Трембус І.В, Твердохліб М. М.	168
ОДЕРЖАННЯ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ІЗ ОЧЕРЕТЯНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ	
Галиш М.Ф., Дейкун І.М.	173
SYNTHESIS TECHNOLOGY OF LIQUID FUEL FROM ORGANIC FEEDSTOCKS	
Fateev D.S., Trembus I.V.	177
STUDY OF FEATURES OF REVERSE WATER USE SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF PAPER AND CARDBOARD WITH LIMITED USE OF FRESH WATER	
Bilous Vladlena., Ploskonos V.G.	181
STATE OF GROUNDWATER POLLUTION IN KYIV	
Yeroshov O., Kolyabina I., Romaniukyna I., Trembus I.	185
ДЕЛІГНІФІКАЦІЯ ПАВЛОВНІЇ У ПРИСУТНОСТІ КАТАЛІЗАТОРІВ	
Р.І. Черьопкіна, В.В. Мартинюк, А.М. Денисенко	190
ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ В КОНТЕКСТІ КОНТРОЛЮ АЛКОГОЛЬНОГО СП'ЯНІННЯ ВОДІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	
Петришин П. В., Набока К. О.	197

Рішення

XXVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених.

«Ресурсоенергозберігаючі технології і обладнання»

На заключному пленарному засіданні конференції було прийнято наступне рішення:

1. Роботу Ради молодих вчених Інституту технічної теплофізики ІТТФ НАН України, Організаційного комітету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інституту Газу НАН України та Програмного комітету з підготовки та проведення заходів у рамках міжнародної науково-практичної конференції «РЕСУРСОЕНЕРГО-ЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ» схвалити.

2. За результатами обговорення представлених на конференції доповідей визнати перспективність виконаних досліджень та схвалити доцільність подальшого розвитку та поглиблення наукових розробок у відповідних наукових напрямках, що визначені в проблематиці конференції.

3. З метою створення науково-методологічних основ вивчення основних ресурсоенергозберігаючих заходів, обладнання теплотехнологій та хімічних технологій в Україні рекомендується залучити матеріали конференції до дисциплін «Основні процеси та обладнання ресурсоенергозберігаючих технологій» та «Сучасне обладнання хімічних технологій» з розробкою відповідного методичного забезпечення.

4. Підвищити рівень залучення студентів, аспірантів до наукових досліджень України в галузі ресурсо- та енергозбереження.

5. Видати збірник праць конференції.

6. Рекомендувати публікацію пленарних доповідей в журналах «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження», «Хімічна промисловість України» та «Теплофізика та теплоенергетика». Просити голів секцій конференції визначити доповіді від секцій для опублікування в «Українському антарктичному журналі». Учасникам конференції представити рекомендовані доповіді у вигляді публікацій згідно правил публікацій відповідних журналів.

7. Визначити за доцільне поширення інформації про конференцію в засобах масової інформації та залучення до наступних конференцій широкого кола вітчизняних і іноземних науковців.

8. Організатори конференції висловлюють вдячність всім учасникам конференції.

Завідувач кафедри

машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

А.Р.Степанюк