



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

Інженерно-хімічний факультет



**Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

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

15 грудня
Київ 2023 р.

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XXXIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" 15 грудня 2023 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. – 158 с.

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

"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"

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

Члени оргкомітету:

КПІ ім. Ігоря Сікорського:

в.о. зав. кафедри МАХНВ, к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

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

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

ІТТФ НАН України

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

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Коник Аліна Василівна

к.т.н., с.н.с., Слободянюк Катерина Сергіївна

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

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

Редактор та комп'ютерна верстка:

асистент Подиман Григорій Сергійович

Рекомендовано до друку

Кафедрою машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Протокол № 7

від 21.12.2023 р.

Тези опубліковано за авторською редакцією.

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

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

UDC 621.8.036

MODERNIZATION OF THE COGENERATION HEAT EXCHANGER UNIT

Ph.D. Husarova O.1, 2, Ph.D. Dakhnenko V. 2, student Bielokon A.1

¹ National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

² Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ANNOTATION: *The cogeneration process is examined, advantages of its application for Ukraine, the unit scheme is provided and also explained the principle of its work. It is proposed to modernize the shell-and-tube heat exchanger for heating water with flue gases.*

KEY WORDS: COGENERATION, UNIT, SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER, MODERNIZATION.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

ст. викладачка, к.т.н. Гусарова О.В.^{1,2},

к. т. н., с. н. с. Дахненко В.Л.², студент Белоконов А.І.¹

¹ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

² Інститут технічної теплофізики Національної Академії Наук України

АНОТАЦІЯ: *Розглянуто процес когенерації, переваги його застосування для України, наведено схему установки та пояснено принцип її роботи. Запропоновано модернізувати кожухотрубний теплообмінник для нагріву води димовими газами.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОГЕНЕРАЦІЯ, УСТАНОВКА, КОЖУХОТРУБНИЙ ТЕПЛООБМІННИК, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

Cogeneration is a method of simultaneous production of electricity and heat in one technological process by burning the fuel [1, 2].

This process minimizes the losses that typically occur during conventional power generation. Due to the efficient use of "waste heat", combined heat and power generation can save up to 70% of the energy contained in the fuel compared to separate electricity and heat generation [3].

The main advantage of cogeneration units over conventional thermal power stations is in more efficient energy conversion [1, 2]. In other words, a cogeneration system makes it possible to utilize heat that is usually irretrievably lost, while reducing the need to purchase energy by the amount of heat and electricity produced, which helps to reduce production costs.

Among the sectors of the Ukrainian economy where cogeneration units can be effectively used are [4]:

1) Using them for utilities at enterprises engaged in electricity supply. Cogeneration units also reduce harmful emissions.

2) In the coal industry. Mine gas, methane, can be used to operate the units. The use of cogeneration units will help with the task of The Law of Ukraine "On Gas (Methane) from Coal Fields" from 21.05.2009 y. №1392-VI (as it will improve working conditions and safety of miners, as well as ensure degassing of mines and deposits with high methane content) and Concepts for implementing the provisions of the Kyoto Protocol at Ukrainian mines.

3) In the oil and gas industry. Due to its high technical and economic performance, the gas-diesel generator is efficient in operation when running on oil gas.

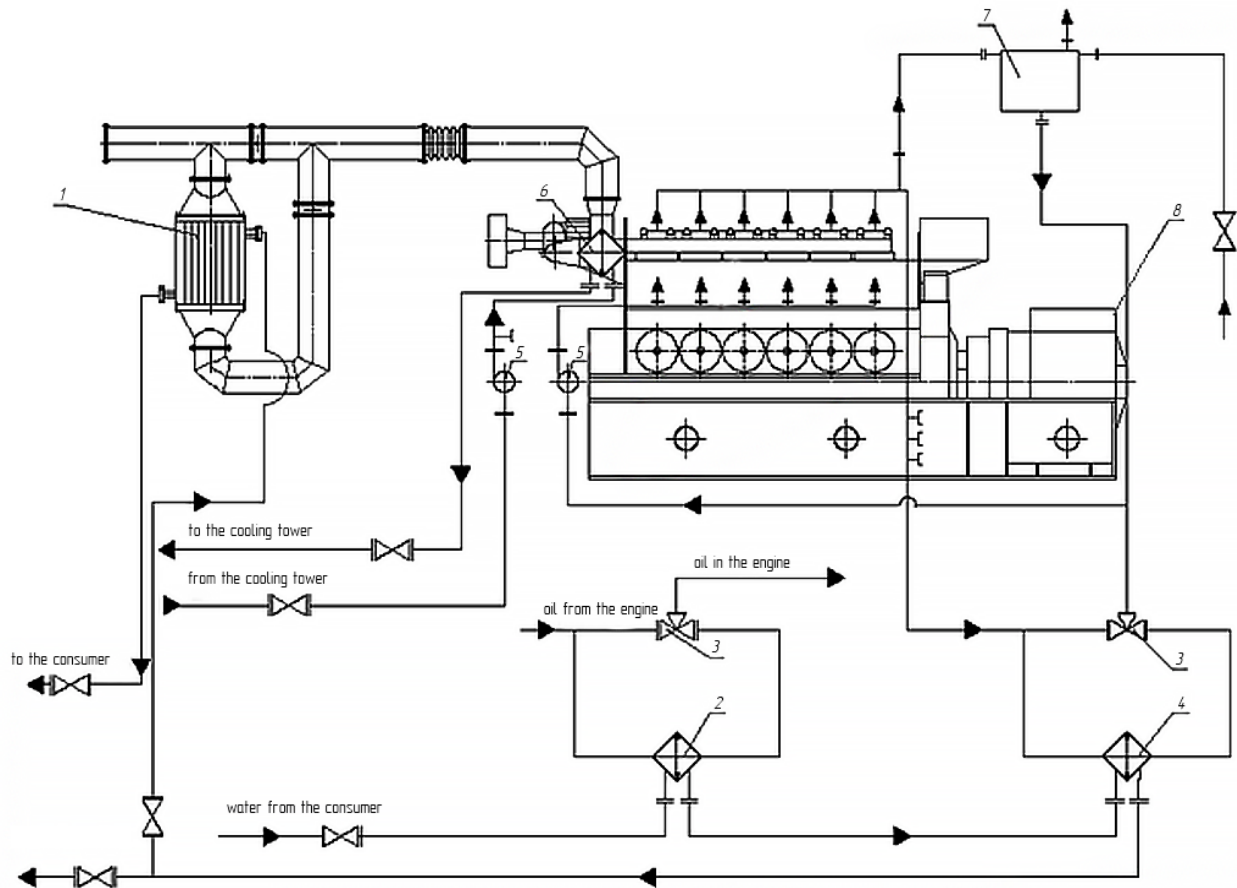
The use of Ukrainian-made cogeneration units will allow us [4]:

- use a large number of fuels with low heat generation capacity (low methane content, from 25%) and low detonation rate;
- save about 30% of different types of fuel;

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

- reduce electricity costs by almost three times;
- improve the energy independence of our enterprises;
- reduce emissions of harmful substances and the ability to obtain greenhouse gas emission reduction units – up to 3.3 thousand tons CO₂E per 1 MW of installed electric capacity.

The principal scheme of the cogeneration unit is shown on the image 1, [5].



1 – shell-and-tube heat exchanger; 2 – oil cooler; 3 – temperature controller; 4 – water cooler; 5 – water pump; 6 – purge air cooler; 7 – expansion tank; 8 – engine generator

Fig. 1 – Principal scheme of the cogeneration unit

After the fuel is burned in the engine 8, flue gas is produced. The process takes place at high temperatures. After exiting the engine 8, this gas is sent through the utilizer to remove the heat generated by combustion. It is advisable to use a shell-and-tube heat exchanger as a heat recovery unit.

The flue gases from the engine-generator 8 pass through the exhaust pipeline through the diffuser and then enter the shell-and-tube heat exchanger 1, after which they are discharged into the atmosphere.

Water is supplied to the shell-and-tube heat exchanger 1 with the help of a water pump 5 and, after heating, enters the consumer through a pipeline. After that, water passes through the oil cooler 2 and the water cooler 4 to cool the engine and then returns to the heat exchanger 1 [5].

The heat utilized during engine cooling and flue gas treatment, can be used as hot water in the hot water system, for heating or in technological processes and absorption chillers.

Objective of the work: modernization of the shell-and-tube heat exchanger for heating water with flue gases after the cogeneration unit in order to improve its parameters (efficiency, reliability, ecological compatibility).

Conclusions: Implementation of cogeneration technologies that use various fuel sources, such as natural gas, gas condensate and oil and gas fields, coalbed methane, generator gas, biogas and other alternative fuels, is one of the most perspective ways to overcome the energy deficit in Ukraine and ensure reliable energy supply to consumers. In addition, these cogeneration technologies are economically reasonable and have important environmental significance for Ukraine [1-5].

References:

1. Kozak L.Y. Cogeneration - the basis of energy saving // Oil and Gas Energy. – 2007. – № 1 (2). – С. 40 – 44.
2. Khristenko V.I. Cogeneration: prerequisites and possibilities of use / V.I. Khristenko, V.B. Kapustin, V.M. Filonenko // Food and processing industry. – 1999. – № 11. – С. 10 – 11.
3. Advantages and use of cogeneration. [Electronic resource]: [Website] - Electronic data - Screen name - Access mode:

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

<https://www.tedom.com/ua/perevagi-ta-vikoristannja-kogeneracii/> (date of appeal 06.10.2023).

4. Yudin M.A. Perspectives of using cogeneration units to maintain the economic security of the country // Economic Bulletin of Donbass. – 2011. – № 3 (25). – С. 193 – 197.

5. Cogeneration. [Electronic resource]: [Website] - Electronic data - Screen name - Access mode: <https://www.kts-eng.com/solutions/kogeneraciya/> (date of appeal 06.10.2023).

**PROBLEMS OF THE INTERACTION OF FORESTRY IN UKRAINE
WITH THE NATIONAL ECONOMY**

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

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

***ABSTRACT.** The paper is devoted to determining the conditions and directions of synergistic interaction of state forestry enterprises with the territorially close economic environment and the local territorial community.*

KEYWORDS: FORESTRY, ENERGY, BIOFERTILIZERS, HEAT ENERGY, LOCAL COMMUNITY.

**ПРОБЛЕМИ ВЗАЄМОДІЇ ЛІСІВНИЦТВА УКРАЇНИ З
НАРОДНИМ ГОСПОДАРСТВОМ**

Кремньов В.О., Беляєв Г.В., Беляєва І.П., Жуков К.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***АНОТАЦІЯ.** Робота присвячена визначенню умов і напрямів синергійної взаємодії державних лісорослинницьких підприємств з територіально наближеним господарчим оточенням та місцевою територіальною громадою.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЛІСІВНИЦТВО, ЕНЕРГЕТИКА, БІОДОБРИВА, ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА, ТЕРИТОРІАЛЬНА ГРОМАДА.

The purpose of the work. Determining the interests of a number of sectors of the public economy in relation to the use of by-products and waste from forestry

activities.

Results. Problems to be solved by the proposals:

1. Concerning the interests of forestry development - reduction or complete overcoming of chronic underfunding, from which this important industry has been suffering for many years.

2. Regarding the interests of other sectors of the economy:

- energy is extremely interested in the supply of cheap wood fuel on a regular basis, the use of which is quite tolerant of the local environment and will help reduce the negative impact on the global environment;

- rural residents, dacha owners and gardeners are extremely interested in reducing heating costs, even if their farms are gasified;

- objects of the budget sphere in rural areas (schools, hospitals, hotels, boarding schools, nursing homes etc.) need to reduce heating costs; the same applies to similar facilities located on the outskirts of urban areas, which allows them to deliver wood fuel.

A necessary precondition for the implementation of the method of providing wood fuel to municipal and industrial heat facilities in the nearest settlements to forestry enterprises is the formation of a partnership between forestry enterprises and heat consumers - responsible heat supply facilities: municipal heat and power plants or industrial enterprises. The basis of such a partnership is legally binding contracts, the term of which is not less than the service life of the installed heat generating equipment [1, 2].

Conclusions. A system set of measures aimed at synergistic sustainable cooperation of forestry enterprises with energy, social sphere, production of biofertilizers, etc. is proposed, based on the interaction of scientific institutions with local governments. This takes into account the significant increase in the demand of gasified individual households for fuel wood due to the constant trend of increasing the price of natural gas [3].

References:

1. Кремньов В.О., Беляєв Г.В., Беляєва І.П., Стецюк В.Г., Жуков К.Л. Пропозиції щодо створення сталої системи територіального енергетичного використання місцевих відновлюваних ресурсоцінних відходів / Промышленная теплотехника,—2017.—Т. 39, № 7. С. 89-90.
2. 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: НУПП імені Юрія Кондратюка, НУ «Львівська політехніка» — Дніпро: Середняк Т. К., 2022, С. 326-339. ISBN 978-617-8111-24-3. <https://nupp.edu.ua/page/opis-kolektivnoi-monografii.html>.
3. Кремньов В.О., Тимощенко А.В., Беляєв Г.В., Беляєва І.П., Жуков К.Л., Корбут Н.С., Стецюк В.Г. Сучасне лісівництво України і можливості його синергійної взаємодії з енергетикою: Екологія. Довкілля. Енергозбереження. 2023 : колективна монографія / під ред. О.В. Степової. Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка. 2023. С. 80 – 91. <https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/conf/2022/3mnpk/monogr.pdf> ISBN 978-617-7915-94-1.

КОНСТРУКЦІЇ БУРОВИХ ГОЛОВОК

студентка Вовк М.Є., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Дослідимо конструкції бурових головок, які є важливими компонентами бурового обладнання, використовуються в гірництві, будівництві, нафтогазовій промисловості та геологічних дослідженнях. Розглянемо основні функції бурових головок, їх конструкційні елементи та різні типи бурових головок, що використовуються для різних завдань. .

Ключові слова: бурові головки, конструкція, буріння, будівництво, нафтогазова промисловість.

DRILL BIT DESIGNS

Student Vovk M. Y., associate professor, Ph.D. Stepaniuk A.R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: We will explore drill bit designs, which are essential components of drilling equipment used in mining, construction, oil and gas industry, and geological research. We will examine the main functions of drill bits, their structural elements, and various types of drill bits used for different tasks.

Key words: drill bits, design, drilling, construction, oil and gas industry.

Конструкції бурових головок є важливою складовою бурового обладнання та виконують ключову роль у видобутку корисних копалин і геологічних дослідженнях. Ця тема досліджує різні аспекти конструкції бурових головок, їх функції та застосування.

Бурові головки призначені для виконання наступних функцій [1,2]:

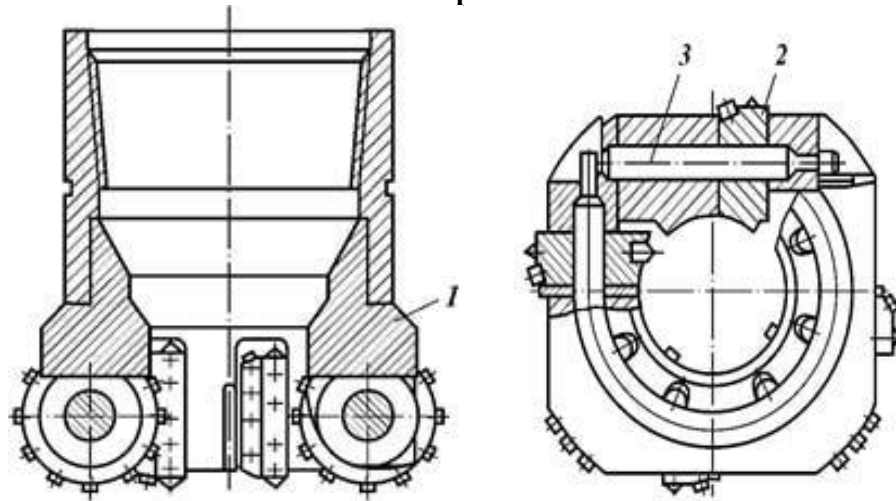
- Ротація: Забезпечення обертання бурової колони для проникнення в ґрунт або породу.
- Підйом і опускання: Підняття і опускання бурової колони для забезпечення потрібного тиску на дно свердловини.
- Видалення бурового шламу: Видалення відходів буріння (бурового шламу) з виштовхуючого отвору.
- Забезпечення стабільності свердловини: Утримання свердловини у стабільному стані та запобігання обваленню стінок.

Бурові головки можуть мати різні конструкції, включаючи наступні елементи [2]:

- Вал бурової головки: центральний вал, який обертається для передачі обертального руху на бурову колону.
- Редуктор: механізм для зменшення швидкості обертання та збільшення обертального моменту.
- Голівка бурової колони: частина бурового інструменту, що надає форму свердловини та забезпечує різання гірських порід.
- Ротор: елемент бурової головки, який рухається із буровим інструментом, виконуючи функцію різання та змішування ґрунту та бурового шламу.
- Дзеркало: основний кожух бурової головки, що забезпечує захист та безпеку під час роботи.

Існує кілька типів бурових головок, призначених для різних завдань [3]:.

Ріжучі бурові головки. Схема ріжучої бурової головки наведена на Рисунку 1.

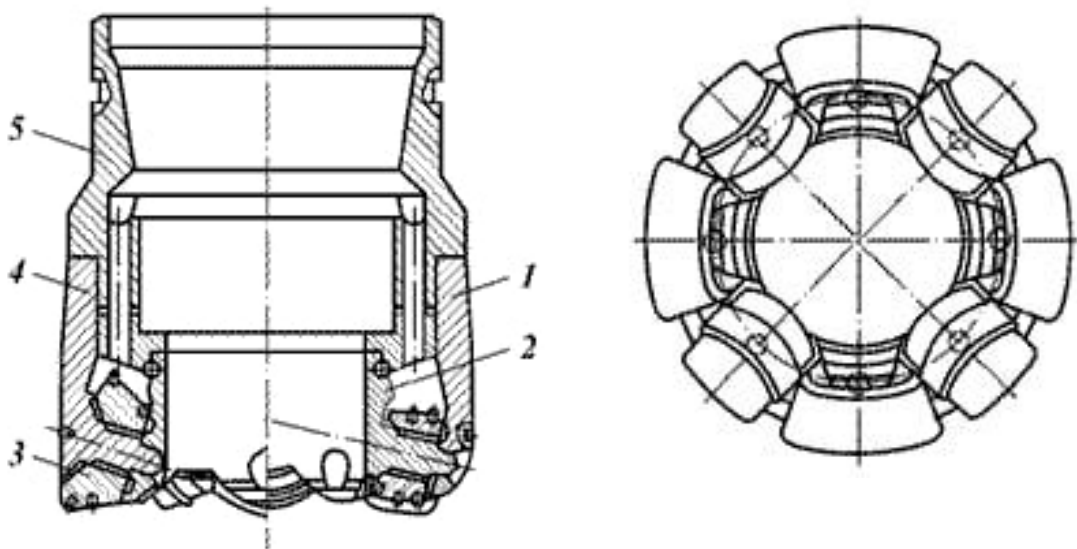


1 - корпус, 2 - шарошка, 3 - змінна вісь

Рисунок 1 - Схема ріжучої бурової головки

Вони призначенні для відбору керна роторним способом буріння у породах від середньої твердості до твердих і міцних.

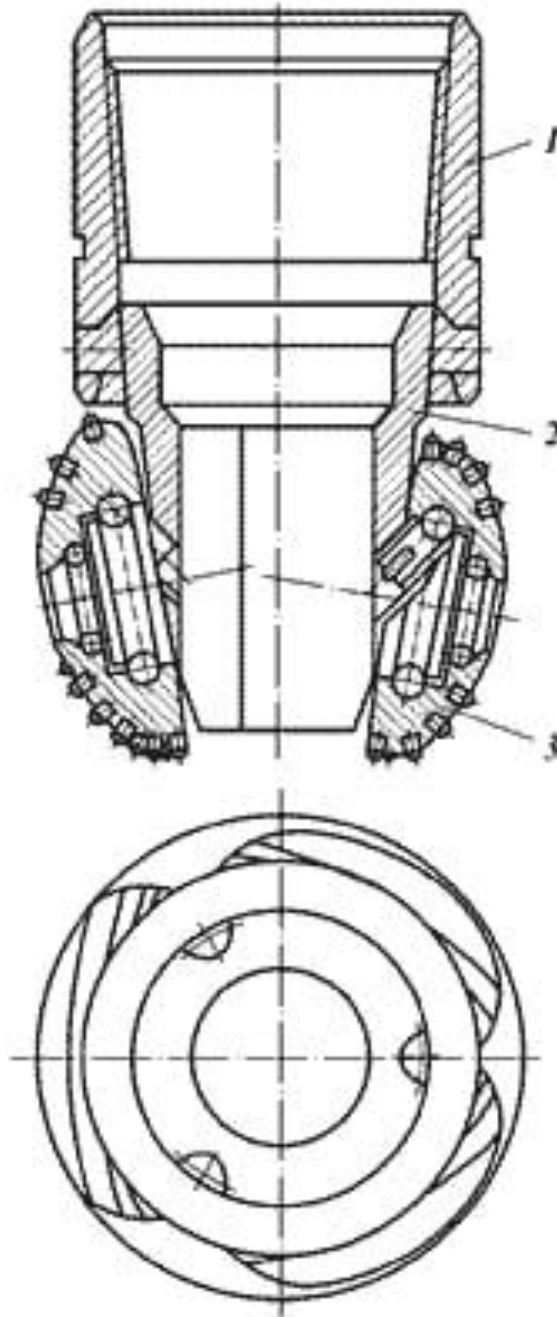
Скришуючі бурові головки. Схема скришуючої бурової головки наведена на Рисунку 2.



1 – накладка на внутрішню шарошку; 2 – внутрішня секція із цапфою; 3 – шарошка; 4 – зовнішня секція; 5 – муфта з приєднувальним різьбленням.

Рисунок 2 - Схема скришуючої бурової головки

Ріжучо - скришуючі бурові головки. Схема ріжучо - скришуючі бурової головки наведена на Рисунку 2.



1 – муфта з приєднувальним різьбленням; 2 – корпус; 3 – шарошка

Рисунок 3 - Схема ріжучо - скришуючі бурової головки

Бурові головки застосовуються у різних галузях, таких як: гірництво та видобуток корисних копалин, будівельна індустрія для свердловин і

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

освердловальних робіт, нафтогазова промисловість для буріння свердловин для видобутку сировини а також геологічні дослідження для вивчення ґрунтового складу та геологічних формацій [4].

Конструкції бурових головок є важливою частиною бурового обладнання, і їх правильний вибір та налаштування важливі для успішного виконання різних видів робіт, пов'язаних з бурінням свердловин та геологічними дослідженнями. Розуміння різних типів бурових головок і їх функцій допомагає підвищити ефективність та безпеку цих процесів.

Перелік посилань:

1. <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/895127> від 10.11.2023 р.
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/drilling-rig> від 10.11.2023
3. <https://energyhq.com/2017/02/evolution-of-a-drilling-rig/> від 10.11.2023 р.
4. <https://www.oil-gasportal.com/drilling/technologies/> від 10.11.2023р.

UDC 661.1

**MODERNIZATION OF THE DEPHLEGMATOR OF THE
RECTIFICATION INSTALLATION FOR THE PRODUCTION OF
ACETIC ACID**

student A.O. Trunin, Ph.D., Assoc. Stepaniuk A.R.

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. Given the purpose of acetic acid, the technical process of acetic acid production is described, the apparatus that needs to be modernized is described, the advantages and disadvantages of the apparatus are formulated.

KEYWORDS: DEPHLEGMATORA ACETIC ACID,
CONDENSATION.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ДЕФЛЕГМАТОРА РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ
УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ**

студент Трунін А.О., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ. Наведено призначення оцтової кислоти, описано технічний процес вироблення оцтової кислоти, виконано опис апарату, який необхідно модернізувати, сформульовано переваги і недоліки роботи апарату.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДЕФЛЕГМАТОРА ОЦТОВА КИСЛОТИА,
КОНДЕСАЦІЯ.

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

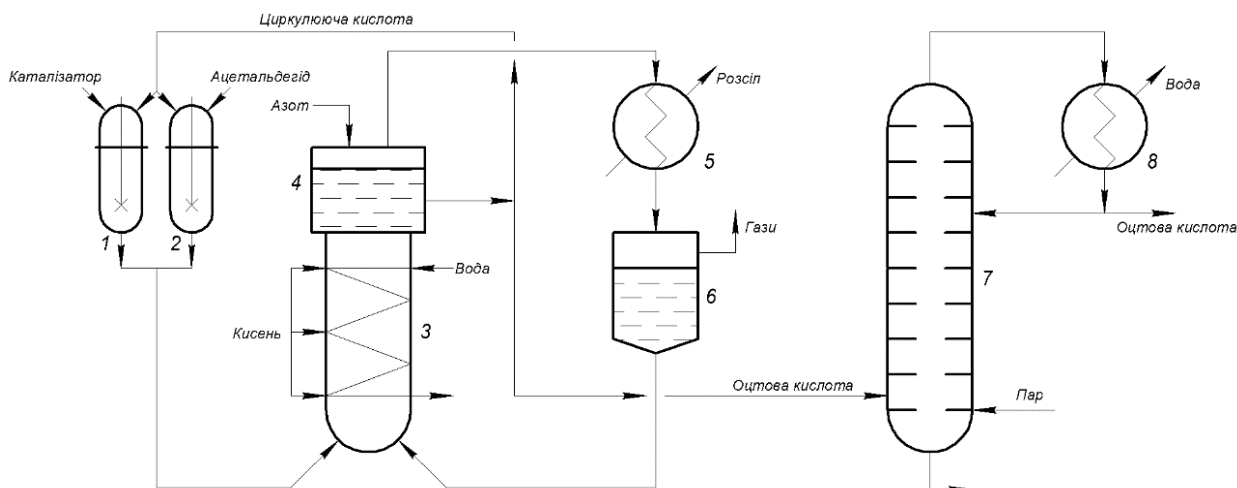
Acetic acid is one of the basic products of industrial organic synthesis. More than 65% of the world production of acetic acid goes to the production of polymers, cellulose derivatives and vinyl acetate [1].

The use of acetic acid is quite diverse. In the chemical industry, plastic masses, various dyes, medicinal substances, artificial fiber, non-flammable film and many other substances are produced from it. Acetic acid salts - acetates of aluminum, chromium, ferrum - are used as mordants when dyeing fabrics. In the food industry, it is used as a preservative, acidity regulator, and flavoring agent. Acetic acid is also widely used as a solvent.

The technological scheme of the rectification plant for the production of acetic acid by oxidation of acetaldehyde is shown in Figure 1 [2].

The technological process of acetic acid production by oxidation of acetaldehyde consists of three consecutive stages:

- 1) oxidation of acetaldehyde
- 2) separation of unreacted acetaldehyde from steam-gas
- 3) isolation of acetic acid from the reaction mixture and its purification



1 - catalyst solution mixer, 2 - acetaldehyde solution mixer, 3 - oxidation column (reactor), 4 - droplet-splash catcher, 5 - brine condenser, 6 - separator, 7 - rectification column, 8 - dephlegmator

Figure 1 – Technological scheme of the rectification plant for the production of acetic acid by oxidation of acetaldehyde is shown in

First, catalyst and acetaldehyde solutions are fed into the circulating acid from mixers (1) and (2), entering the oxidation column (3). The temperature in the column (50-70 °C) is maintained with the help of cooling coils placed in it, through which water circulates. Also, oxygen (under a pressure of 0.4 MPa) is supplied to the column through pipes, which saturates the mixture. After that, the vapor-gas mixture is removed from the column through the droplet-splash catcher (4) (to prevent the possibility of explosion, the vapor-gas mixture leaving the column is diluted with nitrogen) and enters the condenser (5), is cooled by brine, and from it enters the separator (6). From the separator, condensate consisting of acetic acid and acetaldehyde is returned to the oxidation column, and uncondensed gases are washed with water and released into the atmosphere. Acetic acid in a liquid state, leaves the column and is divided into two streams. The smaller one (circulating acid) is sent to the mixer for the preparation of catalyst and acetaldehyde solutions, and the larger one enters the rectification column (7). From the lower part of the column, the catalyst solution is removed in the form of a cubic residue, from the upper part, acetic acid enters the dephlegmator (8), where it condenses due to the cold coolant. The liquid formed in the dephlegmator after complete condensation of steam is divided into two parts. The first part of the condensate in the form of phlegm is fed back to the rectification column, and the second part of the condensate becomes a finished product with a concentration 97.5-98.5% by mass.

A dephlegmator is a device that is used for partial condensation of a multicomponent steam flow.

In the considered installation, a dephlegmator is used, which consists of starting pipes placed in a horizontal housing. This design provides a large contact area of the cooled surface with steam, therefore, a high productivity of the unit as a whole.

Advantages of a dephlegmator:

- 1) High efficiency
- 2) Versatility
- 3) Availability of components

Disadvantages:

- 1) High consumption of water and energy
- 2) Possibility of clogging

References:

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Acetic_acid from 10/30/2023p.
2. Yukelson I.I. Technology of basic organic synthesis. - M., "Khimiya", 1968. 848 p.

UDC 622.22

OIL AND GAS DEPOSITS OF UKRAINE

student S. V. Hnidenko, Ph.D., Assoc. A.R. Stepaniuk

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. Given the main places of concentration of oil and gas-bearing regions of Ukraine and the concept of oil and gas.

KEYWORDS: OIL, GAS, FIELDS, UKRAINE.

НАФТО ТА ГАЗОНОСНІ РОДОВИЩА УКРАЇНИ

студент С. В. Гніденко, к.т.н., доц. А.Р. Степанюк

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ. Наведено основні місця зосередження нафто та газоносних регіонів України та поняття нафта та газ.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НАФТА, ГАЗ, РОДОВИЩА, УКРАЇНА.

Oil (from Greek $\nu\alpha\phi\theta\alpha$; Latin petroleum, ist. Ukrainian oil) is flammable useful mineral, complicated mixture hydrocarboniferous classes with a small amount of organic oxygen, sulfur and nitrogen compounds, which, as a rule, is a thick oily liquid. The color is red-brown, sometimes yellow-green and black,

sometimes colorless oil is found. Oil has a characteristic smell, is lighter than water, and is insoluble in water. In terms of chemical nature and origin, it is close to natural combustible gases, ozokerite, asphalt.

Oil is formed together with gaseous hydrocarbons at a depth of more than 1.2 — 2 km; lies at depths from tens of meters to 5 — 6 km. However, at depths of more than 4.5 — 5 km, gas and gas condensate deposits with a small amount of light fractions prevail. The maximum number of oil deposits is located at a depth of 1 — 3 km.

The Ukrainian word "oil" comes from Greek *νάφθα*, which in ancient times was the name of a combustible liquid produced from oil. It was used instead of illuminating oil, as well as as a component "Greek fire" [1].

Oil and gas fields— totality of deposit soil, natural gas condensate, associated with one or more traps, controlled by a single structural element and placed on one local area.

The first industrial oil fields in Europe were discovered in Ukraine in 1810 in Boryslav (Dnipro). The first gas field in Europe was discovered in 1910, when in the suburbs of Hamburg in search of drinking water a deep well was drilled. The gas, which rose to the surface from a depth of about 250 m, ignited and burst out in fiery fountains. In 1913–1930, 250 million cubic meters of gas were extracted from this field [2].

Oil fields

Main parameters:

- geological structure of the deposit area;
- placement of a local structure in relation to higher-order structures;
- availability of various structural plans;
- characteristics of productive horizons and fluid resistances;
- types and number of traps and deposits; phase state hydrocarbons in deposits, their reserves, area density, etc.

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

An oil field can combine several structural floors, which greatly complicates its exploration and development and requires the study of coincidences in terms of the contours of the deposits with each other and with the contours of the structures.

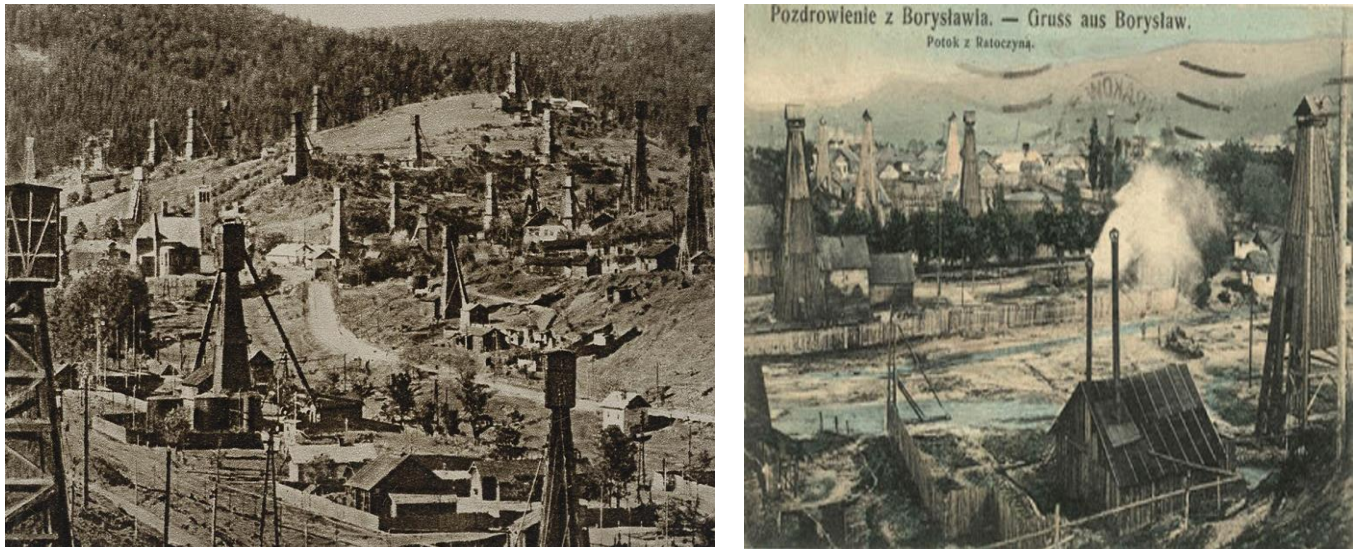


Figure 1 – Industrial oil fields in Boryslav

According to reserves, oil fields are divided into super-giant (more than 500 million tons of oil); gigantic (from 100 to 500 million tons); large (from 30 to 100 million tons); medium (from 10 to 30 million tons); small (less than 10 million tons); non-industrial (less than 1 million tons).

By the number of deposits — single-deposit and multi-deposit.

According to the phase content of hydrocarbons — oil, oil and gas, oil and gas condensate.

By type of unconventional reservoirs: shale oil, oil-bearing sands, oil from tight reservoirs.

Gas deposits

Gas field— a set of gas deposits associated with common areas of the surface and controlled by one structural element.

In total, more than 10,000 gas fields are known in the world, but the main gas reserves are concentrated in a few unique (more than 1 trillion m³) and the largest (0.1–1.0 trillion m³) gas and gas condensate fields. Gas capacity by geological aged sedimentary rocks distributed as follows: in Paleozoic deposits — 23.5%; in the Mesozoic — 65.5%, in the Cenozoic — 11.0%. There are 76.3% reserves in sand reservoirs, 23.7% in carbonate reservoirs. Clay layers control 65.7% of gas reserves, saline layers control 34.3%. The vast majority of gas reserves are concentrated in structural type traps.

Gas fields are classified as:

- by the composition of hydrocarbons: gas, oil and gas, gas condensate, gas hydrate;

- according to the value of the initial formation pressure: low pressure — up to 6 MPa; medium pressure — 6–10 MPa; high pressure — 10–30 MPa; ultra-high pressure — more than 30 MPa;

- by debit (maximum possible working debit): low-flow — up to 25,000 m³/day; low flow — 25–100 thousand m³/day; medium flow — 100–500 thousand m³/day; high-flow — 500–1,000 thousand m³/day; ultra-high-flow — over 1,000,000 m³/day.

Gas-condensate deposits are distinguished by their phase state, and gas-condensate and gas-oil (oil and gas) deposits are distinguished by the content of condensate and oil.

Gas deposits are single- and multi-layered (single-layered and multi-layered) [2].

Oil and gas-bearing regions of Ukraine:

Three oil and gas-bearing regions are concentrated in Ukraine (Figure 2):

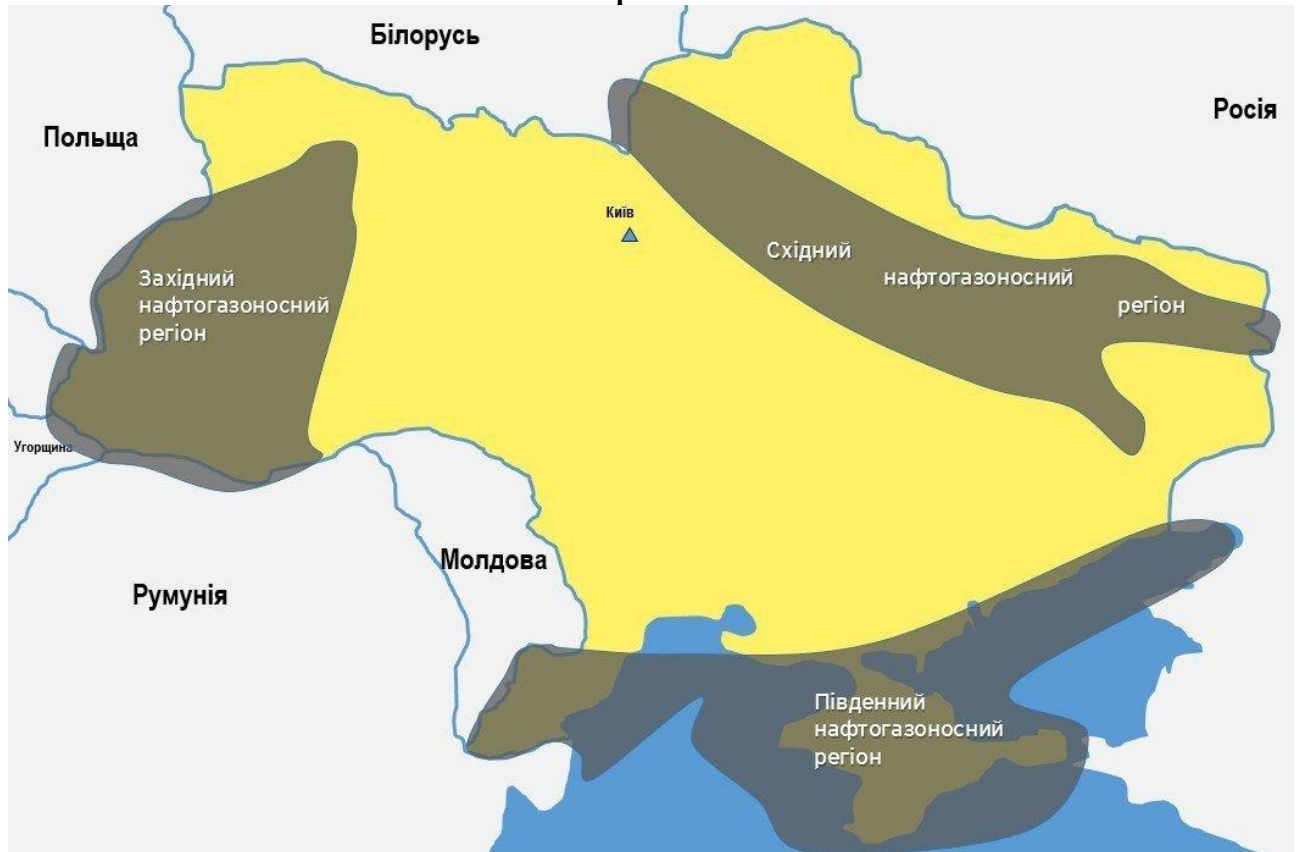


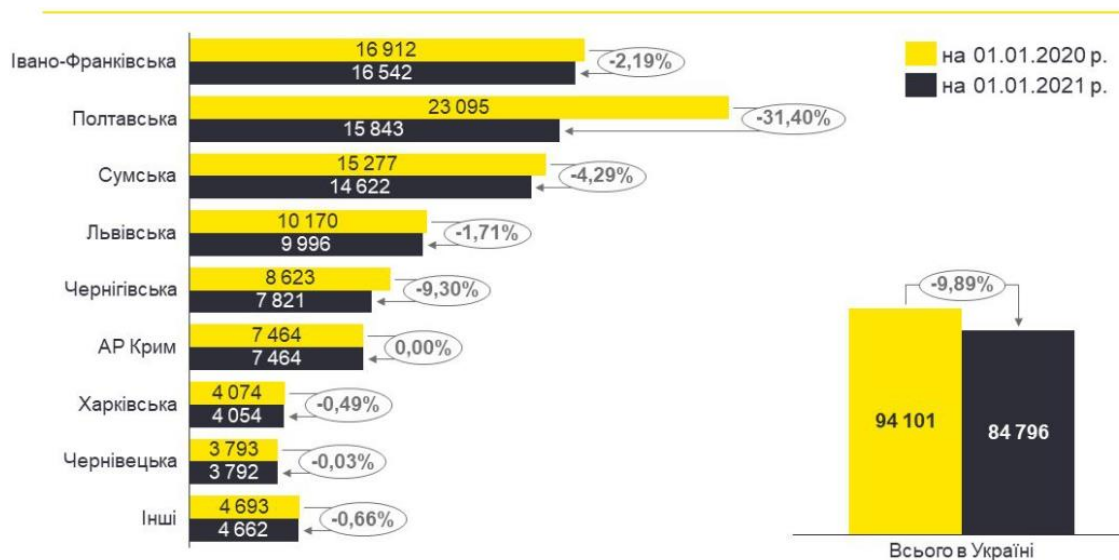
Figure 2 -Location of oil and natural gas regions of Ukraine

1. Eastern - located on the territory of Dnipropetrovsk, Luhansk, Poltava, Sumy, Kharkiv, Chernihiv and Donetsk administrative regions;
2. Western - on the territory of Ivano-Frankivsk, Lviv, Chernivtsi, Volyn, Zakarpattia administrative regions;
3. Southern - on the territory of Odesa, Zaporizhzhia administrative regions, the shelf of the Black Sea, the Sea of Azov, and the Autonomous Republic of Crimea).

Most of the reserves of hydrocarbons (oil, gas condensate and natural gas) lie within the Eastern oil and gas region, which, accordingly, accounts for the largest volumes of production. 76.50% of natural gas reserves were located in the Eastern region, and 14.24% and 9.26% in the Western and Southern oil and gas regions, respectively[3].

The volumes of oil balance reserves by regions of Ukraine as of 01.01.2020 and 01.01.2021, thousand tons, are shown in Figure 3

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"



ДНВП «Геоінформ України», Державний баланс запасів корисних копалин України, Нафта (випуск 60), 2021 р



Figure 3 – Volumes of balance oil reserves by regions of Ukraine as of 01.01.2020 and 01.01.2021, thousand tons

216 oil fields are concentrated in Ukraine, of which the largest part are very small fields. 20 deposits are considered small, Bugruvativske deposit in Sumy region is small, and only 1 deposit is medium - Glynsko-Rozbyshivske deposit in Poltava region. The table below shows the 15 main oil fields with the largest reserves, in which 46.88% of all balance oil reserves in Ukraine are concentrated.

Mining volumes

The total amount of oil production in Ukraine in 2020 decreased by 2.91% compared to the previous year and amounted to 1,671 thousand tons. Similarly to natural gas, the main region of oil production is the Eastern oil and gas region, where in 2020 67.32% of the total volume of oil.

The rest of the extraction is carried out in the Western region. In terms of administrative regions, Sumy region produced the most oil - 40.22% of the total volume of production in Ukraine. In Ivano-Frankivsk and Chernihiv regions, 22.20% and 14.54% of the total volume of oil was extracted, respectively[3].

The largest gas fields of Ukraine

There are 5 largest gas fields in Ukraine (Figure 4):

- Shebelinske;
- Zahidno-Khrestishchenske;
- Yablunivske;
- Efremivske;
- Melekhivske;

On the way to Ukraine's energy independence, natural gas production plays a key role. There are 402 hydrocarbon deposits in the country, of which 269 are under industrial development.

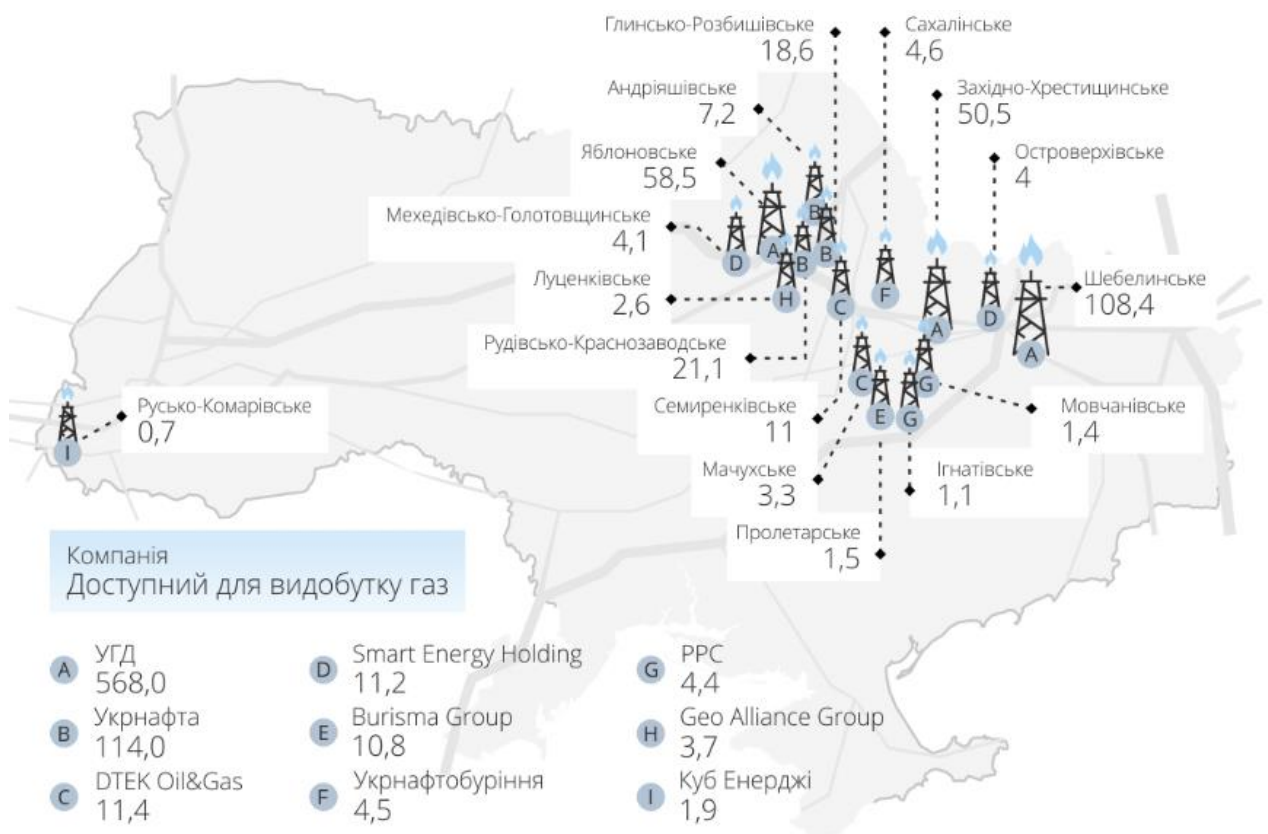


Figure 4 – Gas fields of Ukraine

The total confirmed volume of gas located in these four hundred fields is about 905 billion cubic meters. However, as noted by Ukrainian mining companies, it is possible to extract only half of all reserves, that is, 425.8 billion

cubic meters. m of natural gas. According toof the media agency "About Gas Country", the largest gas fields in Ukraine are located in the Kharkiv and Poltava regions: Shebelinske, Zahidnokhrestishchenske and Yefremivske. Their total reserves exceed 970 billion cubic meters of gas. Another 1/6 of Ukraine's natural gas production is concentrated in Prykarpattia in deposits of the Ivano-Frankivsk region [5].

On the way to Ukraine's energy independence, natural gas production plays a key role. There are 402 hydrocarbon deposits in the country, of which 269 are under industrial development.

The total confirmed volume of gas located in these four hundred fields is about 905 billion cubic meters. m of gas. However, as noted by Ukrainian mining companies, it is possible to extract only half of all reserves, that is, 425.8 billion cubic meters. m of natural gas. According toof the media agency "About Gas Country", the largest gas fields in Ukraine are located in the Kharkiv and Poltava regions: Shebelinske, Zahidnokhrestishchenske and Yefremivske. Their total reserves exceed 970 billion cubic meters of gas. Another 1/6 of Ukraine's natural gas production is concentrated in Prykarpattia in deposits of the Ivano-Frankivsk region [5].

References;

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%B0>from 31.10.2023
2. https://vue.gov.ua/%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%96_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0#.D0.86.D1.81.D1.82.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.87.D0.BD.D0.B0_.D0.B4.D0.BE.D0.B2.D1.96.D0.B4.D0.BA.D0.B0from 31.10.2023

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

3. <https://eiti.gov.ua/resursi-rozvidka-ta-vidobuvannya/rodovishe/>from

01.11.2023

4. <https://kosatka.media/category/gaz/analytics/krupneyshie-mestorozhdeniya-gazodobyvayushchih-kompaniy>from 01.11.2023

5. https://lb.ua/economics/2021/12/03/500089_ukraini_znayshli_rodovishche_gazu_5.htmlfrom 01.11.2023

ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТА ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІНВЕРТНОГО ЦУКРОВОГО СИРОПУ

д-р техн. наук, с.н.с. Ободович О.М., канд. техн. наук Шейко Т.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: Розглянуто процес отримання інвертного цукрового сиропу з сахарози застосуванням обробки водно-цукрового розчину в роторно-пульсаційному апараті

Abstract: The process of obtaining invert sugar syrup from sucrose using the processing of a water-sugar solution in a rotary-pulsation apparatus is considered

Ключові слова: цукровий сироп, роторно-пульсаційний апарат, оксиметилфурфурол, тепломасообмін, енергоефективність

Keywords: sugar syrup, rotor-pulsation apparatus, hydroxymethylfurfural, heat and mass exchange, energy efficiency

Потреба в натуральних замінниках цукру збільшується швидшими темпами, ніж їх виробництво. Альтернативним джерелом солодких речовин стає інвертний цукровий сироп. З кукурудзи, пшениці або ячменю виробляють крохмаль, який внаслідок ферментативного гідролізу перетворюється в глюкозу, а потім внаслідок ізомеризації - в інвертний цукровий сироп [1].

Найпростішим та найпоширенішим є спосіб інвертування сахарози лимонною кислотою, проте цей спосіб має низку недоліків, а саме високу температуру процесу (80... 100 °C), довгу тривалість (до 2 годин) та головне, то за цим способом інверсію сахарози проводять не більш ніж на 55% через підвищене накопичення оксиметилфурфуролу [2].

Метою цієї роботи є інтенсифікація процесу отримання інвертного цукрового сиропу з сахарози застосуванням обробки водно-цукрового розчину в роторно-пульсаційному апараті. Інтенсифікація процесу отримання інвертного цукрового сиропу може бути досягнута шляхом включення у відповідну технологічну схему роторно-пульсаційного апарату [3].

Технологічні операції виконуються в наступному порядку. в сироповарильному апараті цукор змішується з водою до масової частки сухих речовин 65%. отриманий розчин кип'ятять 30 хв. і охолоджують до температури 70 ° С. Після цього, до розчину додається 25 % розчин лимонної кислоти, далі обробляється в роторно-пульсаційному апараті в режимі рециркуляції до повного гідролізу сахарози і потім направляється на охолодження та зберігання.

Результати

Характеристики інвертного цукрового сиропу, отриманого за існуючою та запропонованою технологією, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристики інвертного цукрового сиропу
залежно від способу його отримання

Спосіб отримання	Температура інверсії, °С	Тривалість інверсії, хв	Частка отриманого інвертного цукру, %	Частка оксиметилфур-фурулу, мг/1000 г
існуючий	90	120	55	0,09
запропонований	70	5	100	-

Висновки:

Застосування роторно-пульсаційного апарата в технології інвертних цукрових сиропів дозволить інтенсифікувати процес їх отримання, а саме,

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

знизити тривалість інверсії від 120 хв. до 5 хв., збільшити частку отриманого інвертного цукру завдяки інверсії сахарози від 55 % за традиційної технології практично до 100 % завдяки повній інверсії сахарози, виключивши утворення оксиметилфурфуролу.

Перелік посилань:

1. Егоров А.М., Ананичев А.В. Глюкозно-фруктозный сироп - полноценный заменитель сахара. *Журн. Всесоюз. хим. Общества им. Д.И. Менделеева*. 1982. Т. 27, вып. 6. С. 76-80.

2. Василишина М.С., Бондарева Э.С. Определение оксиметилфурфуrolа в инвертированных сахарных сиропах. *Пищевая промышленность*. 1986. № 6. С.86-88.

3. Долинский А.А., Басок Б.И. Роторно-пульсационный аппарат. Сообщения 1.2.3. *Промышленная теплотехника*. 1998. № 6. С. 7-10; 1999. № 1. С. 35; 1999. № 2,3. С. 3-5.

4. Долинский А.А., Ободович А.Н., Борхаленко Ю.А. Метод дискретно-импульсного ввода энергии и его реализация . Х. : Апостроф, 2012. 185 с.

MODERNIZATION OF THE STEAM GENERATOR OF THE FURFURAL PRODUCTION FACILITY

assistant Podyman H. S., student Slastyon M. S.

National Technical University of Ukraine

Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute "

Abstract. *The importance of furfural in industry is studied . The main method of extracting furfural using a steam generator is considered .*

KEYWORDS: *FURFURAL, STEAM GENERATOR, BOILER.*

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ФУРФУРОЛУ

асистент Подиман Г. С., студент Сластьон М. С.

Національний технічний університет України

“ Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського ”

Анотація. *Досліджено важливість фурфуролу в промисловості. Розглянуто основний метод добування фурфуролу з використанням парогенератора.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ФУРФУРОЛ, ПАРОГЕНЕРАТОР, КИП'ЯТИЛЬНИК.*

Furfural is an organic compound, a heterocyclic aldehyde of the furan series ($C_5H_4O_2$), a liquid with the smell of rye bread. It is a colorless oily liquid, but samples quickly turn yellow in air. Furfural is obtained from various agricultural by-products, including corn cobs, wheat bran, rice husks, oat husks and straw, rice, etc. cereals, cores of squeezed sugar cane, cotton bolls, etc. and

sawdust by hydrolysis reactions of pentosans to pentoses and dehydration of pentoses to furfural.

It can be obtained by hydrolysis of plant pentose-containing raw materials with diluted mineral acids with continuous distillation of the product with steam.

Furfural is widely used as a raw material for the synthesis of furan , sylvan , furfuryl alcohol, tetrahydrofuran , furan resins; in the pharmaceutical industry for the synthesis of pharmaceutical preparations (including furacilin); as an extractant in the purification of oil distillates and previously deasphalted residues of vacuum distillation of oil, straight-run diesel fuel and gas oil of catalytic cracking, vegetable oils; to create environmentally friendly plant growth regulators. Furfural and anti-detonator, which are added to motor fuel, raw materials for the production of varnishes, synthetic resins, and plastics.

A steam generator is specialized equipment designed to convert liquid into steam. The liquid heats up when burning any fuel: wood, coal, oil or natural gas.

The design of the steam generator. The main components of a direct-flow (when water is supplied from the main) steam generator are: frame, boiler (internal part), electronic equipment. Steam generators, which are intended for use outside the reach of main water pipes, are additionally equipped with a special electric pump for water supply. The frame of the steam generator is the base where all the main functional modules are placed. The boiler of the electric steam generator is a water tank, in the upper part of which there is a separate space protected by a cover attached to the flange, in which there are electrical connections of electrodes or heating elements . The heating elements themselves are located inside the cauldron. The boiler is installed on support legs. In gas and liquid fuel steam generators, the main structures appears steel entourage rings steam forming coil , which is located inside furnace space of the boiler installed on support legs. Boiler walls from the inside isolated insulation . It is located in the furnace burner (for gas) or nozzle (for liquid fuel). Water in the coil arrives from special tank, where

periodically is pumped in by a pump. Depending on the design and purpose, the steam generator can be equipped with the following measuring equipment: liquid level and pressure sensors, relay and automatic switches, various valves, ammeters, signal lamps and much more. The scheme of the steam generator may provide for the presence of a safety valve that opens when the pressure switch goes out of service. All of the above is necessary for normal functioning and control over the operation of the steam generator, under certain conditions.

The principle of operation of the steam generator. Steam pressure inside the boiler of steam generators is controlled using a pressure switch. For example, if an electric industrial steam generator according to its parameters allows a maximum steam pressure of 3.3 kg/cm^2 , then when this value is reached, the pressure switch opens the electric circuit and the heating elements of the boiler are disconnected from the network. At this point, the heating stops, but the water continues to be turned into steam by the electrodes, which have not yet cooled. As soon as the steam pressure inside the boiler begins to fall, the pressure switch "turns on" the electrodes again, and the water heating continues.

In fuel steam generators, steam pressure and water volume are regulated by so-called pressure switches (for units with several burners) or power regulators (for single burners). These devices increase or decrease the power of the pump according to the actual steam flow. Visual monitoring of steam pressure in the boiler is carried out through an external manometer.

References:

1

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D1%80%D1%84%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%BB>

2

<https://www.sa3.ru/parogeneratory-clayton-belgiya/obshchee-opisanie-parogeneratorov.html>

**MODERNIZATION OF THE STEAM GENERATOR OF THE PHENOL
PRODUCTION FACILITY**

student Yenich H., assistant H. S. Podyman

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract. *The importance of phenol in industry is studied . The main method of extracting phenol using a steam generator is considered .*

KEYWORDS: *PHENOL, STEAM GENERATOR , BOILER*

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА
ФЕНОЛУ**

студент Єніч Г., асистент Подиман Г. С.

Національний технічний університет України

“ Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Анотація. *Досліджено важливість фенолу в промисловості. Розглянуто основний метод добування фенолу з використанням парогенератора.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ФЕНОЛ, ПАРОГЕНЕРАТОР, КИП'ЯТИЛЬНИК*

Phenol (carbolic acid, carbolic acid) is an organic compound with the composition C_6H_5OH . Under normal conditions, phenol is a white or colorless crystalline substance with a sweet smell, moderately soluble in water. In the range from 0 to 65 °C, phenol is limitedly soluble in water, and above 65.3 it is mixed in any proportions. It dissolves well in alcohols, benzene, chloroform, ethers. [1]

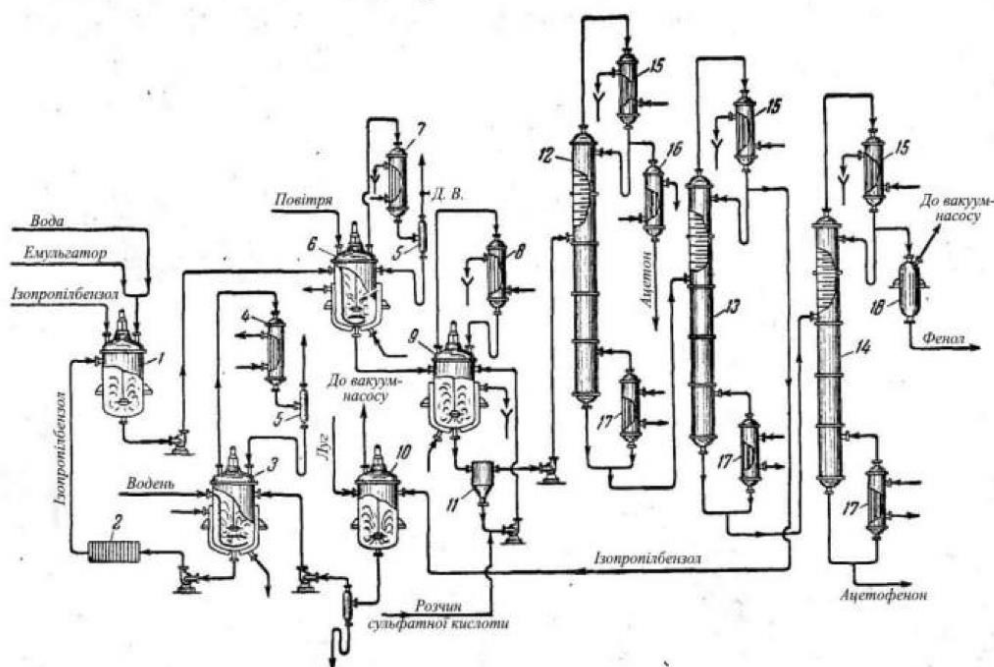
Phenols are used in the production of synthetic resins, polyamides, etc. polymers, medicines, dyes, surfactants, antioxidants.

The scheme of phenol production is shown in Fig. 1 [2]

One of the stages of the technological process is the preparation of an emulsion of isopropylbenzene in water in apparatus 1 with intensive mixing. For this, fresh isopropylbenzene is supplied from the benzene alkylation plant, as well as reverse isopropylbenzene, which is purified by hydrogenation from *o*-methylstyrene. Emulsifier and water in which carbonate is dissolved are added to this mixture. The ratio of fresh and reverse isopropylbenzene is approximately 1:4.

Next, the isopropylbenzene emulsion is pumped into apparatus 6 for oxidation. At a temperature of 130 °C, air is passed through the liquid under pressure. After about 25% of propylbenzene is converted into hydroperoxide, the reaction liquid is sent to decomposition with sulfuric acid in apparatus 9.

Decomposition of hydroperoxide of isopropylbenzene to phenol and acetone proceeds with the release of a significant amount of heat. The speed of the reaction depends on the concentration of the used acid and hydroperoxide. When gaseous sulfur dioxide passes through concentrated hydroperoxide, its decomposition occurs with an explosion. In the presence of 1% sulfuric acid, the decomposition lasts for 5 hours, and when using 10% acid - 1 hour. To prevent rapid decomposition of hydroperoxide, use less than 0.1% vitriol oil relative to the amount of hydroperoxide. Thus, the process of decomposition of hydroperoxide into phenol and acetone under production conditions is carried out in compliance with the necessary safety measures.



1 - emulsion production unit; 2 - filter; 3 - installation of hydrogenation of methylstyrene; 4, 7, 8, 16 - refrigerators; 5 - separator; 6 - installation of oxidation of isopropylbenzene; 9 - hydroperoxide decomposition installation; 10 - phenol saponification installation; 11 - separator; 12, 13, 14 - rectification columns; 15 - diffuser; 17 - boiler; 18 - phenol receiver.

Figure 1 - Technological scheme of phenol production

Excess heat is removed in the reflux condenser 8, and the liquid from the apparatus 9 flows into the separator 11. The separated sulfuric acid can be reused for the decomposition of hydroperoxide. Isopropylbenzene and up to 2% of impurities are sent for rectification. Acetone is driven off in the rectification column 12; isopropylbenzene with admixtures of α -methylstyrene and phenol is distilled off in the rectification column 13.

These impurities can interfere with the normal course of the oxidation reaction, so isopropylbenzene is purified. In apparatus 10, it is treated with an aqueous solution of alkali, which leads to the transformation of phenol into phenolate, which goes into solution and is separated from the hydrocarbon layer in

a vessel for separation. In apparatus 3, hydrogen is passed through isopropylbenzene in the presence of suspended metallic nickel, which acts as a catalyst. At the same time, hydrogenation of α -methylstyrene into isopropylbenzene occurs. The isopropylbenzene is then sent through filter 2 to be mixed with fresh isopropylbenzene in apparatus 1. The cubic liquid from column 13 is fed to the rectification column 14, where phenol is separated from acetophenone by dilution. Phenol vapors are removed from the upper part of the column and crystallized in the receiver 18. The cubic liquid from the column 14 mainly contains acetophenone. [2]

Choosing the type of device for steam generation is an important stage in the development of a steam generator for a phenol production plant.

There is a variety of steam generators, and each of them has its pros and cons depending on the conditions of its use. Shell and tube steam generator, blade steam generator, steam generator with direct contact, steam boiler, flake steam generator. However, heat transfer efficiency, high pressures and temperatures are important factors, shell and tube steam generators may be more suitable.

Shell and tube steam generators for the production of phenol have several advantages. In particular, they are characterized by high heat exchange efficiency, thanks to a large heat exchange surface, which contributes to the efficient transfer of heat between steam and the working fluid. In addition, the design of shell-and-tube steam generators allows them to operate at high temperatures and pressures, which can be important for phenol production.

However, this type of steam generator has its drawbacks. They can be expensive to manufacture and maintain due to the complexity of their design, which can increase overall manufacturing costs. Also, with the wrong choice of materials or operating conditions, shell-and-tube steam generators can be subject to corrosion.

References

Збірник тез доповідей XXXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів"

1. Characteristics of phenol [Electronic resource]. – Access mode:

[Phenol - Wikipedia](#)

2. Basic organic technology synthesis./ I. I. Yukelson , 847 p.

MODERNIZATION OF A REFRIGERATION PLANT FOR THE PRODUCTION OF CONCENTRATED NITRIC ACID

Student Kizenko P.V., Ph.D., associate professor Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. The characteristic of nitric acid is given. Examples of the use of nitric acid are presented. Methods of producing nitric acid are considered. Selection of equipment.

Key words: Nitric acid, cooling, nitrogen oxide, heat exchanger.

Анотація. Наведено характеристика азотної кислоти. Представлено приклади застосування азотної кислоти. Розглянуто способи виготовлення азотної кислоти. Вибір обладнання.

Ключові слова: Азотна кислота, охолодження, оксид азоту, теплообмінник.

Nitric acid (HNO_3) is a strong monobasic acid. Highly corrosive acid, reacts with most metals, strong oxidizer. It tends to acquire a yellow tint due to the accumulation of nitrogen oxides during long-term storage. Nitric acid combines with water in any ratio. In aqueous solutions, it dissociates almost completely into ions, Figure 1 shows the structural formula of nitric acid. Forms an azeotropic mixture with water with a concentration of 68,4 % and $t_{\text{boil}} = 120$ °C at normal atmospheric pressure.

Nitric acid is widely used in the food industry, the production of mineral fertilizers and explosives, the production of dyes and medicines, jewelry, etc. Therefore, it is important to improve the existing methods of its production in

order to increase productivity, reduce resource and energy consumption, as well as minimize the negative impact on the environment.

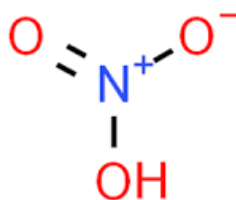


Figure 1 – Structural formula of nitric acid

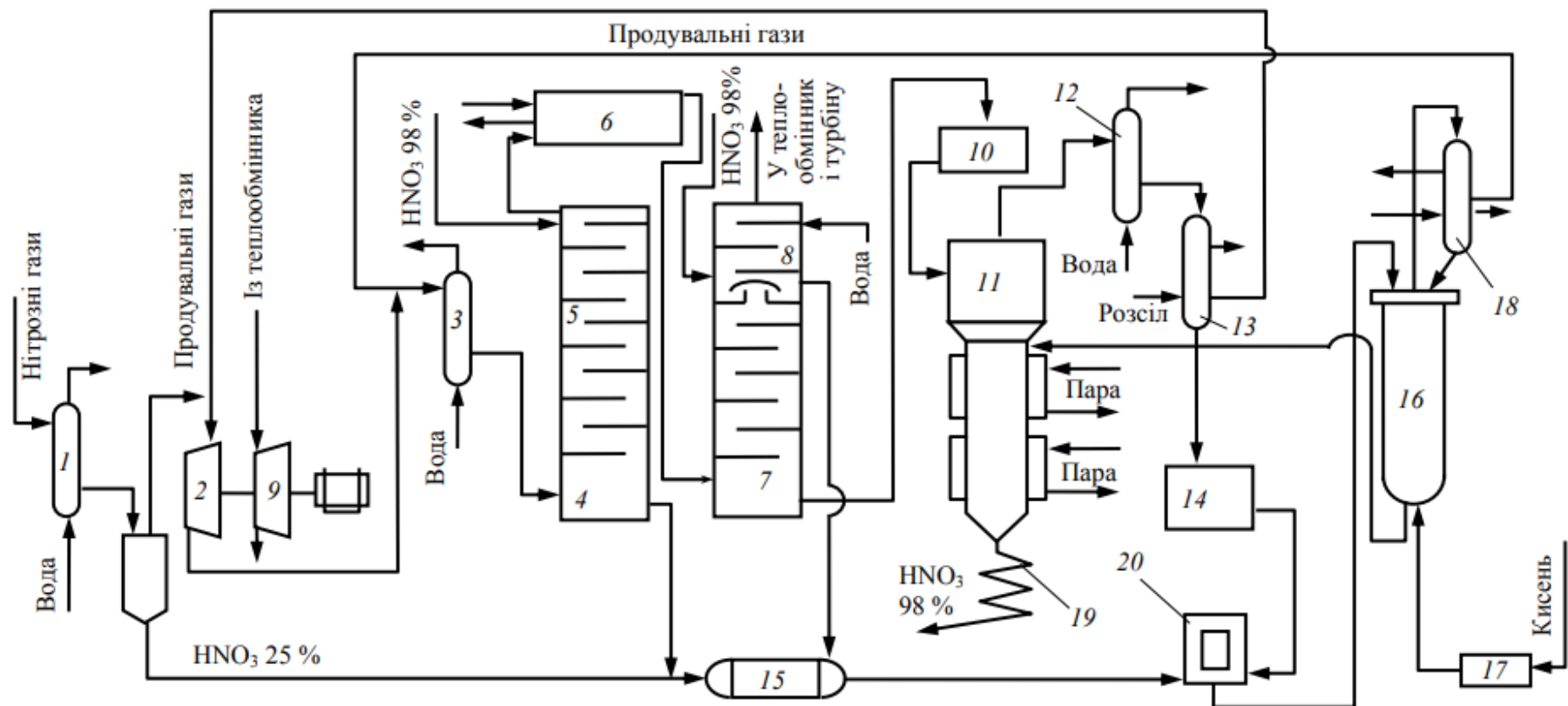
There are several main ways of producing nitric acid:

- Ammonia oxidation: first, ammonia (NH_3) is fed into a reactor where it is oxidized by oxygen (O_2) in the presence of a platinum or rhodium catalyst. The resulting mixture of nitric acid and water goes through a series of purification operations, including distillation, to extract the nitric acid.
- Oxidation of ammonia and nitrogen oxide: this method involves the introduction of nitrogen oxide (NO) together with ammonia and oxygen in a reactor. The reaction takes place with the help of catalysts and allows obtaining nitric acid.
- Oxidation of ammonia using hydrogen peroxide (H_2O_2): ammonia is mixed with hydrogen peroxide in the presence of a catalyst. The resulting mixture of nitric acid and water can also be purified.

Consider the method of obtaining concentrated nitric acid directly from nitrogen oxides. Production of concentrated HNO_3 by the direct method is based on the use of liquid N_2O_4 . The absorption method of obtaining concentrated nitrogen oxides is much more economical, compared to the condensation method, and its implementation under high pressure gives even better economic indicators.

Nitrogen oxide, obtained by contact oxidation of NH_3 under atmospheric pressure, is successively moved through the main heat exchanger for heating exhaust gases and the heat exchanger for heating air and enters the high-speed

cooler, in which 2/3 of the excess reactive moisture is released. The weak nitric acid condensate obtained in this way is not used. Then the gases are sent to the refrigerator-condenser 1 (Figure 2), where they are cooled to a temperature of 20–40 °C. At the same time, condensate is formed, which contains 25% of HNO₃. This condensate is then used in production.

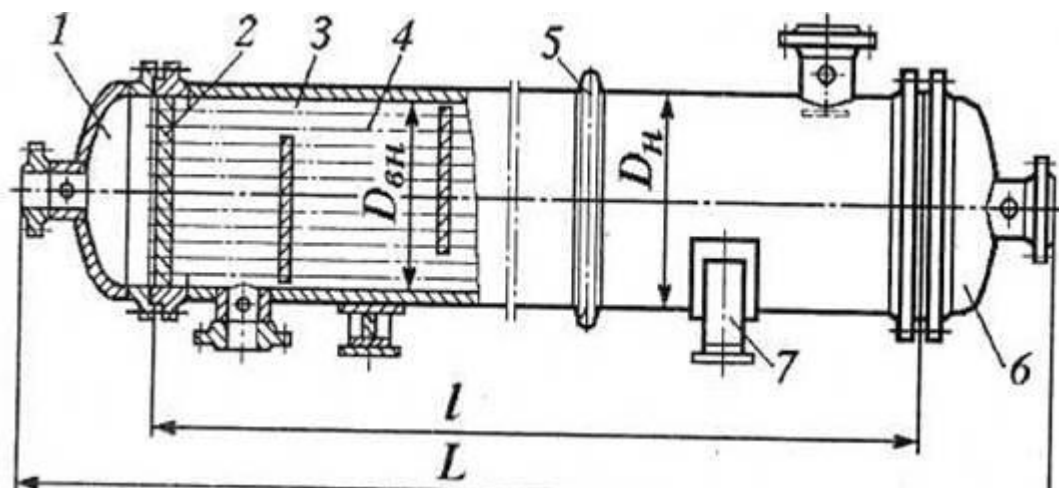


1 – refrigeration condenser; 2 - turbocompressor; 3 - refrigerator; 4 – oxidation column; 5 - co-oxidizer; 6 – liquid cooler; 7 – nitrooleum column; 8 – washing tower; 9 – gas turbine; 10, 15 - collectors; 11 – bleaching column; 12 – water cooler; 13 – brine refrigerator; 14 - mixer; 16 - autoclave; 17 - compressor; 18 - dephlegmator; 19 – refrigerator; 20 – pump.

Figure 2 - Scheme of the installation for obtaining concentrated acid directly from nitrogen oxides

The process of obtaining concentrated nitric acid directly from nitrogen oxides includes the important role of a heat exchanger as a refrigerator to provide controlled cooling and condensation of the nitric acid produced. In this case, it is advisable to use the following types of heat exchangers: a heat exchanger with U-shaped tubes, a heat exchanger with a lens compensator on the body and a heat exchanger with a floating head.

Figure 3 shows the structure of a shell-and-tube single-pass heat exchanger with a lens compensator, which can be used both as a heater and as a refrigerator. The shell-and-tube heat exchanger is a device of a semi-rigid design with a lenticular compensator on the body, the deformation of which ensures a decrease in temperature forces in the body, composed of a bundle of smooth pipes that are hermetically fixed in tube grids, and then mounted in the shell-body. The design feature of this heat exchanger depends on the fact that the bundle of pipes, assembled in two pipe grids, is rigidly fixed in the heat exchanger body. This ensures the simplicity of the design.



1 – distribution chamber; 2 – pipe grid; 3 – housing-casing; 4 – tubing; 5 – lens compensator; 6 – cover; 7 – movable supports; 8 – fixed support; 9 – intertubular partitions; l – pipe length

Figure 3 – Shell-and-tube horizontal single-pass heat exchanger with lens compensator

Having analyzed the operation of this type of heat exchanger in the case of application in the technological scheme of nitric acid production, it was established that the possible areas of improvement of the heat exchanger are:

- Monitoring and automation: the installation of monitoring and automation systems will allow accurate control of the process and react to changes in the reaction mixture in real time. This will increase the quality and safety of the process.
- Temperature control: ensuring accurate temperature control in the heat exchanger can help avoid overheating or undercooling of the reaction mixture.

References:

1. Stern A. S., Mullhaupt J. T., Kay W. B. The Physicochemical Properties of Pure Nitric Acid // Chemical Reviews. 1960. Vol. 60. № 2. P. 185–207;
2. Methodological instructions for the independent work of students in the discipline «Heat and mass exchange equipment» for students of the training direction 6.050503 – «Mechanical engineering», specialty 7.050503314 – Equipment of pharmaceutical and biotechnological industries. Electronic edition / Compilation Ruzhynska L.I., Burtina I.A., Fesenko S.V., – K. NTUU «KPI», 2016 – 51 p.
3. Automation of typical technological processes: technological control objects and automation schemes / Lukiniuk M.V. – K.: NTUU «KPI», 2008. – 236 p.

УДК 66.098

THE MODERNIZATION OF BIOMASS TREATMENT PLANT

Student Danikhno R. M., associate professor, Ph.D. Huliienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: The optimal flow sheet for the production of biogas from plants via hydrolysis is proposed in this work. The technology were considered for plants pretreatment, dilute acid and ammonia fiber explosion so that the structure of the grass is broken down. Next, enzymatic hydrolysis follows any of the pretreatments to obtain fermentable sugars, mainly xylose and glucose.

Key words: Biomass, biogas, chemical pretreatment

Модернізація установки переробки біомаси

студент Даніхно Р.М. доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Запропоновано оптимальну технологічну схему для виробництва біогазу зі рослинного матеріалу за допомогою гідролізу. Розглядаються технологія для попередньої обробки рослинного матеріалу: розведена кислота та вибух волокон аміаку, щоб структура трави була

зламана. Потім слідує ферментативний гідроліз для отримання зброджуваних цукрів, головним чином глюкози.

Ключові слова: Біомаса, біогаз, хімічна попередня обробка

The massive destruction of energy system and high price for the import fuel led to search for alternative energy sources.

In the future, the building of the biogas plant (further - PGP) became the real salvation for the gas industry. Energy of light, wind and water force are not able to replace the unique properties of the industry and household gas [1-2].

The potential of Ukraine in the biogas production according the evaluation of the Bioenergy association is about ten billion of the cube meters per year [3]. At the same time, the annual demand of country is about thirty billion of cube meters of this kind of fuel.

The modern technologies allow processing into biogas almost any kinds of organic materials, however, the using of the waste products of livestock and poultry farms and wastewaters is the most effective for biogas technologies, since they are characterized by the constancy of the amount of waste products and simplicity of their collection.

The active metabolism and high rate of biochemical transport process in the methanetank is achieved due to the maximal maintained and continuous renovation of the solid-liquid interface. Therefore the solid materials, especially the herbal origin, should be pre-treated.

The aim is finding of the sugar sugar-containing polymers.

The desired effect of the treatment is shown in the figure 1. This is destruction of the physical structure on the parts.

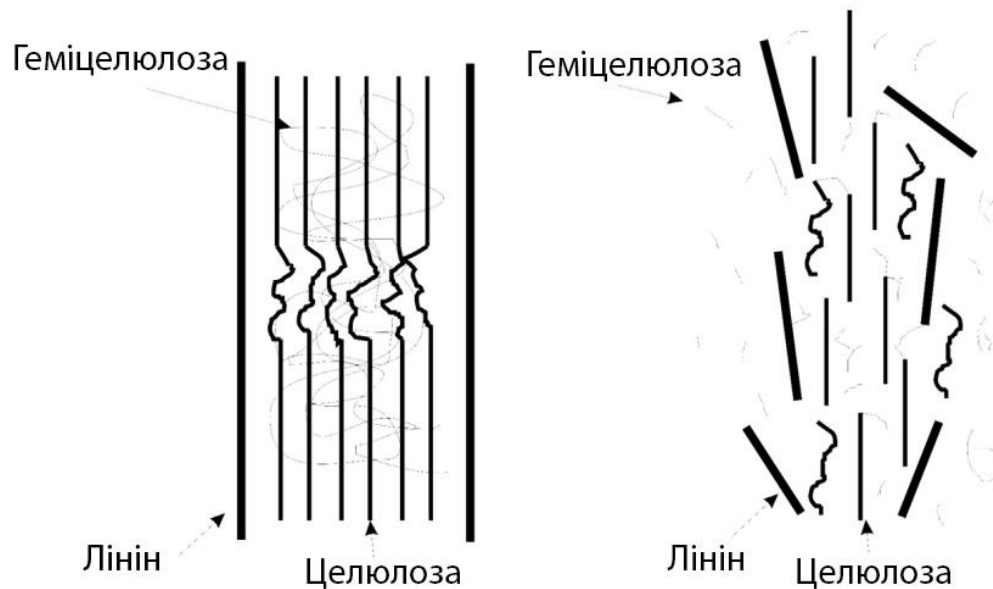


Figure 1. The structure of plant before pretreatment (left) and after (right)

The chemical pretreatment suggests the application of the alkali or acidic solution, peroxides or even ozone for the destruction of the plant structure. The National laboratory of the renewable energy source (NREL) developed the pretreatment by the sulfuric acid technique [2], in which the solution with 0.5-2% of H_2SO_4 contacts with biomass under 140-180 °C and 12 bars up to 1.5 hours.

During expanding the par of water is recovered and treated, whereas the suspension is separated with further neutralization of the liquid phase with CaO, which produce gypsum. After gypsum filtration, the both streams are mixed again for the further treatment. The flowsheet of process is shown in the figure 2.

Also, in the methanetank it is necessary to organize the periodic mixing of the substate, which provide the effective and stable operation of the plant.

The aim of mixing is the release of the formed biogas, mixing of the fresh substrate and bacteria (inoculation), avoiding the cake and fouling formation, prevention of forming of the regions with different temperature, providing the uniform distribution of the bacteria populations, avoiding of forming of the cavities and clusters, which decrease the effective surface of the methanetank.

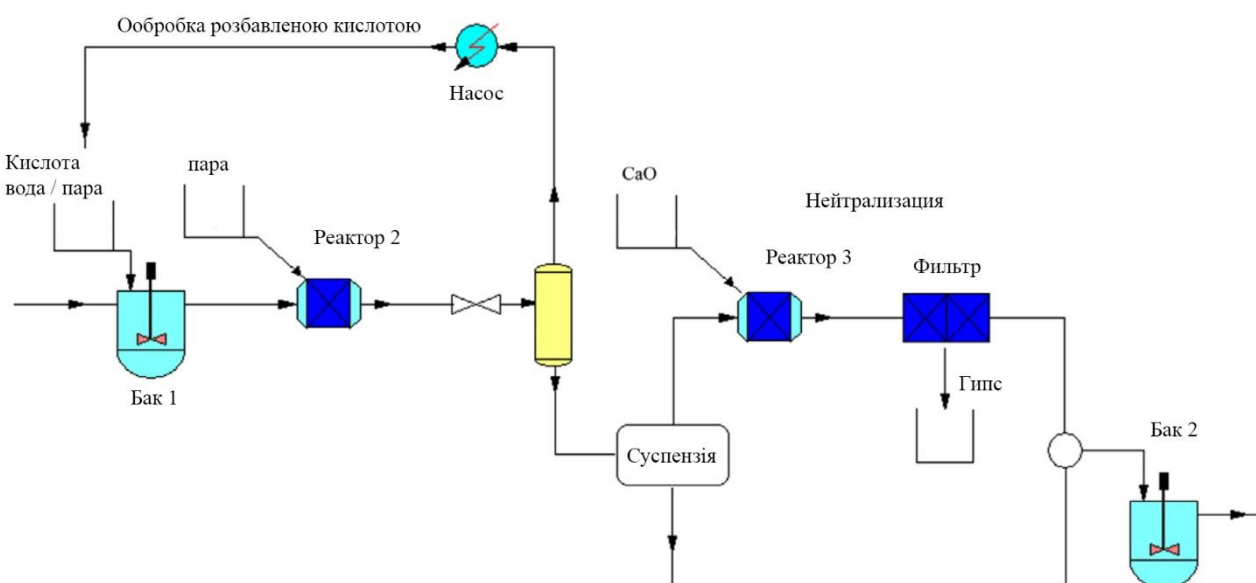


Figure 2. The flowsheet of the chemical pretreatment of the herbal material

During the choice of the mixture methods, it should be taken into account that fact that the fermentation process is the process of livelihood of the symbiosis of different strains of bacteria and in case of destruction of this communities the fermentation process would be ineffective until the new bacteria community would form. Therefore, to frequent or to long mixing is harmful. The slow mixing of the substrate every 4-6 hours is recommended.

Since the optimal mixing of the raw material increase of the biogas yield up to 50%, the improvement of methanetank mixer is seems to be the perspective way for the enhancement of the PGP.

References:

1. Industrial Chemical Process Analysis and Design, Author: Mariano Martín Martín ISBN 978-0-08-101093-8 479 c, 2016
2. Aden, A., Foust, T., 2009. Technoeconomic analysis of the dilute sulfuric acid and enzymatic hydrolysis process for the conversion of corn stover to ethanol. Cellulose. 16, 535545
3. <https://www.unian.ua/economics/energetics/biopalivo-v-ukrajini-koli-vono-zaminit-gaz-ta-vugillya-dlya-ukrajinciv-12140649.html>
4. <https://agrobiogas.com.ua/biogas-station/>

УДК 661.152

**MODERNIZATION OF THE SUPERPHOSPHATE PRODUCTION PLANT
WITH DEVELOPMENT OF THE ROTARY DRYER**

Student Semenov D.P., associate professor, Ph.D. Huliienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstarct: The paper considers the modernization of a superphosphate production unit with the development of a drum dryer. The work involves the use of new technologies to improve the efficiency of the plant, reduce its energy consumption and improve the quality of the finished product.

Key words: superphosphate, drum dryer, energy efficiency, finished product quality, modernization

**МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА СУПЕРФОСФАТІВ З
РОЗРОБКОЮ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ**

студент Семенов Д.П., доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Розглянуто питання модернізації установки виробництва суперфосфатів з розробкою барабанної сушарки. Робота передбачає використання нових технологій для покращення ефективності установки, зменшення її енерговитрат а також поліпшення якості готової речовини.

Ключові слова: суперфосфат, барабанна сушарка, енергоефективність, якість готової речовини, модернізація.

The main raw materials for the phosphate fertilizers are the natural ores namely phosphorites and apatites.

Apatites are the minerals of volcanic origin. They formed during cooling and crystallization of the melt magma. In apatites the phosphor consists in form of minerals with general formula $\text{Ca}_5\text{X}(\text{PO}_4)_3$, where X can be Cl, OH or F. The fluorapatite $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ is the most common in nature. The chemically pure fluorapatite consists of 42,2% of P_2O_5 , 56,5% of CaO and 3,8% of F. The natural mineral due to presence of different contaminants in average consists of 40.7% of P_2O_5 and 2,8...3,4% of F. Except fluorapatite, the apatite ore consist of other minerals, among them the nepheline $3\text{Na}_2\text{O} \text{ K}_2\text{O} 4\text{Al}_2\text{O}_3 9\text{SiO}_2$ dominates [1-2].

Phosphorites are ore of sedimentary origin. They formed as a result of the co-precipitation in the seas and oceans of the apatite, silica oxide, hydroxides of iron and aluminum, carbonates of calcium and magnesium, and the product of rock destruction. This is main reason in the structure of apatites ad phosphorites. The phosphorites include in form of calcium phosphate $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ which is not soluble in water and has low solubility in soil acids. Therefore, phosphor which is in the calcium phosphate molecule is hardly absorbed by plants. Under influence of the strong acids (H_2SO_4 , H_3PO_4 , HNO_3) the neutral calcium salts became acidic, in which one or two atoms of hydrogen in orthophosphoric acid is substituted by atoms of calcium ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ and CaHPO_4). The monosubstituted acid calcium salt of orthophosphate acid $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ already has high solubility in water and soil acids. The bisubstituted salt CaHPO_4 also is soluble in soil acids. There for the acidic calcium salts is well and quickly absorbed by plants [1-2].

The ordinary superphosphate is the mixture of the acidic calcium salt and gypsum ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), which consist 15-20% of P_2O_3 in well absorbed form. It is produced by chemical industry in a form of grey powder or granules. The main drawback of the ordinary superphosphate is low content of phosphorus, which is explained by the presence of substantial amount of ballast namely gypsum. Therefore, the ordinary is not the concentrated fertilizer and it is not profitable to transport it on the long distances. The ordinary superphosphate is obtained from finely crushed phosphorite or apatite by influence of the 62-68% sulfuric acid [1-2].

The industrial obtaining of the ordinary superphosphate is carried out in the apparatuses with special design called continuous superphosphate cameras. Superphosphate leaving the camera consist 11-12% of free phosphate acid, which is formed during decomposition as intermediate product. Therefore, the superphosphate is supplied to the special warehouse for the so-called maturation. During them the decomposition of non-reacted phosphate to phosphate acid. Throughout maturation the superphosphate is carefully mixed using special devices during 16-18 days. With aim to neutralization of phosphate acid, which did not react for this time, the limestone is often added to the powder superphosphate. The ammonia is often used for neutralization. In this case, the ammoniated superphosphate which consist of 2-3% of nitrogen is obtained [1-2].

The double superphosphate consists 44-48% of P_2O_5 in well absorbed form as salt $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. The double superphosphate is obtained by using for decomposition the phosphate acid instead of sulfuric acid. As a result of this, the natural phosphate is transformed into the acid salt without forming of the ballast gypsum. Therefore, the double superphosphate is the concentrated phosphoric fertilizer. In the industrial conditions, the double superphosphate is obtained using the same flowsheet as for ordinary superphosphate, that is by chamber way, and

also using chamber-less (flow) flowsheet. The second flowsheet is more progressive and widely used in industry [1-2].

Let us consider the flowsheet of the double superphosphate production shown in the figure 1. The phosphorite is continuously pumped into first reactor of cascade 1a. The phosphate acid with concentration of 35-37% of P_2O_5 is also supplied here. The obtained pulp is flown by gravity to the second reactor of cascade 1б. The reactors designed with the three-impeller mixers. In both reactors the vapor is directly supplied for the maintenance of the temperature at 90-100°C [1].

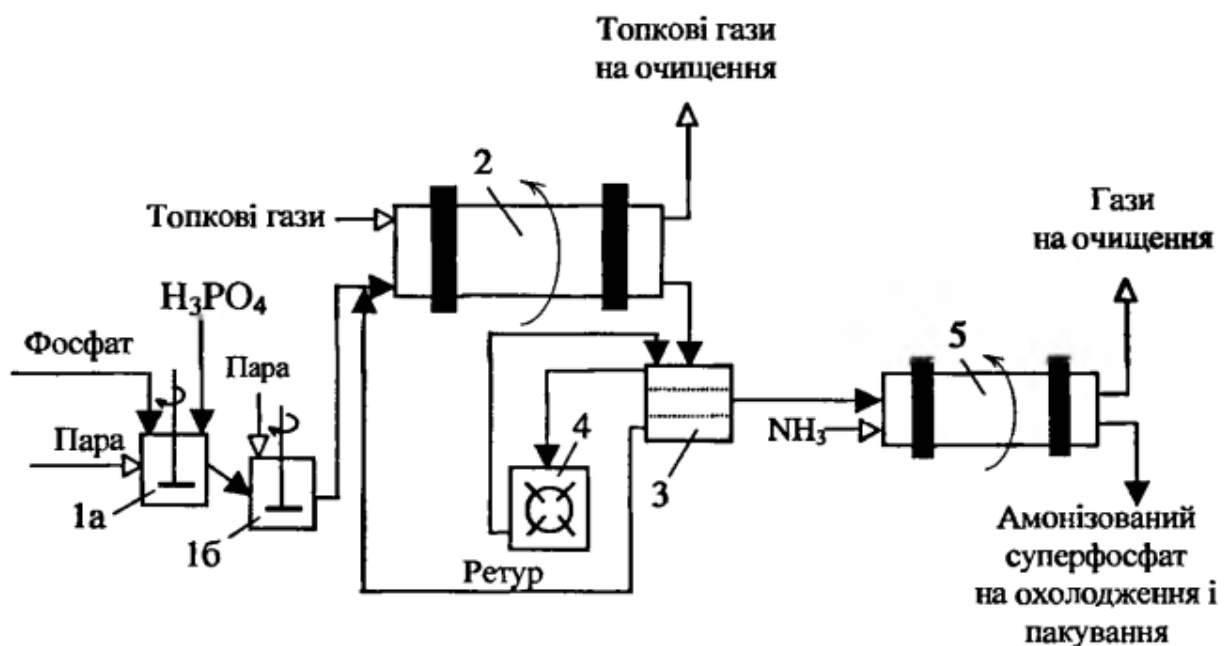


Figure 1. The double superphosphate production flowsheet

From the second reactor the pulp is supplied in the BGS apparatus, where it is granulated and dried, which is accompanied the further decomposition of phosphorite. In the BGS apparatus the recycle-fraction of the finished product with particle dimensions less than 1 mm is also supplied. The formation and growth of

granules occurs due to layering of the liquid pulp, which is sprayed by the nozzles, on the small particles of recycle. The dried product (humidity less than 4%) is separated to three fractions on the screeners. The smallest fraction (less than 1 mm) is supplied to BGS apparatus as recycle. The biggest fraction (more than 4 mm) is supplied to the crusher and then return to the screeners for separation. The finished product has the granules of 1-4 mm. For the neutralization of the free phosphate acid, which is still contained in it 1,5-2% P_2O_5), the product is pumped to the rotary-ammonizer 5, where the gaseous ammonia is also supplied. Neutralized product is supplied to the cooling in the apparatus with fluidized bed (do not shown on the flowsheet) and further on the warehouse [1].

The furnace gases leaving the apparatus BGS capture with them the small particles of the finished product, so they purified in the cyclones. Moreover, they include the fluor compounds, which released into the gas phase during fluoride decomposition, which is removed by absorption with water. The gases on the outlet of the ammonizer 5 are purified from ammonia by the absorption with phosphoric acid or water [1].

The plant modernization

Based on the flowsheet and process of the double superphosphate production, the modernization of the rotary dryer can be considered as a key aspect of the optimization of the manufacturing. Modernization of the dryer has the potential of improve the process effectivity, increase the productivity, decrease of energy consumption and raw material costs. Moreover, this modernization can improve the quality of the produced superphosphate, providing more uniform product, which correspond to the standards. At this, it is important to carefully substantiate the economical reasonability and take into account environmental aspect. And also, the specific of the demand and market conditions of the particular manufacturing. Analysis of these factors and consultation with experts in the field of the raw

material treatment would assist to make substantiated decision about modernization of the rotary dryer as part of double superphosphate production process.

References:

1. Загальна хімічна технологія / В. Яворський та ін. Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2005. 553 с.
2. Технологія неорганічних речовин Частина 3 «МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА» / М. Д. Волошин та ін. Дніпродзержинськ : «ДДТУ», 2016. 354 с.

УДК 661.717.5

MODERNIZATION OF THE EVAPORATOR FOR THE CARBAMIDE PRODUCTION PLANT

Student Ivanenko D.V., associate professor, Ph.D. Huliienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: The methods of the carbamide production and the equipment design of the flowsheets are considered. It was defined that the evaporator is the one of the key apparatuses, which determine the parameters of the whole plant. Therefore, during modernization of the carbamide production plant it is reasonable to consider improvement of this piece of equipment.

Key words: Carbamide, Fertilizers, Flowsheet, Evaporator

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТУ В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ

студент Іваненко Д.В., доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація:

Розглянуто методи виготовлення карбаміду та апаратурне оформлення технологічних схем. Встановлено, що випарний апарат є одним з ключових апаратів, який визначає параметри всієї схеми в цілому, тому при модернізації

установки виробництва карбаміду доцільно розглянути вдосконалення саме цього апарата.

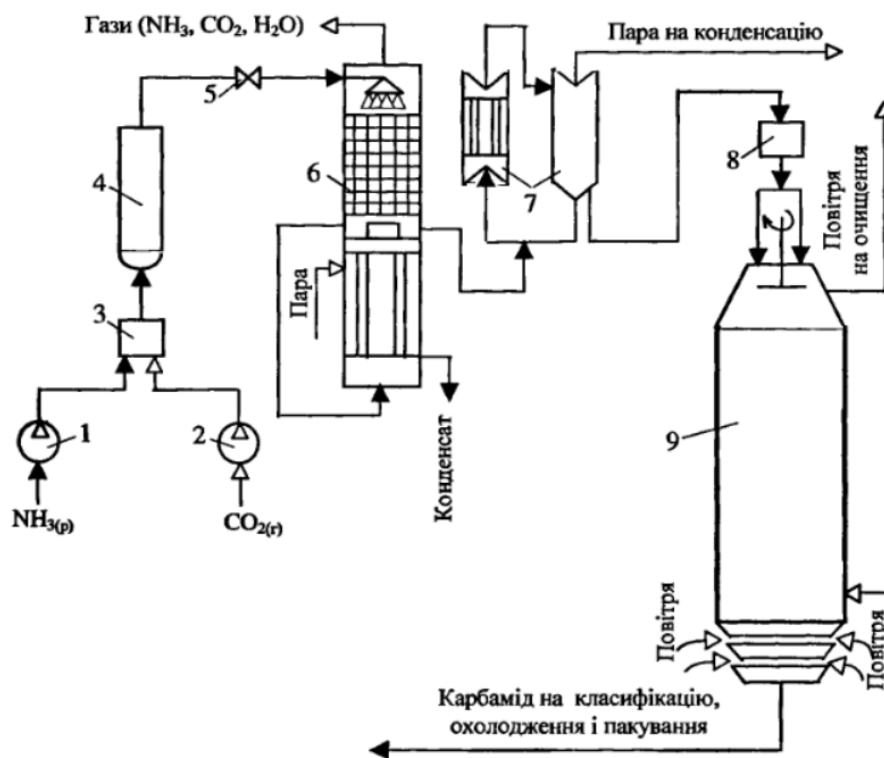
Ключові слова: Карбамід, Добрива, Технологічна схема, Випарний апарат

The modern society is faced with increasing demand in the nitric fertilizers, including carbamide, for providing of high-quality yield and maintaining of the sustainable development of the agriculture sector. The carbamide production, also known as urea, is one of the key processes in the chemical industry and require the high level of the technological effectivity and meeting the environmental requirements. The current work is dedicated to the improvement of the flowsheet of the carbamide production and the development of the most rational design of the evaporator which is the important part of this process. The study within this work will take into account the technological aspects of the carbamide production including the synthesis of ammonia and urea, and also the important role of the evaporator in the providing the most rational conditions for the process of carbamide obtaining. The results of this study will have the practical meaning for the enterprises which are engaged in the carbamide production, and also they take the significant information in the sector of chemical engineering and the environmental protection.

The carbamide or urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, is diamide of the carbone acid. These are the white crystals with high solubility in water. Carbamide is neither acidic nor alkaline. Carbamide is used in agriculture as high concentrated fertilizer and for the additive for the feed of ruminant animals. It also used for the obtaining of the carbamid-formaldehyde polymers, plastic masses, glues, synthetic fibers, pigments etc. On the carbamide basis the cheap plastic masses are produced, these are so called carbamide plates. The carbamide is also the raw material for the obtaining of many organic materials and medical preparates. Some carbamide derivates are characterized by the herbicide properties and they used for the weed control. The urea is used for the purification of the emissions of the industrial plants, heat power plants, boiler houses,

and waste incineration plants. In the car emission filters the special composition called AdBlue is used. This is the non-smelling urea solution.

The flowsheet of the carbamide production is shown on the figure 1.



1,2 – compressors; 3 – mixer; 4 – synthesis column; 5 – throttle valve; 6 – distillation column; 7 – vacuum evaporator; 8 – pressure tank; 9 – granulation column.

Figure 1. The flowsheet of the carbamide production

The evaporator provides the evaporation of the water from the urea solution, transforming solution onto the more concentrated form. This process promotes the decreasing of the amount of the chemicals and increasing of effectivities of the further stages of production.

The modernization of the evaporator in the carbamide production is of the critical importance taking into account the improvement of the process and achievement of

advantages in the increasing productivity, energy saving and effluent decreasing and environmental safety, and increasing of reliability.

References:

1. В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.

УДК 514; 532.5.013

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЛУГУ ПРОТЯГОМ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗНАКОЗМІННИХ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ

д-р техн. наук, с.н.с. Ободович О.М., канд. техн. наук Сидоренко В.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: В результаті роботи визначено вплив концентрації луку на вихід лігніну при обробці рослинної сировини знакозмінними імпульсами тиску.

Abstract: As a result of the work, the effect of alkali concentration on the yield of lignin during the processing of plant feedstock alternating pulses of pressure is determined.

Ключові слова: попередня підготовка, делігніфікація, луг, знакозмінні імпульси тиску

Keywords: pretreatment, delignification, alkali, alternating pulses of pressure

Виробництво етанолу другого покоління складається з кількох етапів, включаючи попередню обробку біомаси, оцукрювання целюлози з подальшою мікробною ферментацією та відновлення продукту [1]. Основним недоліком даного виробництва є висока вартість біоетанолу, що пов'язано, насамперед, з особливостями технології переробки целюлози в цукри, що зброджуються.

Основною метою етапу попередньої обробки лігноцелюлозної сировини для гідролізу в технології отримання біоетанолу другого покоління є руйнування гетерогенної матриці, збільшення площі поверхні та пористості целюлозного матеріалу та звільнення вуглеводів від зв'язку лігніну, тим самим покращуючи ферментативну засвоюваність [2].

Метою роботи є порівняння впливу знакозмінних імпульсів тиску (надалі обробки) та автоклавування на вилучення лігніну протягом попередньої підготовки соломи пшеничної до ферментативного гідролізу в технології отримання паливного етанолу.

Матеріали і методи

В якості сировини в роботі використовувалась солома пшенична. Спочатку пшеничну солому попередньо подрібнювали на соломорізці, а потім в дезінтеграторі. Водну суспензію пшеничної соломи, отриману шляхом змішування з лужним розчином, обробляли окремо в автоклаві та в роторно-пульсаційному апараті.

Визначення кислотонерозчинного та кислоторозчинного лігніну проводили згідно зі стандартом "Визначення структурних карбогідратів та лігніну в біомасі" Національної лабораторії відновлювальних джерел енергії Міністерства енергетики США після вилучення водо- та спирторозчинних речовин в біомасі.

Результати

В більшості робіт, присвячених лужній попередній підготовці рослинної сировини до гідролізу, найбільша увага приділяється наступним параметрам процесу: концентрації лугу, температурі процесу та його тривалості. Зокрема, в роботі [3] визначався вплив цих трьох параметрів на делігніфікацію кукурузної соломи. Приведені в роботі результати статистичного аналізу вказують на те, що концентрація гідроксиду натрію мала найбільш значний вплив, що вказує на найвищу чутливість вмісту лігніну до концентрації лугу.

В результаті роботи отримано залежності вмісту лігніну в зразках після попередньої підготовки від концентрації лугу в діапазоні від 0,5 до 4 %мас. Інші умови залишались незмінними, а саме - температура процесу

становила 90 та 121 °С для автоклавування та 90 °С для обробки. Тривалість процесу становила 60 хв. Визначено, що підвищення концентрації луку у визначеному діапазоні призводить до збільшення виходу лігніну, що узгоджується з роботами інших авторів. В основі ефекту лежить те, що луг розщеплює гідролізуючі зв'язки в лігніні та глікозидні зв'язки полісахаридів, що викликає зниження ступеня полімеризації та кристалічності, набухання волокон, а також порушення структури лігніну [4]. Крім того, лужне омилення ацетилових і уронових ефірних зв'язків також покращує ферментативну доступність полісахаридів [5]. Визначено, що підвищення концентрації луку з 0,5 до 4 % мас. зменшує вміст лігніну в зразку до 24,5 % від початкового вмісту для автоклавування при 90 °С, при 121 °С кількість вміст лігніну зменшується до 17,5. Обробка за температури 90 °С зменшує вміст лігніну до 18,5%.

Висновок: Визначено, що додавання комплексу фізичних ефектів обробки, а саме знакозмінних імпульсів тиску, високої турбулентності, високих зсувних напружень в міжциліндровому зазорі та локальних стрибків температури прискорює вивільнення лігніну порівняно з автоклавуванням для всього визначеного діапазону концентрацій луку.

Перелік посилань:

1. Hemansi et al. Second Generation Bioethanol Production: The State of Art. In: Srivastava, N., Srivastava, M., Mishra, P., Upadhyay, S., Ramteke, P., Gupta, V. (Eds) Sustainable Approaches for Biofuels Production Technologies. Biofuel and Biorefinery Technologies, vol 7. Springer, Cham., 2019. pp. 121–146. doi:10.1007/978-3-319-94797-6_8
2. Toquero Cristina, Bolado, Silvia Effect of four pretreatments on enzymatic hydrolysis and ethanol fermentation of wheat straw. Influence of inhibitors and washing. *Bioresource technology*. 2014. vol.157. pp. 68–76. doi: 10.1016/j.biortech.2014.01.090

3. Chen Y., Stevens M.A., Zhu Y. et al. Understanding of alkaline pretreatment parameters for corn stover enzymatic saccharification. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*. 2013. vol. 6. pp. 1–10. doi: 10.1186/1754-6834-6-8
4. Hsu T.A. *Pretreatment of Biomass*. In Handbook on bioethanol, production and utilization: Pretreatment of biomass. Edited by Wyman C.E. Washington DC. Taylor and Francis, 1996. pp. 179–212.
5. Zhang YH, Lynd LR. Toward an aggregated understanding of enzymatic hydrolysis of cellulose: noncomplexed cellulase systems. *Biotechnology and Bioengineering*. 2004. vol. 88. pp. 797–824. doi:10.1002/bit.20282.

UDC 665.6; 665.664

MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER OF THE INDUSTRIAL OIL PURIFICATION UNIT

Ph.D. Husarova O.^{1,2}, Ph.D. Dakhnenko V.², student Nazarenko Y.G.¹

¹ National Technical University of Ukraine «I. Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

² Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

ANNOTATION: *This paper considers a waste industrial oil purification unit, including transformer oils. This unit is classified as a universal type of oil regeneration equipment. It is proposed to modernize a multi-pass heat exchanger for cooling transformer oil.*

KEY WORDS: USED INDUSTRIAL OIL, REGENERATION, PURIFICATION, HEAT EXCHANGER, MODERNIZATION.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ПРОМИСЛОВОЇ ОЛИВИ

ст. викладачка, к. т. н. Гусарова О.В.^{1,2},

к. т. н., с. н. с. Дахненко В.Л.², студент Назаренко Ю.Г.¹

¹ Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

² Інститут технічної теплофізики Національної Академії Наук України

АНОТАЦІЯ: У даній роботі розглянуто установку очистки відпрацьованих промислових олив, в тому числі трансформаторних. Дану установку відносять до оливо-регенераційного устаткування універсального типу. Запропоновано модернізувати багатходовий теплообмінник для охолодження трансформаторної оливи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВІДПРАЦЬОВАНА ПРОМИСЛОВА ОЛИВА, РЕГЕНЕРАЦІЯ, ОЧИСТКА, ТЕПЛООБМІННИК, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

When motor oils are used in internal combustion engines, they accumulate oxygen-containing products such as organic acids, oxyacids, aldehydes, ketones, and resins during the oxidation process. These products are known for their ability to further oxidize and seal, which leads to deterioration of oil characteristics and the formation of harmful substances that threaten the environment [1-4].

Used oil recycling is an extremely important environmental measure, as the accumulation and emission of harmful oxidation products can cause serious harm to the environment and human health. The service life of engine oil in internal combustion engines is limited, and regular oil change and recycling is essential to conserve resources and prevent environmental pollution.

The process of thermal oxidation regeneration of used oils explores the possibility of their recovery, in particular, by oxidation. This process helps to separate asphalt-resinous substances and reduce the content of oxidation products in the oil, which leads to an improvement in its performance properties [4].

Thus, the study and optimization of the process of thermal oxidation regeneration of used engine oils is an important task for ensuring sustainable resources and preserving the environment.

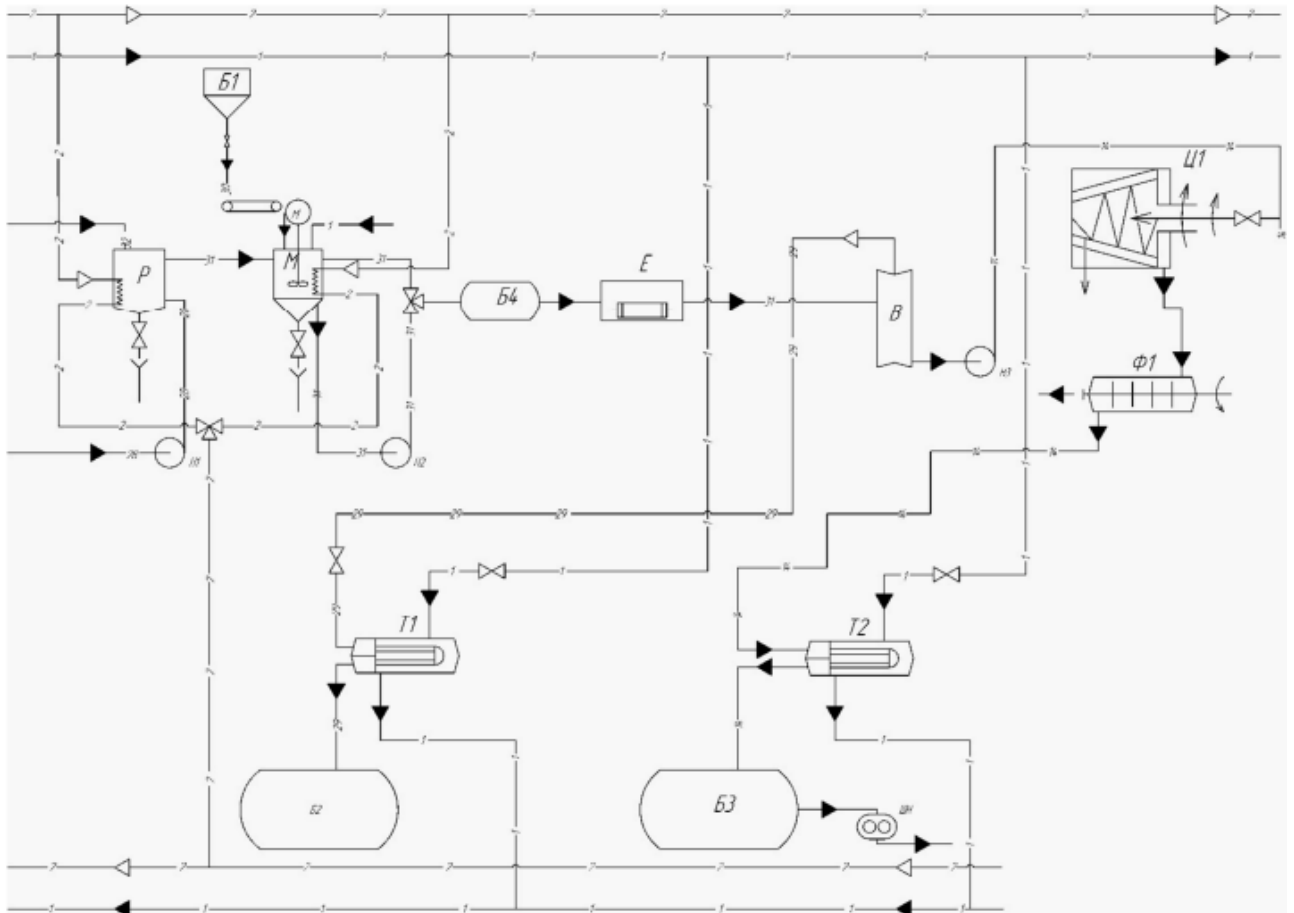
A description of the technological process of industrial oil purification is shown in Figure 1. The plant is a universal type of oil regeneration equipment [1-4].

Used oil is pretreated with coagulants (Na_2CO_3 , NP-5, etc.) in a special conical-bottomed tank equipped with heating (steam or electric) and mixing (mechanical or air) devices.

After coagulation, the settled oil is regenerated according to the oil → clay → water scheme [2].

The technological scheme of motor oil regeneration consists of the following operations [2-4]:

- a) treatment of "unfiltered" oils with coagulants;
- b) washing with water after coagulation with alkaline surfactants;
- c) sequential treatment of the settled oil, including after coagulation, with bleaching clay and water at intervals of 15-20 minutes to create a homogeneous oil-clay-water suspension;
- d) additional contact treatment of the oil with bleaching clay in the electric furnace-evaporator system in a stream of superheated water vapor;
- e) removal of fuel and water from the oil;
- f) oil filtration;
- g) oil cooling and shipment to the warehouse.



P - reactor; M - stirrer; Б1 - clay tank; Б3-4 - intermediate tanks; E - electric furnace; B - evaporator; Ц1 - centrifuge; Ф1 - press filter; T1-2 - heat exchangers

Figure 1 - Scheme of industrial oils purification

The industrial oil recovery process involves several important steps. First, before processing, the oil is pre-settled to remove water and contaminants. After that, it is fed into a reactor, where it is heated to 80°C using steam passing through a coil. During the heating process, the oil is treated with surfactants known as coagulants, which help separate heavy impurities and contaminants.

After this treatment, the oil is washed with water, which further helps to remove any residual impurities. After the reactor, the oil is fed into a stirrer for further heating to 80°C using steam. At this stage, bleaching clay is added to the

oil (up to 5% by weight of the oil) and mixing begins. This mixture is stirred for 15-20 minutes until a homogeneous pulp is formed.

Next, water is added to the mixture (also up to 5% by weight of oil), and mixing continues for another 15-20 minutes until a homogeneous mixture is achieved. After that, the mixture is fed into circulation to switch the unit to the electric furnace → evaporator → scalloped pump → agitator mode. During circulation, it is important to monitor the oil temperature so that it does not exceed 90°C.

In the evaporator, the mixture is subjected to liquefaction treatment using a cyclone evaporator. In this process, fuel and water vapors are separated, and the resulting oil is cooled to 100-110°C before being filtered. After filtration, a portion of the oil is returned to the agitator for further processing. After separation of vapors and water, the oil is stored for further use. This regeneration process helps to improve the quality and restore the characteristics of industrial oil, ensuring its sustainable use [2].

The thermal oxidation regeneration of used oils can be optimized by controlling the temperature, pressure, duration, and other parameters, which helps to reduce the content of harmful oxidation products and improve the quality of regenerated oil.

Oil recycling, including oil recovery, is an important step in reducing the environmental impact of road transport and industry and in waste management. Optimization of oil recycling processes helps to reduce damage to nature and human health, as well as conserves important resources and improves environmental safety [4].

Objective: modernization of a heat exchanger designed to cool purified transformer oil with water from an industrial oil purification unit.

Conclusion: Modernization of the heat exchanger in an industrial oil treatment plant is a key step in improving the quality and efficiency of the used oil

recovery process. Several important benefits for industry can be achieved through optimized heat exchange. The modernized heat exchanger will help to optimize heat exchange and reduce energy costs. The modernization of the plant contributes to the production of more environmentally friendly products and reduces the negative impact on the environment, which is important for the sustainable development of industry.

References:

1. [Prospects for improving the legislation in the field of waste management in the oil and gas complex of Ukraine / P.G. Drygulych, A.V. Pukish, M.P. Shpek // Oil and Gas Industry - 2012 - No. 3 - P. 55-58.](#)
2. [Shashkin P.I., Bray I.V. Regeneration of used oils. Edition. second. - Chemistry, 1970. - 304 p., ill.](#)
3. [Automation of production processes: a manual for practical work / Compiled by V.V. Tychkov, R.V. Trembovetska, K.V. Bazilo - Cherkasy: Cherkasy State Technical University, 2016 - 137 p.](#)
4. [Chervinskyi T.I., Hryshyn O.B., Korchak B.O. Regeneration of used oils by thermal oxidation method // Naftogaz of Ukraine. - 2016. - pp. 32 - 34. oai:elar.nung.edu.ua:123456789/3858](#)

UDC 621.

**MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER OF THE ACETIC
ACID PRODUCTION INSTALLATION**

student M.O. Kekukh, Ph.D., associate professor A.R. Stepanyuk,

Ph.D., associate professor Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract: The characteristics and scope of use are given acetic acid. The technological scheme of production is described acetic acid. The advantages and disadvantages of the heat exchanger are given.

Keywords: MODERNIZATION, HEAT EXCHANGER, ACETIC ACID.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛОБМІННИКА УСТАНОВКИ
ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ**

студент Кекух М.О., к.т.н., доцент Степанюк А. Р.,

к.т.н., доцент Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Наведено характеристику та область використання оцтової кислоти. Описано технологічну схему виробництва оцтової кислоти. Наведено переваги і недоліки теплообмінника.

Ключові слова: МОДЕРНІЗАЦІЯ, ТЕПЛОБМІННИК, ОЦТОВА КИСЛОТА.

Acetic acid (CH_3COOH) is a transparent, flammable liquid with a characteristic sharp smell. Acetic acid is a monobasic carboxylic acid. Under normal conditions, it is a colorless liquid with a pungent odor. The melting point of pure acid is slightly lower than room temperature, upon freezing it turns into colorless crystals, therefore it is called glacial acetic acid. Acetic acid is obtained by oxidation of acetaldehyde in the presence of magnesium acetate (cobalt acetate or copper acetate) or liquid-phase oxidation of butane. Acetic acid is one of the basic products of industrial organic synthesis. More than 65% of the world production of acetic acid is used in the production of polymers, cellulose derivatives and vinyl acetate [1]. It is used in various industries and has a variety of applications, including:

Cooking: Acetic acid is an important ingredient in food preparation and preservation. It is used to make vinegar, marinades, salad dressings and canning vegetables.

Household applications: Acetic acid is used for cleaning, disinfection and stain removal in the household area.

Industry: Acetic acid is used in a variety of industries, including the textile, pharmaceutical, and chemical industries

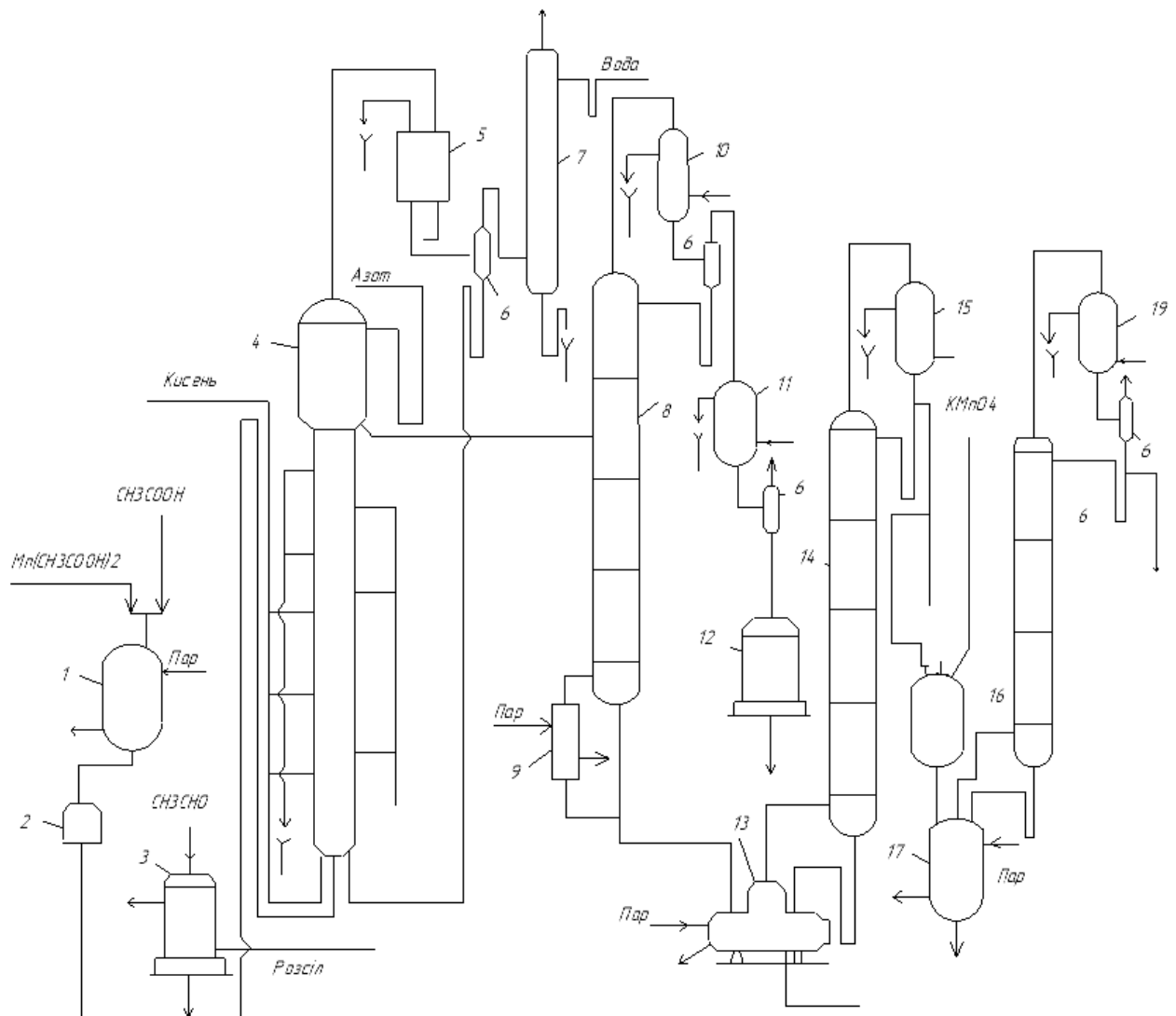
The scheme of production of acetic acid by oxidation of acetaldehyde is shown in Figure 1 [2].

The catalyst solution prepared in apparatus 1 by dissolving manganese acetate in acetic acid together with cooled acetaldehyde is fed into the lower part of oxidation column 4. Oxygen is injected into the lower 3-4 columns of the column. To dilute the vapor-gas mixture (to prevent the accumulation of peracetic acid), nitrogen is continuously supplied to the upper part of the column. In the oxidation process, the lower part of the column maintains a temperature of 60°C and an excess pressure of 3.8-4.0 at, in the upper part - 75°C , 2.8-3.0 at, respectively. Careful regulation of the temperature is very important, since its

decrease below 60-70 ° C leads to the accumulation of peracetic acid, and its increase leads to the strengthening of side reactions, in particular, the reaction of complete oxidation of acetaldehyde. The vapor-gas mixture from the oxidizing column enters the cocondenser 5, where acetic acid and water vapors condense at 20-30 °; condensate, in which a large part of unreacted acetaldehyde is dissolved, after separation from gases in separator 6, returns to the lower part of the oxidation column. Gases after washing in scrubber 7 from aldehyde and acid residues are released into the atmosphere. Acetic acid (crude), which is continuously removed from the expanded part of the oxidation column 4, enters the rectification column 8, in which the compounds are driven off from the crude by low-boiling. The acetic acid freed from low-boiling impurities continuously enters the boiler 13 of the rectification column 14, where at 195°C the acetic acid evaporates, separating from the catalyst, paraldehyde, crotonic acid and tar products.

Acetic acid vapors condense in the dephlegmator 15, from where part of the acid is returned to the irrigation of the column 14, some is sent to the apparatus 1 for the preparation of the catalyst solution, and a large part enters the reactor 16 for purification from impurities. Here, acetic acid is treated with potassium permanganate to oxidize impurities contained in it. To separate manganese acetate, the acid is evaporated again at 120-125 degrees in the evaporator 17, from where its vapors enter the nozzle column 18. The purified acid is a commercial product [2].

The shell-and-tube heat exchanger consists of a bundle of pipes fixed in pipe grids and limited by a shell, covers, etc. Tube and intertube spaces, in which hot and cold coolants move, are separated from each other by a heat exchange surface, and each of these spaces can be divided by partitions into several passages [3].



1 - apparatus for making a catalyst solution; 2 – intermediate tank; 3 - storage of acetaldehyde; 4 - oxidation column; 5, 11 – capacitors; 6 – separators; 7 - scrubber; 8, 14 - plate rectification columns; 9, 13 – boilers; 10, 15, 19 - dephlegmator; 12 - collection of acid; 16 - reactor; 17 - evaporator; 18 - packed rectification column

Figure 1 – Scheme of production of acetic acid

Advantages of the heat exchanger[4]:

- resistance to water hammer in the system;
- the possibility of working with contaminated environments;

- low heat transfer rates;
- good efficiency;
- durability;
- maintainability;
- resistance to high pressure;
- resistance to aggressive chemicals;
- operational safety;
- reliability and durability.

Disadvantages of the heat exchanger[4]:

- fairly large dimensions;
- high cost

References:

1. <https://klebrig.com.ua/ua/a487939-otstova-kislota-nezaminna.html>
from 04.12.2023p.
2. Yukelson I.I. Technology of basic organic synthesis. - M., "Khimiya", 1968. 847 p.
3. https://te.kpi.ua/metod/%D0%9A%D0%BE%D0%B6%D1%83%D1%85%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1.%20%D0%A2%D0%9E%20_%D0%9A%D0%9F.pdffrom 04.12.2023
4. https://te.kpi.ua/metod/%D0%9A%D0%BE%D0%B6%D1%83%D1%85%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B1.%20%D0%A2%D0%9E%20_%D0%9A%D0%9F.pdffrom 04.12.2023

UDC 661.1

**MODERNIZATION OF THE PADDED RECTIFICATION COLUMN OF
THE METHANOL-ETHANOL MIXTURE SEPARATION
INSTALLATION**

student K.V. Nefiodova, Ph.D., associate professor A.R. Stepaniuk,

Ph.D., associate professor Andreev I.A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Abstract: Modernization of the distillation column for the separation of methanol and ethanol is an urgent task in the chemical industry. This process helps increase productivity, reduce costs and improve product quality. A distillation column is used to efficiently separate a mixture of methanol and ethanol, which is important in various industries, including the pharmaceutical and chemical industries.

Keywords: MODERNIZATION, RECTIFICATION COLUMN, METHANOL, ETHANOL, SEPARATION, PRODUCTIVITY.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ
УСТАНОВКИ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ МЕТАНОЛ-ЕТАНОЛ**

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

к.т.н., доцент Андреев І.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Модернізація ректифікаційної колони для розділення метанолу та етанолу є актуальним завданням у хімічній промисловості. Цей процес сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню витрат і поліпшенню якості продуктів. Ректифікаційна колона використовується для ефективного розділення суміші метанолу та етанолу, що має важливе значення в різних галузях промисловості, включаючи фармацевтику та хімічну промисловість.

Ключові слова: МОДЕРНІЗАЦІЯ, РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА, МЕТАНОЛ, ЕТАНОЛ, РОЗДІЛЕННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

Ethanol (ethyl alcohol - C_2H_5OH) is a colorless liquid with a burning taste and characteristic smell. The boiling point of ethanol is $78.4^{\circ}C$, the melting point - 114.15° , the density at 20° is 794 kg/m^3 . Ethanol mixes well with water, alcohols, glycerin, diethyl ether and other organic solvents. It forms azeotropic mixtures with some of them (water, benzene, ethyl acetate, chloroform). An azeotropic mixture of ethanol and water contains 95.6 vol.% ethanol and boils at a constant temperature of $78.1^{\circ}C$.

Autoignition temperature of ethanol is $422.8^{\circ}C$. With air, its vapor will form explosive mixtures with a flash point of $13.0^{\circ}C$ within the following limits: the lower explosion limit is 3.28 vol.%, the upper limit is 18.95 vol.%. Ethanol is one of the most important and large-scale products of basic organic synthesis.

Methanol - chemical formula: CH_4O (CH_3OH). Colorless liquid with a similar smell of ethyl alcohol. Boiling point $65^{\circ}C$. Melting point - $98^{\circ}C$. Methanol is mixed in any ratio with water and most organic solvents (for example): alcohols, benzene, acetone.

According to its chemical properties, methyl alcohol is a typical monoatomic aliphatic alcohol: it combines the properties of a very weak base and an even weaker acid. From lyemetal react with the release of hydrogen, forming

methylates (for example, CH_3ONa); in the reaction with acids, complex esters are formed (in the presence of strong mineral acids, the reaction is accelerated), for example, with HNO_2 it gives methyl nitrite CH_3ONO , with H_2SO_4 at a temperature below 100°C : - methyl sulfate $\text{CH}_3\text{OSO}_2\text{OH}$, with carboxylic acids - RCOOCH_3 [4]. The technological scheme of the rectification plant is shown in Figure 1 [2].

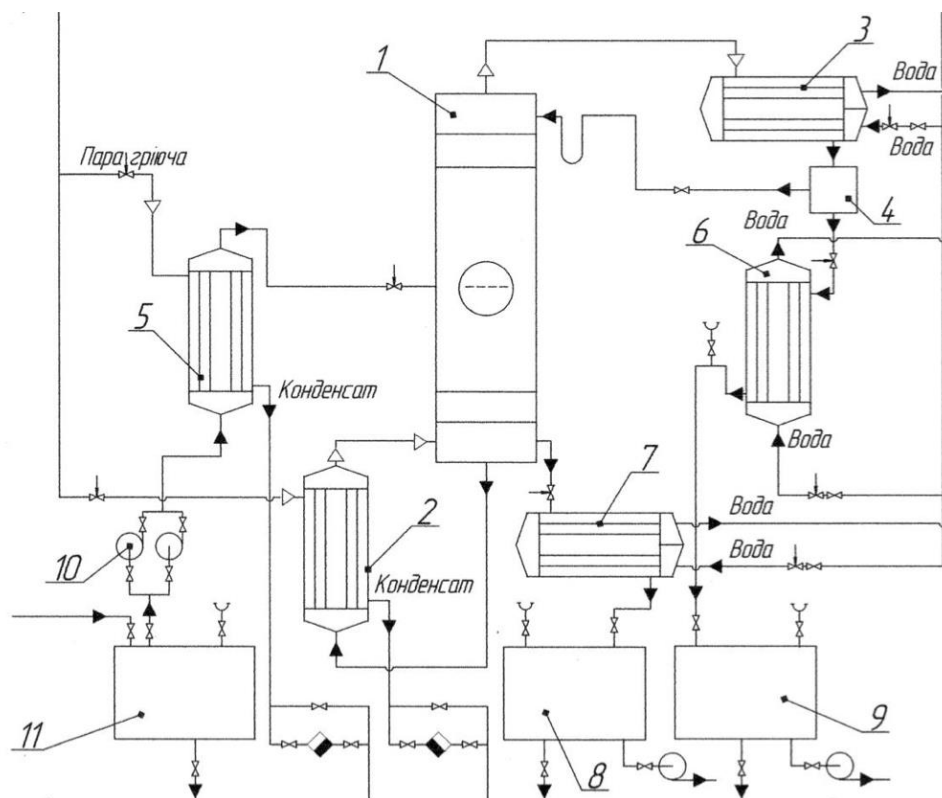
Figure 1 shows a process diagram of a continuous rectification unit, which includes a number of key elements for separating a mixture of methanol and ethanol. The mixture of methanol and ethanol is stored in the container 11, then the mixture is fed by the pump 1 to the heat exchanger-heater 5, where it is heated to the boiling temperature.

After heating, the mixture is sent to the rectification column 1. In the column, it is separated into components with different boiling points using a complex process of heat and mass transfer. The column consists of two parts: reinforcing and exhausting. Phlegm is supplied to the strengthening part, which allows to ensure the necessary efficiency of rectification. This process helps separate low-boiling and high-boiling components.

From the exhausted part of the column, the fraction, which consists almost entirely of the high-boiling component, flows into the cube of the column 2. Here, part of the liquid, known as the cube residue, is cooled in the refrigerator 7 and sent to the corresponding container 8 for further processing, and part is fed to the steam generator and used as thermal feed of the column.

The steam that arises during the rectification process rises up the entire column, interacts with the initial raw material, then with the phlegm of the strengthening part and is thus saturated with the low-boiling component, simultaneously with the steam, the balance amount of the high-boiling component is condensed. Next, the steam reaches the dephlegmator 3, where part of the steam

condenses and returns back to the column in the form of phlegm flowing down. The rest of the steam goes to the refrigerator-condenser 6, where it condenses and cools, forming a distillate. The cooled distillate is collected in container 9.



1 – rectification column; 2 – boiler; 3 – dephlegmator; 4 – phlegm divider; 5 – heater of the initial mixture; 6 – distillate refrigerator (condenser-refrigerator); 7 – refrigerator of cubic residue; 8 – capacity - collector of cubic residue; 9 – distillate collector capacity; 10 – pump; 11 – capacity of the original mixture

Figure 1 – Schematic diagram of a continuous rectification plant.

This rectification unit can work with both full and partial condensation of steam in the dephlegmator, which allows you to achieve the necessary separation of the mixture of methanol and ethanol and obtain a high-quality distillate.

Modernization of the methanol-ethanol separation unit in the distillation column becomes an urgent task in the chemical industry. This process

contributes to improving productivity, reducing costs or improving the quality of the obtained products. Improvement of the rectification column involves the implementation of innovative solutions to reduce energy losses. The main goal is to create optimal conditions for efficient operation of the column and achieve high quality separation of methanol and ethanol.

In the modern world, there are various types of technical means for carrying out rectification processes. The most common among them are columns, which are used to ensure effective mass exchange and can be equipped with various types of nozzles or plates. Usually, for the implementation of the rectification process, rectification columns with nozzles are used. In these columns, the plates can vary, including mesh, cap, valve, mesh-cap, and louvre-valve variations. When choosing the appropriate equipment, it is necessary to take into account technological requirements, such as maintaining the required temperature of the process, ensuring the required operating speed, and selecting materials for the apparatus in accordance with the characteristics of the working environment and pressures in the working conditions [3].

An additional important requirement for the device is its performance, which is determined by the intensity of mass transfer and hydraulic resistance. Also important are the compactness of the device, the complexity of manufacturing and maintenance, as well as the overall costs of the entire process.

Of the above-mentioned requirements for the apparatus, the rectification column with a cap structure of the plate satisfies them best of all. It has a low manufacturing cost, high efficiency and is easy to manufacture.

A rectification column with a cap structure of plates has its advantages and disadvantages, which are important to consider when choosing equipment for a specific process.

One of the main advantages of rectification columns with a cap structure of plates is their high efficiency. Cap plates are less sensitive to contamination, have a greater range of stable operation.[1]

The cap structure of the plates creates a significant number of contact points between the gas and liquid phases, which helps to increase the resolving power of the column and ensure a high degree of purification of the components. Also, this design allows better control of temperature and pressure in different parts of the column, which is important for achieving the desired separation efficiency. Cap plates can be designed and configured for different tasks and processes, giving them the flexibility to meet a variety of production requirements.

On the other hand, it is worth considering the disadvantages of this type of equipment. Cap plate distillation columns can be expensive to manufacture and maintain due to their complex construction and the need for high-quality materials. Also, in some conditions, especially when processing raw materials with a high content of impurities, the cap plates can become prone to the formation of deposits and impurities, which can affect productivity. Support and maintenance of column distillation columns with cap plates can also require specialized knowledge and skills.

References

1. ANALYSIS OF THE WORKING PROCESS OF RECTIFICATION COLUMNS PLATES/S. G. Panasiuk, Ph.D., O. V. Kalakhan. -UDC 663.52, Agricultural machinery. Issue 36, pp. 124-130.

2. Methodological instructions for the implementation of the course project on the topic "Calculation and design of a heat exchanger-boiler - auxiliary equipment of a continuous action rectification plant" from the course "Processes

and apparatus of chemical production" for students of IV-V courses of all specialties and forms of education / Incl.: O .WITH. Smirnova, T.V. Hrydneva, S.O. Oparin. - Dnipropetrovsk: DVNZ UDHTU, 2011. - 27 p.

3. Methodical instructions for the calculation of a plate-type rectification column of continuous action from the course "Basic Processes and Apparatus of Chemical Technology" for students of IV-V courses of all specialties / Incl.: V.V. Ivashkevich, T.V. Hrydnev - Dnipropetrovsk: UDHTU, 2007. - 27 p.

4. Rectification of methanol-ethanol [Electronic resource]. – Access mode: http://4ua.co.ua/physics/tb2ac69a5c43b89421306d27_0.html 24.11.2023

UDC 661.1

**MODERNIZATION OF THE STEAM GENERATOR OF THE ACETIC
ACID PRODUCTION INSTALLATION**

student Kyryl Savchenko, Ph.D., associate professor A. R. Stepaniuk,

Ph.D., associate professor Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT: The characteristics and scope of use are given acetic acid. A technological scheme of production is written acetic acid. The advantages and disadvantages of the steam generator are given

KEYWORDS: MODERNIZATION, STEAM GENERATOR, ACETIC ACID, EMPOWERING, PRODUCTIVITY.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА УСТАНОВКИ
ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ**

студент Курыль Савченко, к.т.н., доцент Степанюк А. Р.,

к.т.н., доцент Новохат О.А.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ: Наведено характеристику та область використання оцтової кислоти. Описано технологічну схему виробництва оцтової кислоти. Наведено переваги і недоліки парогенератора

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПАРОГЕНЕРАТОР, ОЦТОВА КИСЛОТА, ВМПАРОВУВАННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

Acetic acid—organic compound, monobasiccarboxylic acid composition CH_3COOH . Bynormal conditionsis a colorless liquid with a pungent odor. The melting point of pure acid is slightly lower than room temperature, upon freezing it turns into colorless crystals — this gave it the technical name glacial acetic acid [1].

The name of the acid is formed by the wordvinegar, which comes fromLatinacetum - sour wine. ByIUPAC nomenclatureit has the systematic name ethanoic acid, which characterizes the compound as a derivativeethane. Since the acid molecule has in its compositionfunctional group acetyland CH_3CO (conventional designation Ac), its formula can also be written as AcOH . In contextacid-base interactionsis sometimes denoted by the symbol Acacetate-anion CH_3COO^- — in this case, the formula will have the entry HAc [1]. Interacting withmetals,meadowsandalcohols, acetic acid forms a seriesof saltandesters— acetates(ethanoates). Acetic acid is one of the basic industrial productsorganic synthesis. More than 65% of the world production of acetic acid is used for manufacturingpolymers, derivativescelluloseandvinyl acetate.Polyvinyl acetateis the basis of many primers andpaints.

From acetatecelluloseare madeacetate fiber. Acetic acid and its ethers important industrial solvent sand extractants.

It is used in various industries and has a variety of applications, including:

1. Food preparation: Acetic acid is an important ingredient in food preparation and preservation. It is used to make vinegar, marinades, salad dressings and canning vegetables.

2. Preparation of homemade condiments: Acetic acid is added to homemade condiments and sauces, such as ketchup, mustard, and others, to give the taste spiciness and acidity.

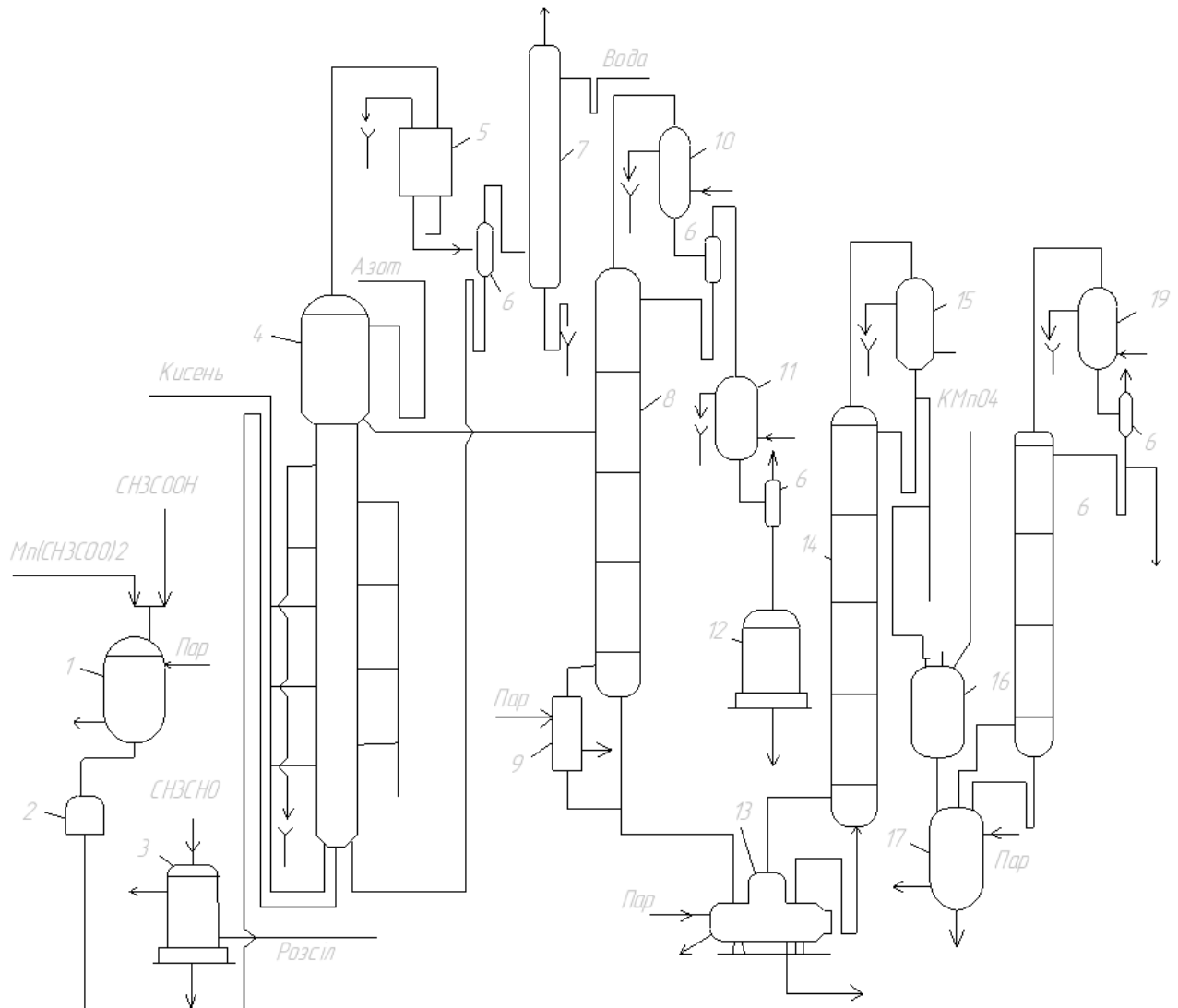
3. Household applications: Acetic acid is used for cleaning, disinfection and stain removal in the household area.

4. Industry: Acetic acid is used in a variety of industries, including the textile, pharmaceutical, and chemical industries.

Acetic acid has a wide range of applications due to its chemical and organoleptic properties, such as acidity and characteristic taste and smell.

The scheme of production of acetic acid by oxidation of acetaldehyde is shown in Figure 1 [2].

The catalyst solution prepared in apparatus 1 by dissolving manganese acetate in acetic acid together with cooled acetaldehyde is fed into the lower part of the oxidation column 4. Oxygen is injected into the lower 3 and 4 columns of the column. To dilute the steam-gas mixture (to prevent the accumulation of peracetic acid), nitrogen is continuously supplied to the upper part of the column. In the process of oxidation, the lower part of the column maintains a temperature of 60°C and an excess pressure of 3.8-4.0 at, and in the upper part, respectively, 75°C and a pressure of 2.8-3.0 at. Careful regulation of the temperature is very important, since its decrease below 60-70 ° C leads to the accumulation of peracetic acid, and its increase leads to the strengthening of adverse reactions, in particular, reactions of complete oxidation of acetaldehyde. Steam-gas mixture from the oxidation column enters the condenser 5, where at a temperature of 20-30 °C, acetic acid and water vapors condense. The condensate, in which a large part of unreacted acetaldehyde is dissolved, after separation from gases in separator 6, returns to the lower part of the oxidation column. Gases after washing in scrubber 7 from aldehyde and acid residues are released into the atmosphere. Acetic acid (crude), continuously selected from the expanded part of the oxidation column 4, enters the rectification column 8, in which low-boiling compounds are driven off from the crude. The acetic acid freed from low-boiling impurities continuously enters the boiler 13 of the rectification column 14, where at 195°C the acetic acid evaporates, separating from the catalyst, aldehyde vapors, crotonic acid and tar products.



1 - apparatus for making a catalyst solution; 2 – intermediate tank; 3 - storage of acetaldehyde; 4 - oxidation column; 5, 11 – capacitors; 6 – separators; 7 - scrubber; 8, 14 - plate rectification columns; 9, 13 – boilers; 10, 15, 19 - dephlegmator; 12 - keel assembly; 16 - reactor; 17 - evaporator; 18 - packed rectification column

Figure 1 – Scheme of production of acetic acid

Acetic acid vapors are condensed in the dephlegmator 15, from where part of the acid is returned to the irrigation of the column 14, a certain amount is sent to

the apparatus 1 for the preparation of the catalytic solution, and the balance amount enters the reactor 16 for purification from impurities. Here, acetic acid is treated with potassium permanganate to oxidize impurities contained in it. To separate manganese acetate, the acid is evaporated again at a temperature of 120-125°C in the evaporator 17, from where its vapors enter the nozzle column 18. The purified acid is a commercial product.

A steam generator is a form of boiler with a low water content, similar to a steam boiler [3]. A common design is a spiral coil of water tube. Circulation is direct flow and pump under pressure, like a boiler with forced circulation. The narrow tube design without any drums or large diameter tanks means they are protected from the effects of an explosion, even when operating at high pressure. The flow rate of the pump is adjusted according to the amount of steam required at that time. The burner power is throttled to maintain a constant operating temperature. The required burner power varies with the amount of water being evaporated: it can be adjusted with open-loop control according to the pump capacity or with closed-loop control to maintain the measured temperature.

Advantages:

- The possibility of continuous work.
- Relatively high energy efficiency.
- Ability to precisely control the temperature.
- Low cost of production and operation.

Disadvantages:

- Possibility of equipment corrosion.

References

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Acetic_acid from 11/15/2023p

2. Yukelson I.I., Technology of basic organic synthesis.; М.: Khimiya, 1968. - 848 p., illustrations.

3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Steam_generator_\(boiler\)#:~:text=A%20steam%20generator%20is%20a,as%20a%20forced-circulation%20boilerfrom](https://en.wikipedia.org/wiki/Steam_generator_(boiler)#:~:text=A%20steam%20generator%20is%20a,as%20a%20forced-circulation%20boilerfrom)
15.11.202

UDC 66.048.3

**MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER OF THE ETHANOL
PRODUCTION INSTALLATION**

student M.V. Ufimtsev, Ph.D., Assoc. Stepaniuk A.R.,
Ph.D., S.N.S. Ivanytskyi G.K.

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. Given the purpose of ethanol, the technical process of ethanol production is described, the heat exchanger that needs to be modernized is described, the advantages and disadvantages of the heat exchanger are formulated.

KEYWORDS: MODERNIZATION, HEAT EXCHANGER, ETHANOL.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА
ЕТАНОЛУ**

студент Уфимцев М.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.,
д.т.н., с.н.с. Іваницький Г.К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ. Наведено призначення етанолу, описано технічний процес вироблення етанолу, виконано опис теплообмінника, який необхідно модернізувати, сформульовано переваги і недоліки роботи теплообмінника.

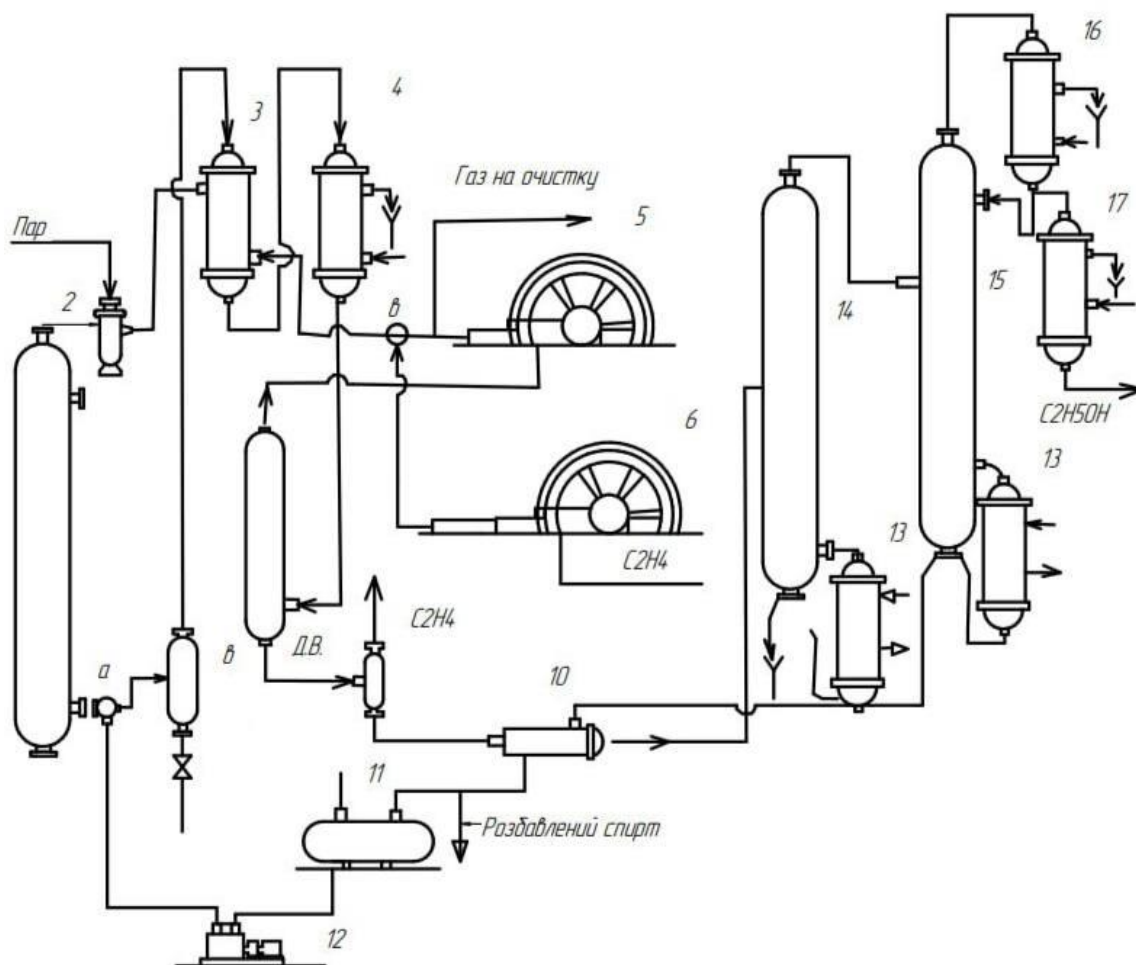
КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДЕРНІЗАЦІЯ, ТЕПЛООБМІННИК, ЕТАНОЛ.

In terms of volume of production, ethyl alcohol is one of the first places among other organic products. It is widely used as a solvent and starting compound for various synthesis processes. In particular, large amounts of ethyl alcohol are consumed in the production of synthetic rubber. Ethyl alcohol is also used as a starting product for the production of chloral, ethyl acetate, diethyl ether and many other products of organic synthesis [1].

At the moment, the most common is the vapor-phase process, in which a mixture of ethylene and water vapor passes over a layer of a solid catalyst, and the formed alcohol is separated from the contact gases by condensation. During the process, the degree of conversion of ethylene per pass through the catalyst, as well as the speed of the process, mainly depend on the activity of the catalyst, the temperature in the contact zone, the pressure in the apparatus, the volume velocity of the gases, and the molar ratio of water vapor and ethylene in the initial mixture.

Of the large number of tested catalysts, phosphoric acid on a solid support turned out to be the best for the vapor phase process of direct hydration of ethylene. Aluminosilicate activated with a 10...20% solution of sulfuric acid at 100°C can be used as a carrier. The aluminosilicate dried after activation is treated with 65% phosphoric acid at 20°C and dried at 100°C. The finished catalyst contains more than 35% of free phosphoric acid [1].

The technological scheme of the production of ethyl alcohol is shown in Figure 1 [2].



1 - contact device (hydrator); 2 - steam ejector; 3 - heat exchanger-recuperator; 4.17 - lollipops - capacitors; 5 - circulation compressor; 6 - compressor; 7 - high pressure separator; 8 - salt separator; 9 - low pressure separator; 10 - heat exchanger; 11 - storage of alkali solution; 12 - high pressure pump; 13 - boilers; 14 - evaporation column; 15 - rectification column; 16 - dephlegmator; a, c - tees; D.V. - throttle valve

Figure 1 - Technological diagram of the production of ethyl alcohol

A mixture of ethylene and water vapor is fed into the contact apparatus 1 under a pressure of approximately 80 at. The optimal molar ratio of water vapor and ethylene when using phosphoric acid on aluminosilicate as a catalyst ranges

from (0.6-0.7):1. Initial ethylene from the hydrocarbon gas separation plant is pumped into the system by compressor 6, circulating ethylene by compressor 5. Both streams of ethylene are mixed in the tee "c", then the gas mixture is heated to 220-230°C in the heat exchanger 3 by reaction products, leaving the contact apparatus 1. Next, the gas is mixed in ejector 2 with superheated steam. The temperature of the process is maintained in the range of 280-300°C, the steam-gas mixture enters the contact apparatus at approximately the same temperature. Synthesis products are removed from the contact apparatus together with a small amount of phosphoric acid, which can cause corrosion of equipment and pipelines at the next stages of the process. In order to avoid this, the acid contained in the synthesis products is neutralized with alkali, which is supplied from collector I by a high-pressure pump 12 to tee "a", located on the pipeline not far from the contact apparatus. After passing through the salt separator 8, the synthesis products are cooled in the heat exchanger-recuperator 3 and the refrigerator-condenser 4, where condensation of water and alcohol vapors takes place. Separation of ethylene, which has not regurgitated, from the liquid takes place in the high-pressure separator 7. For more complete removal of ethylene from drops and splashes of liquid, partitions are installed in the separator, which sharply change the speed and direction of the gas flow. Ethylene from the upper part of the separator enters the suction line of the circulating compressor 5 and is again supplied to the tee for mixing with fresh ethylene. The gas mixture enters the upper part of the contact apparatus and passes through the catalyst layer from top to bottom. Reaction products are taken from the lower part of the apparatus. The concentration of ethylene in the circulating gas is kept at least 80-85 vol.%. In order to avoid dilution of return ethylene with inert gases, part of the circulating gas is continuously taken from the discharge pipeline of the compressor 5 and directed to the hydrocarbon gas separation plant for cleaning.

Fresh ethylene is supplied to the system to replace the extracted gas. Diluted alcohol with a concentration of 15...16% comes out of the lower part of the high-pressure separator 7, which enters the low-pressure separator 9 through the throttle valve. Due to the decrease in pressure, dissolved ethylene is released from the liquid, which is sent to the suction pipeline of the compressor 4 or to the hydrocarbon gas separation plant. An aqueous solution of alcohol is given for concentration. In the heat exchanger 10, the solution is heated by the cubic liquid removed from the rectification column 15 and sent to the evaporation column 14. The cubic liquid from this column is a solution of phosphates formed as a result of the neutralization of phosphoric acid with alkali. Vapors from the upper part of the evaporation column 14 enter the rectification column 15. The distillate of the rectification column - concentrated ethyl alcohol - is a commercial product. The cubic liquid is used in the heat exchanger 10 to heat the diluted alcohol and, partially, to dissolve the alkali in the collector 11.

Advantages and disadvantages of the selected design of the heat exchanger.

Advantages:

Efficient heat exchange: ensures efficient transfer of heat from reaction products to raw materials, which allows maintaining optimal process conditions.

Thermal energy recovery: allows the use of thermal energy from reaction products to heat input components.

Optimizing the temperature regime: helps maintain a stable temperature in the reaction zone, which is important for the efficient flow of the process.

Minimization of heat losses: reduces heat losses, improving the energy efficiency of the entire production process.

Disadvantages:

High Volumetric Pressure: Operating pressures can be high, requiring strong and durable construction to ensure safety and durability.

Specific requirements for materials: heat exchanger materials must be resistant to the effects of corrosive components that may be contained in the reaction products.

References

1. Yukelson I.I. Technology of basic organic synthesis. - M., "Khimiya", 1968. 847 p.

MODERNIZATION OF THE RECTIFICATION COLUMN OF THE METHANOL-WATER MIXTURE SEPARATION INSTALLATION

student Yu. S. Chuhlib, Ph.D., Assoc. A.R. Stepaniuk

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. Given the purpose of methanol, the technical process of methanol production is described, the description of the apparatus, which needs to be modernized, is made, the advantages and disadvantages of the apparatus are formulated.

KEYWORDS: RECTIFICATION COLUMN, METHANOL, RECTIFICATION.

МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ УСТАНОВКИ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ МЕТАНОЛ-ВОДА

студентка Ю. С. Чухліб, к.т.н., доц. А.Р. Степанюк

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

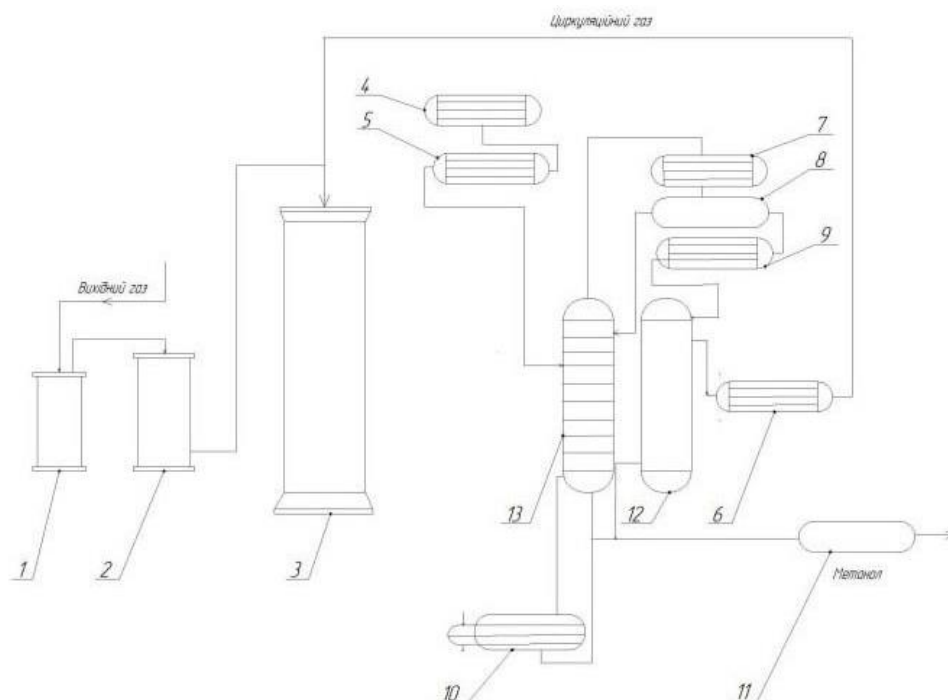
АНОТАЦІЯ. Наведено призначення метанолу, описано технічний процес вироблення метанолу, виконано опис апарату, який необхідно модернізувати, сформульовано переваги і недоліки роботи апарату.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА, МЕТАНОЛ, РЕКТИФІКАЦІЯ.

The simplest among monoatomic alcohols, methyl alcohol (formula CH_3OH) is a liquid, transparent, colorless substance with a very characteristic, for any representative of this group of substances, sharp smell, which is also called "alcohol smell". Alcohol is a highly toxic substance for the human body. But, regardless of its toxic properties, methyl alcohol is used in a number of industrial

production sectors, for example, it is a raw material for the synthesis of formaldehyde, formalin, acetic acid, several types of ethers and a number of other chemical compounds, it is a high-quality and effective solvent for a large group of chemicals, used in the gas production industry to neutralize hydrates that settle on gas pumping equipment. Methyl alcohol is used as an additive to fuel for internal combustion engines, in its pure form methanol, due to its high octane number, can be used as a fuel for special types of engines, for example, engines of racing vehicles. Methyl alcohol is used as a denaturing agent for ethanol in perfumery, which is a mandatory component of production. It is used as a basis for the preparation of solvents for paint and varnish materials [1].

The technological scheme of methyl alcohol production is shown in Figure 1 [2].



1, 2 – filters (oil and coal), 3 – synthesis column,
4, 5 – heat exchangers, 6 – rectification column, 7 – dephlegmator, 8 – collector,
9 – heat exchanger, 10 – steam generator, 11 – collector

Figure 1 – Technological diagram of production of methyl alcohol

Synthesis gas compressed to 32 MPa is cleaned in an oil filter (1) and a carbon filter (2), after which it is mixed with circulating gas and enters the synthesis column (3). The mixture is supplied through the annular gap between the catalyst box and the column body to the intertube space of the heat exchanger located in the lower part of the column. In the heat exchanger, the gas is heated to 330-340 degrees passing through the central pipe, in which the electric heater is placed, and enters the upper part of the column, where five layers of the catalyst pass successively. After each layer of the catalyst, except for the last one, a certain amount of cold circulating gas is introduced into the synthesis column to maintain the required temperature. After the fifth layer of the catalyst, the contact gas is sent to the heat exchanger (4), where it cools down 300 to 180° WITH, and in the second heat exchanger from 180 to 30...35° WITH and synthesis products condense. The methanol-water mixture is separated in the rectification column and sent to the collector and then to the rectification column. Blowing gases are removed before the compressor and together with tank gases are used as fuel.

A rectification column is a technological device used to separate liquid solutions, the substances in which have different properties, in particular, the boiling point. Rectification has been widely used since the beginning of the 19th century in the field of alcohol and oil industry. Today, distillation columns are used in various industries, such as: oil refining, chemical industry, pharmaceuticals, and food industry. The advantages of the rectification column include uniform distribution of components over the entire plane, high mass transfer coefficient, and no dry cone. We can also note such disadvantages as: large dimensions of the device, the complexity of the design [3].

References

1. <https://him-element.com.ua/uk/news/44> from 10/20/23

2. http://ni.biz.ua/7/7_4/7_45603_tehnologicheskie-shemi-proizvodstva-metanola.html dated 10/20/2023

3. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32178> from 25.10.23

УДК 66.061:621.693.3

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ ЕКСТРАКЦІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

пр.н.с. д.т.н. Іваницький Г. К., с.н.с., к.т.н. Гоженко Л. П.,

пр.н.с., к.т.н. Целень Б. Я., с.н.с., к.т.н. Радченко Н. Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація. Представлено дослідження інтенсифікації процесу екстракції біологічно активних речовин (БАР) з рослинної сировини. Обґрунтовано використання комбінованого способу екстракції при застосуванні методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) на оброблюване середовище. Встановлено, що вибрана і змодельована конструкція комбінованого гідродинамічного обладнання забезпечує посилення кавітаційних ефектів у кавітаційному реакторі пульсаційного типу.

Ключові слова: екстракція, метод ДІВЕ, кавітація, кавітаційний реактор пульсаційного типу.

Основні завдання процесу екстракції полягають у ресурсоенергозбереженні при вилученні БАР для одержання якісної продукції для комплексів галузей фармацевтичної, харчової, хімічної промисловості.

Вирішення завдань дослідження процесу екстракції досягається за умов підвищення енергоефективності обладнання та збільшення виходу цільових компонентів. У ІТТФ НАН України на основі практичних впроваджень застосування методу ДІВЕ для процесу екстракції проводяться дослідження і розробки обладнання залежно від властивостей сировини та

цільових БАР. Особливу увагу приділено дослідженням впливу механізмів ДІВЕ на фізико-хімічні властивості екстрагента.

Отримані результати досліджень фізико-хімічних властивостей екстрагента при періодичній екстракції показали кінетику процесу вилучення цільових компонентів з рослинної сировини залежно від форми подрібнення. Виконано чисельні розрахунки для подальших досліджень безперервної екстракції, що дозволило вибрати і змодельовати комбіноване гідродинамічне обладнання. Конструкція вибраного обладнання забезпечує ведення процесу екстракції посиленими ефектами кавітаційних механізмів порівняно з апаратом пульсаційного типу при тих же визначених технологічних параметрах. За рахунок визначеної геометрії сопла Вентурі і робочої камери виникають сукупні потужні динамічні ефекти, що збільшують кавітаційний вплив на оброблюване середовище. Потік рідини в комбінованому гідродинамічному обладнанні інтенсивніше досягає періодично змінних швидкостей, що призводить до періодичного змінення тиску і виникнення потужніших кавітаційних ефектів, що в свою чергу інтенсифікує конвективне перенесення цільових БАР на мікро та нанорівні.

На базі математичного моделювання гідродинамічних процесів у кавітаційному реакторі оптимізовано технологічні параметри і режими екстракції цільових БАР. Визначено параметри ініціювання кавітаційного кластера, експериментально досліджено вплив імпульсів тиску на фізико-хімічні властивості екстракту в комбінованому гідродинамічному обладнанні.

Встановлено, що підвищення інтенсивності тепломасообміну в розробленому комбінованому гідродинамічному обладнанні обумовлене виникненням при різких змінах об'єму нестационарного гідродинамічного стану. За рахунок чого в системі виникають високочастотні коливання, які відрізняються від коливань, що викликані зміною об'єму рідини. Причому ці

коливання не поглинаються суцільним середовищем, а дисипують на міжфазній поверхні, зумовлюючи тривале підвищення тепломасообміну.

Обґрунтовано доцільність використання комбінованого гідродинамічного обладнання із застосуванням методу ДІВЕ для одержання термолабільних цільових БАР. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що тривалість процесу екстракції зменшується, а вихід якісних БАР збільшується без додаткових витрат на нагрівання.

UDC 661.487.1

SELECTION OF THE TYPE OF SULFURIC ACID HEATER FOR THE ANHYDROUS HYDROGEN FLUORIDE PRODUCTION UNIT.

associate professor, Ph.D. Novokhat O.A., student Yeltishchiev I.P.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ANNOTATION: *The article deals with anhydrous hydrogen fluoride, the method of its production and examples of application, the advantages of using this method, the process scheme and its description. The types of heater for heating sulfuric acid with steam and heat exchangers for this purpose are proposed.*

KEYWORDS: HYDROGEN FLUORIDE, HEAT EXCHANGER, SULFURE ACID.

ВИБІР ТИПУ НАГРІВАЧА СІРЧАНОЇ КИСЛОТИ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗВОДНОГО ФТОРИСТОГО ВОДНЮ.

доцент, к.т.н. Новохат О.А., студент Єлтіщев І.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

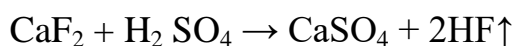
АНОТАЦІЯ: Розглянуто безводний фтористий водень, спосіб його виготовлення та приклади застосування, переваги застосування саме цього метода, наведено схему процесу та її опис. Запропоновано типи нагрівача для нагрівання сірчаної кислоти паром та теплообмінники для цього.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ФТОРИСТИЙ ВОДЕНЬ, ТЕПЛООБМІННИК, СІРЧАНА КИСЛОТА.

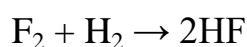
Hydrogen fluoride HF is a colorless liquid with a low boiling point and an irritating odor. It is used to produce inorganic and organic fluorine compounds. Due to its high dielectric constant, it can be used as a special nonaqueous solvent. The aqueous solution is called hydrofluoric acid and is stored in polyethylene containers because the acid corrodes glass. It plays a leading role in the modern technology of fluorine and fluorine compounds. [2]

Anhydrous hydrogen fluoride is used to produce elemental fluorine, fluoroplastics, CFCs, inorganic fluorine compounds, pesticides, glass etching, and as a catalyst for cracking hydrocarbon components of oil.

The main method of producing HF is the sulfuric acid decomposition of fluorite concentrate. [1]



Another method is synthesis from fluorine and hydrogen compounds.



Comparing these methods, the following advantages and disadvantages can be cited:

1. Sulfuric acid decomposition of fluorite concentrate:

- Advantages:

- Utilization of a natural substance.

- Possibility of hydrogen fluoride production on the scale of large mining enterprises.

- Reduction of fluorine emissions into the atmosphere during fluorite mining.

- Disadvantages:

- The overall process can be more complex and require additional treatments to purify hydrogen fluoride.

2. Synthesis from fluorine and hydrogen compounds:

- Advantages:

- Efficient and fast process.

- High quality hydrogen fluoride without additional compounds.

- Disadvantages:

- Requires fluorine, which is expensive and dangerous.

- Requires high safety standards due to the corrosive nature of fluorine and hydrogen fluoride.

As can be seen from the comparison, the second method is more efficient, faster, and has a higher quality of hydrogen fluoride. However, it requires an additional process to produce or purchase fluorine, as well as higher safety standards. On the contrary, the first method has a much simpler and more cost-effective way to obtain the raw material. Although the process is more complex in the first method, it is more affordable and safe, and allows for large-scale production of hydrogen fluoride. Therefore, the second method is preferable.

Description of the scheme for the production of anhydrous hydrogen fluoride by sulfuric acid decomposition of fluorite (Fig. 1):

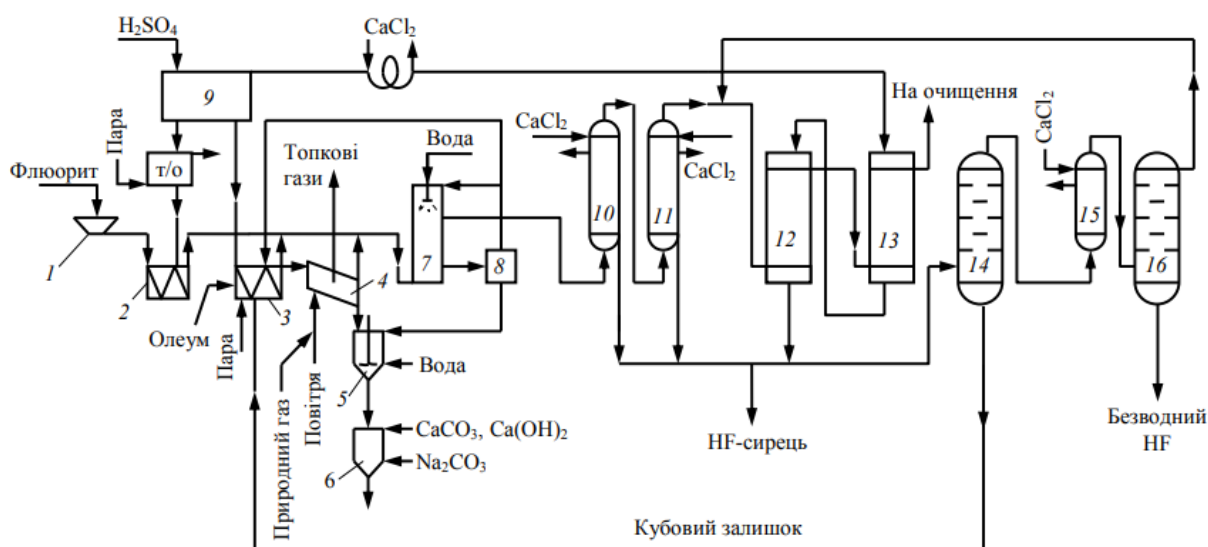


Fig. 1 – Flow chart of production of anhydrous hydrogen fluoride by sulfuric acid decomposition of fluorite: 1 - bunker; 2, 3 - mixers; 4 - furnace; 5 - repulsor-sump; 6 - thickener; 7 - scrubber; 8 - collector; 9 - sulfuric acid tank; 10, 11, 15 - condenser refrigerators; 12, 13 - absorbers; 14, 16 - distillation columns; т/о - heat exchanger

The sulfuric acid entering the tank 9 is divided into three streams. The first stream, which makes up about 20% of the total acid, is heated in a heat exchanger and enters the first mixer 2. Fluorspar (fluorite) CaF₂ is also dosed here from hopper 1.

The second stream (75 % of the total acid) is sent to the second mixer 3, where it is heated. Oleum, cubic residue and acid consisting of HF, H₂SiF₆, H₂SO₄, HSO₃F are fed here. The reaction mixture from the second mixer 3 enters the drum furnace 4, which maintains a certain temperature due to external heating. Already during mixing in mixers 2 and 3, hydrogen fluoride is released into the gas phase. Up to 60 % of the remaining hydrogen fluoride is released in the drum furnace. These gas streams are combined into one and sent for purification and dehydration.

First, it enters the scrubber 7, where it is cooled and undergoes primary treatment. After being compacted in the collector 8, the solid particles are sent to the repulsor-sump 5, and the acid, consisting of HF, H_2SiF_6 , H_2SO_4 , HSO_3F , is sent to the mixer 3 and to irrigate the scrubber 7.

The resulting hydrofluoric acid is sent for cooling and further rectification. For this purpose, the gas from the scrubber 7 is fed to condenser refrigerators 10, 11, which are cooled with a solution of calcium chloride CaCl_2 .

The overall degree of hydrogen fluoride condensation is 94-95%. For more complete hydrogen fluoride extraction, the gas is transferred to absorbers 12, 13. The last absorber is supplied with cooled sulfuric acid from tank 9 (third stream). Gases from the distillation column 16 are also supplied for absorption.

The absorption solution is mixed with liquid hydrogen fluoride obtained at the condensation stage. As a result, raw HF is obtained, which is fed for rectification first to the rectification column 14, in which highly boiling impurities are separated. HF vapors with SiF_4 and SO_2 impurities are fed into a refrigerator-condenser 15, in which a solution of calcium chloride with a negative temperature circulates. The resulting gas then enters the second distillation column 16, from which an anhydrous HF solution flows out.

Objective: Select the type of heat exchanger for heating sulfuric acid with steam.

In this case, both shell-and-tube and plate heat exchangers are suitable for heating sulfuric acid with steam.

The shell-and-tube heat exchanger was chosen because of its wide application in industry and high heat transfer rate due to the large number of tubes. The steam will be fed into the intertube space in the opposite direction to the sulfuric acid.

The plate heat exchanger was chosen because of its high heat transfer rate, as well as the shell-and-tube heat exchanger, although it has certain temperature and pressure limitations. However, it has the advantage of being completely disassembled, making it more suitable for maintenance and repair. The flows of sulfuric acid and steam in this heat exchanger move in opposite directions.

References:

1. Зайцев, В. А. Производство фтористых соединений при переработке фосфатного сырья [Текст] / В. А. Зайцев, А. А. Новиков, В. И. Родин. – М.: Химия, 1982. – 248 с. – Библиогр.: с. 221–241. – 883.
2. Водень і гідриди [Електронний ресурс]: [Веб сайт] – Електронні дані. – Назва з екрана – Режим доступу: [https://ukrayinska.libretexts.org/Хімія/Неорганічна_хімія/Книга%3A_Неорганічна_хімія_\(Saito\)/04%3A_Хімія_неметалевих_елементів/4.01%3A_Водень_і_гідриди](https://ukrayinska.libretexts.org/Хімія/Неорганічна_хімія/Книга%3A_Неорганічна_хімія_(Saito)/04%3A_Хімія_неметалевих_елементів/4.01%3A_Водень_і_гідриди)
3. Пластинчасті теплообмінники [Електронний ресурс]: [Веб сайт] – Електронні дані. – Назва з екрана – Режим доступу: <https://bioengineering.kpi.ua/ua/kafedra/fotohalereia-farmatsevtychnoho-ta-biotekhnolohichnoho-obladnannia/61-plastynchasti-teploobminni-aparaty/290-plastynchasti-teploobminnyky>
4. Новіков В. П. Обладнання технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв : навч. посібник для студ. вищ. навч. заклад. / М. В. Стасевич, А. О. Миляннич, І. О. Гузьова [та ін.] ; за ред. В. П. Новікова. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 408 с. – с. 242-244. – ISBN 978-966-382-441-3

5. Heat Exchangers: Selection, Rating and Thermal Design, Third Edition / Sadik Kakaç, Anchasa Pramuanjaroenkij, Hongtan Liu // Taylor & Francis. – 2012. – 615 с. – с. 8-13. – ISBN 978-1-4398-4990-3

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ БІОМАСИ

студент Даніхно Р.М. доц., к.т.н. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Застосування перспективної технології отримання високочистого біометану за технологією біоконверсії відновлюваного H_2 і CO_2 у біогазових установках, працюючих на легкодоступних агрокомунальних відходах.

Ключові слова: Біомаса, біогаз, реакція Сабатьє.

Annotation: Application of a promising technology for obtaining high-purity biomethane using the technology of bioconversion of renewable H_2 and CO_2 in biogas plants operating on readily accessible agricultural waste.

Key words: Biomass, biogas, Sabatier reaction

Перш за все, біогазові установки — ефективний спосіб вирішення проблем використання відходів сільськогосподарського виробництва, в тому числі побічних продуктів тваринного походження (гною та посліду).

Євросоюз планує до 2030 року виробляти 35 мільярдів кубометрів біометану, щоб замінити 10 відсотків споживання звичайного газу. А до 2050 року хоче збільшити цю частку до 60 відсотків [2].

Варто зазначити, що біогаз – це газ, отриманих шляхом переробки біомаси, тобто органічних відходів, а біометан вже утворюється або шляхом збагачення біогазу, або газифікації твердої біомаси. Проте, через технологічні особливості, одиниця енергії в біометані коштує дорожче, ніж у біогазі.

Одним із привабливих методів використання надлишку електроенергії з відновлюваних джерел є розділення води на H_2 і O_2 (енергія-газ) (див. Рис. 1). Водень вважається чистим енергоносієм через його безвуглецеву структуру та той факт, що його можна виробляти з будь-якого відновлюваного джерела енергії. Тим не менш, його застосування було ускладнене через проблеми зберігання та транспортування.

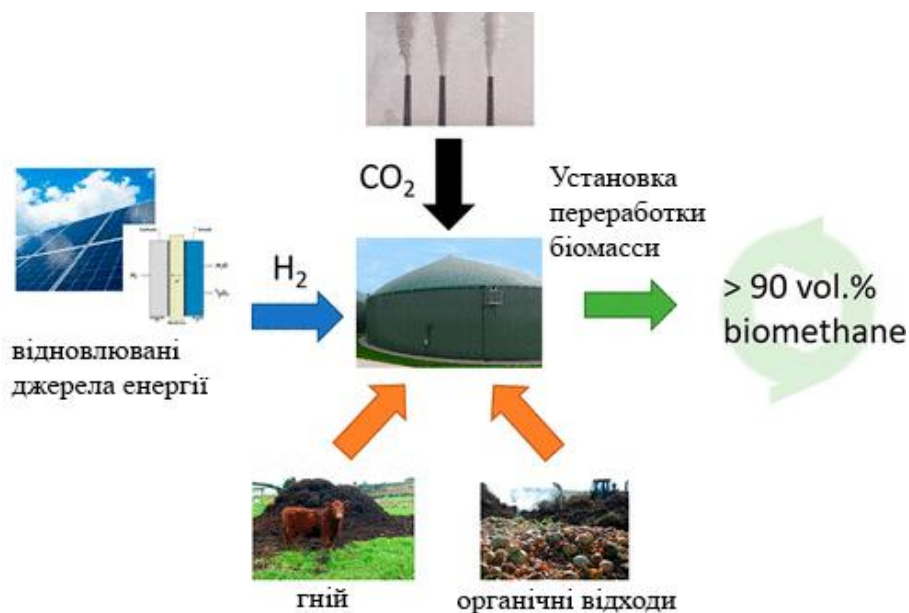
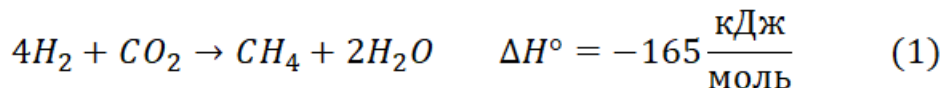


Рис. 1 Схема збагачення біогазу

Щоб обійти ці бар'єри, H_2 використовується разом із CO_2 для отримання CH_4 за допомогою реакції Сабатьє (див. рівняння 1). [4]



Експериментальний реактор (див. Рис.2) виконано з 2 мм твердої стійкої сталі, загального об'єму 4 літра (висота 275 мм, ширина 140 мм) і робочий об'єм 3 літра. Кришки була виконана з полівініл хлорідного матеріалу (товщиною 15 мм). Вона складається з чотирьох портів: впуск газу, вал перемішування, порт для відбору проб, і випуску газу. Кришка була затиснута до реактора ланцюжком і з'єднувалася з ущільненням круглою силіконовою прокладкою від повітря.

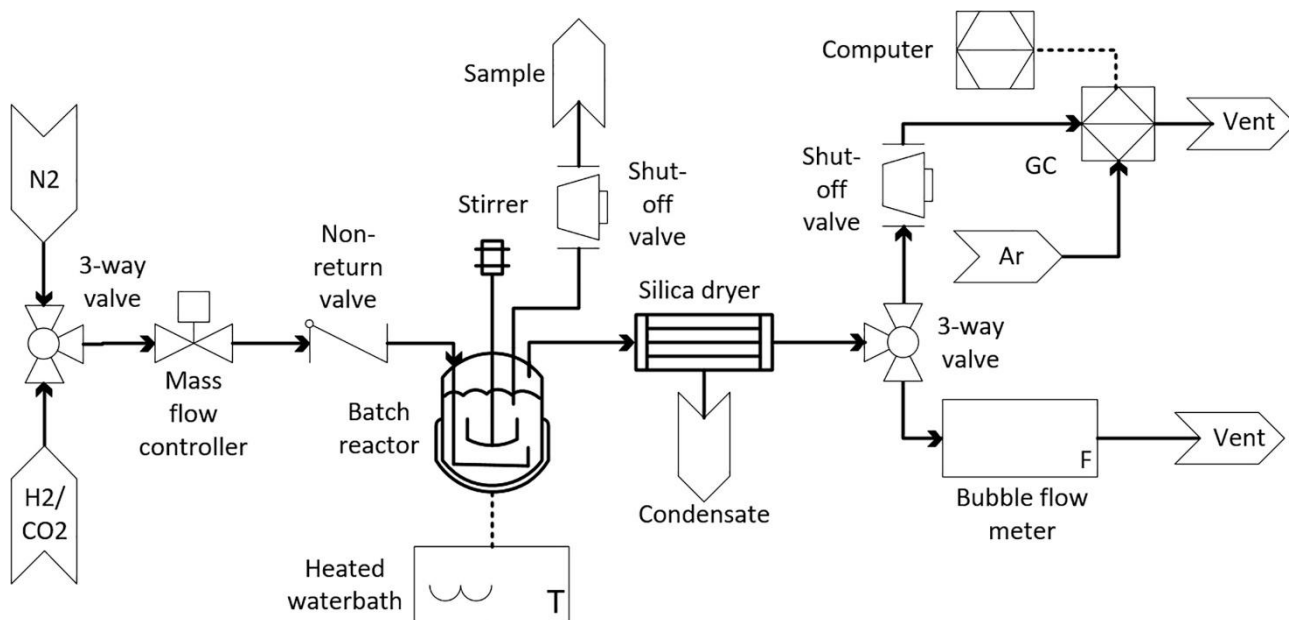


Рис. 2 Схематичне зображення процесу термофільного збагачення біогазу.

Перемішувачий вал був з'єднаний з міксером «Heidolph RZR 2020», підтримується підставкою для реторти та затискачем.

Частота обертання валу становила 40 – 100 об/хв. Температура реактору підтримувалась з використанням температури-регульованої водяної бані (Labotec Pty Ltd., Южна Африка).

Концентрація CH_4 досягала 92–97 об.% і швидкість виробництва біогазу 4954–6605 Нмл/л на день були отримані під час максимального виробництва (дні 6–12).

Це дослідження висвітлює альтернативний шлях до ефективного та економічного біоконверсії відновлюваного H_2 і відходів CO_2 у чисте та енергетичне паливо (біометан високої чистоти) шляхом використання доступних залишків агро-комунальних відходів.

Екзогенне додавання H_2 і CO_2 в експериментах з біометанізації призвело до значного збільшення виробництва CH_4 порівняно з контрольними експериментами.

Крім того, додавання H_2 і CO_2 *ex situ* стабілізувало рН у майже нейтральному діапазоні (5,62–6,58) наприкінці експериментів. Особливий інтерес викликало те, що задовільна модернізація біогазу, змушує вважати, що цей шлях перетворення є перспективною технологією для перетворення значних кількостей міських органічних відходів.

Таким чином, біометан, отриманий з відновлюваних джерел енергії, є важливим процесом, який підтримує переробку вуглецю, що сприятиме збільшенню кількості відновлюваних джерел енергії в пов'язаних енергетичних системах і їх стійкості. Незважаючи на ці багатообіцяючі результати, технологія модернізації біогазу все ще знаходиться в зародковому стані.

Перелік посилань:

1. Thermophilic Biogas Upgrading via *ex Situ* Addition of H_2 and CO_2 Using Codigested Feedstocks of Cow Manure and the Organic Fraction of Solid Municipal Waste (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.0c01725>)

2. І.А. «Уніан» стаття «Біопаливо в Україні - коли воно замінить газ та вугілля для українців — УНІАН»
3. <https://ecolog-ua.com/news/6-ekologichnyh-efektiv-realizaciyi-biogazovyh-proyektiv>
4. Angelidaki, I.; Treu, L.; Tsapekos, P.; Luo, G.; Campanaro, S.; Wenzel, H.; Kougias, P. G. Biogas Upgrading and Utilization: Current Status and Perspectives. *Biotechnol. Adv.* 2018, 36, 452– 466, DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.01.011

UDC 636

**PROSPECTS AND DIRECTIONS OF RESTORATION OF THE
DOMESTIC FEED INDUSTRY**

c.t.s., leading researche Tselen B . Ya., c.t.s., senior researcher Nedbailo A. Ye.,
c.t.s., senior researcher N. L. Radchenko

**Institute of engineering thermophysics of the national academy of science of
Ukraine**

АНОТАЦІЯ: В роботі проаналізовано ситуацію, що склалась у сфері виробництва кормів в умовах війни та можливі шляхи її вирішення. Авторами розглянуто перспективність впровадження міні ліній на основі екструзійного обладнання для виробництва пастоподібних кормових сумішей та запропоновано шлях підвищення ефективності його роботи за рахунок використання теплоти екструзії для знезараження компонентів при їх змішуванні. Застосування такого способу дозволить збільшити термін придатності сумішей до 90 діб, знизити енерговитрати до 20% порівняно з традиційними аналогами.

ABSTRACT: The work analyzes the situation that developed in the field of fodder production during the war and possible ways to solve it. The authors considered the prospects of introducing mini lines based on extrusion equipment for the production of paste-like feed mixtures and proposed a way to increase the efficiency of its work by using the heat of extrusion to disinfect the components during their mixing. The use of the proposed method will increase the shelf life of such mixtures up to 90 days and reduce energy consumption by up to 20% compared to traditional analogues by eliminating the stage of pasteurization of the final product.

Ключові слова: екструдер, екструдат, кормові суміші

Key words: extruder, extrudate, feed mixtures

One of the consequences of the Russian invasion of Ukraine is the destruction of the agricultural sector. In particular, the feed production sector suffered significant losses and damages. This due to a reduction in sown areas, disruption of logistics routes for the sale of finished products, a shortage of energy resources and, at the same time, a shortage of human resources. Due to the current complexity of the situation, the domestic sphere of feed production needs to reorient farms to meet domestic needs and create its own closed production cycle, starting from the use of own raw materials and ending with the finished product. One of the possible solutions may be the introduction of small lines for the production of feed (mini lines), which will fully meet the own feed needs of small and medium-sized farms and relieve them of dependence on imports. These needs are fully met by extrusion technologies. Their use in small and medium-sized farms will allow you to quickly organize the process of fodder production due to the ease of operation of the equipment, since one extruder allows you to combine the processes of grinding, mixing and heat treatment of grain components at the same time. In addition, the equipment takes up small production areas, does not require highly qualified employees and allows you to receive an almost finished product at the exit. Based on all the advantages of extrusion equipment, the staff of the institute is working to improve the efficiency of extruders in the production of multicomponent paste-like feed mixtures.

Based on the results of the studies already carried out, the authors proposed one of the ways to increase the efficiency of work by using the heat released with the extrudate at the exit from the extruder for mixing with other liquid components and thereby inhibition of the development of harmful microflora in a paste-like product.

The use of the proposed method will increase the shelf life of such pasty mixtures up to 90 days and reduce energy consumption by up to 20% compared to

traditional analogues by eliminating the pasteurization stage of the final product. In addition, continue to receive loose feed on this equipment.

УДК 536.423:532.528:637.13

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНОСТІ МОЛОКА

к.т.н. Целень Б.Я.¹, д.т.н. Іваницький Г.К.^{1,2}, к.т.н. Радченко Н.Л.¹,
к.т.н. Недбайло А.Є.¹, Шуляк В.В.¹

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України

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

АНОТАЦІЯ: Якість продукції в сучасному виробництві можливо забезпечити, впливаючи на мікро- і нанорівні на складові компоненти середовища, що піддається обробленню в сучасних апаратах. В технологіях обробки молока для забезпечення певних показників продукту важливим є кероване управління такими показниками, як фракційний склад білків молока, жирова фаза та вплив на інші мікроструктури. Одним з процесів, що забезпечує вплив на мікро- та наносистеми є кавітаційні процеси завдяки ініціюванню теплових та динамічних ефектів в дискретно в просторі та миттєво у часі. Реалізується дана технологія оброблення молока в апараті термогідродинамічної обробки (ТГО).

ABSTRACT: The quality of products in modern production can be ensured by influencing the components of the environment that can be processed in modern devices at the micro- and nanolevel. In milk processing technologies, in order to ensure certain parameters of the product, it is important to manage such parameters as the fractional composition of milk proteins, the fat phase, and the effect on other microstructures. One of the processes that provides influence on micro- and nanosystems is cavitation processes due to the initiation of thermal and dynamic effects discretely in space and instantaneously in time. This milk processing

technology is being implemented in the thermohydrodynamic processing (THO) apparatus.

Ключові слова: молоко, термостабільність, білки, гідродинамічна кавітація.

Теоретичне дослідження кавітаційних ефектів в насосах установки довело, що величини теплофізичних та динамічних параметрів гідродинамічної кавітації відповідають тим, що за літературними даними обумовлюють суттєвий вплив на біологічні структури [1]. Стосовно впливу кавітаційних явищ на білки молока можна виділити два аспекти: 1) прямий вплив динамічного та термічного навантаження на білкові структури; 2) вплив на дисперсійне середовище – воду, що також обумовлює стан колоїдної системи. Це підтверджується проведеними дослідженнями білкового складу білків молока при ТГО і в контрольному зразку.

Результати досліджень представлено на рис.1. При кожній з обробок зміни мають свої особливості. Так, при ТГО відбувається зменшення фракцій білків молока з високою молекулярною масою (більше 100 кДа) з 17 до 14 %. В контролі зміни мають протилежний характер. Отже при термогідродинамічному впливі в білках проходить дезагрегація білкових комплексів (міцел), що при певних умовах впливає на зміни термостійкості молока.

Слід зауважити, що зменшення вмісту міцел з високою молекулярною масою відбувається на етапах, де діють кавітаційні механізми (рис.ба, етапи 2, 4). Термічний вплив в пастеризаційній установці навпаки сприяє агрегації білкових молекул, що характерно як для контрольної обробки, так і для ТГО.

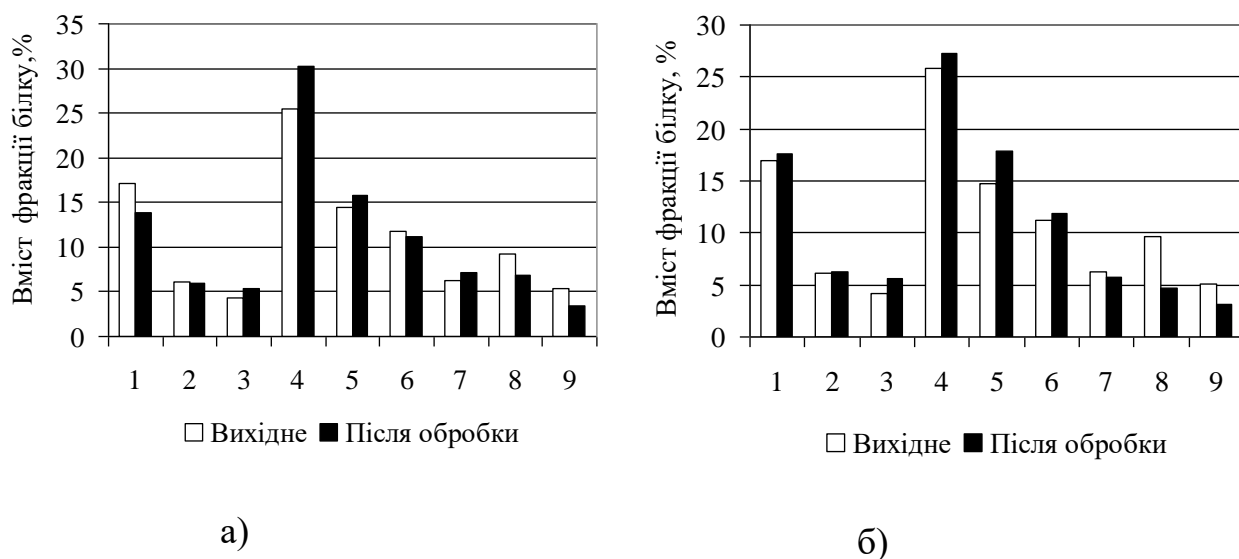


Рис.1. Зміна фракційного складу білків молока до і після обробки: а) ТГО; б) контроль (1 – 100кДа та більше, 2 – 77...72 кДа, 3 – 62...66 кДа, 4 – 31...53кДа, 5- α_s -казеїн, β - казеїн, κ - казеїн, α -лактольбумін).

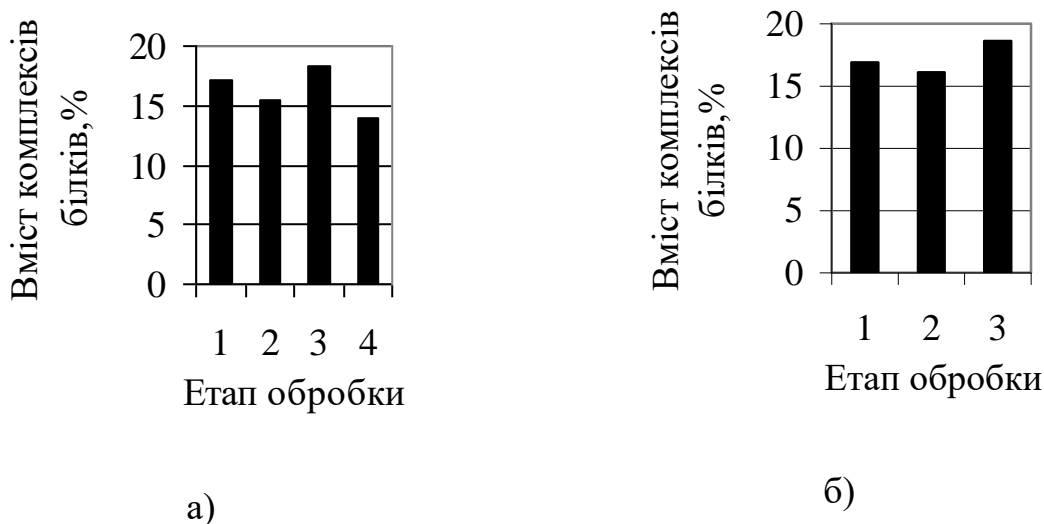


Рис.2. Зміна комплексів білків з молекулярною масою вище 100 кДа на етапах а) ТГО: 1 – вихідне молоко; 2 – після конденсаційних камер; 3 – після пастеризації; 4 – на виході з установки; б) контроль: 1 – вихідне молоко; 2 – після клапанної гомогенізації; 3 – після пастеризації.

Отже, проведені дослідження довели, що кавітаційні ефекти мають вплив на фракційний склад білків молока та обумовлюють показник термостійкості, що є одною з головних ознак якості продукту.

ПОСИЛАННЯ

1. Аналитическое исследование кавитации в рабочем колесе центробежных насосов / Г.К. Иваницкий, А.Е. Недбайло // Промышленная теплотехника. — 2012. — Т. 34, № 2. — С. 40-47

УДК 662.61, 662.66, 532.528.

ПЕРСПЕКТИВА ГОТУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА ПУЛЬСАЦІЙНИМ КАВІТАЦІЙНИМ ДИСПЕРГАТОРОМ

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

¹Інститут технічної теплофізики НАН України

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

АНОТАЦІЯ. Проведено огляд методів виробництва водовугільного палива (ВВП). Відзначено тенденцію виробництва водовугільних суспензій з використанням кавітаційних методів. Розглянуто існуючі типи кавітаційних пристроїв, які застосовуються для створення дрібно дисперсних ВВС, відзначено переваги та недоліки таких апаратів. Запропоновано принципово новий тип кавітаційного реактора для виготовлення ВВП – двомембранного гідродинамічного пульсаційного диспергатора, оснащеного соплом Вентурі, що дозволяє досягти високого рівня кавітаційних ефектів при обробці ВВС.

Ключові слова: гідродинамічна кавітація, пульсаційний диспергатор, водовугільне паливо.

APPLICATION OF A PULSATING CAVITATION DISPERSOR FOR PREPARATION OF COAL WATER FUEL

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

¹Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

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

ABSTRACT: *An overview of the production methods of coal-water fuel (CWF) was carried out. The trend of production of water-coal suspensions using cavitation methods was noted. The existing types of cavitation devices, which are used for the creation of finely dispersed CWF, were considered, and the advantages and disadvantages of such devices were noted. A fundamentally new type of cavitation reactor for the production of CWF was proposed - a double-membrane hydrodynamic pulsation disperser equipped with a Venturi nozzle, that allows achieving the high level of cavitation effects during the processing of CWF.*

Key words: *hydrodynamic cavitation, coal-water fuel, pulsating disperser.*

В останні роки спостерігається тенденція до застосування кавітаційних методів при виробництві дрібнодисперсного ВВП на вторинній стадії мокрого розмелювання замість традиційного механічного диспергування за допомогою кульових чи вібраційних млинів. Це пов'язано з можливістю зменшення енергетичних витрат і спрямованого впливу на якість кінцевого продукту.

Кавітаційна обробка сприяє деструкції вугілля, яке розпадається на окремі органічні складові, утворення частинок з активною поверхнею розміром 5...10 мкм і великої кількості вільних органічних радикалів. При кавітаційному впливі вода також зазнає змін – у ній утворюються, зокрема, атомарний водень і перекис водню. Гідродинамічна кавітаційна обробка на стадії підготовки ВВП не лише механічно руйнує вугілля, а й змінює хімічний склад поверхневих шарів вугільних частинок за рахунок реакції окислення-гідролізу у воді. Це спричиняє зниження в'язкості та підвищення стабільності готової паливної суспензії, призводить до зміни динаміки її горіння та додаткового зниження викидів (NO_x в 1,6 разів, CO_2 в 1,3 рази). Кавітаційний спосіб отримання ВВП покращує реологічні та седиментаційні

властивості цільового палива, знижує шкідливі викиди при горінні, впливає на параметри горіння. Застосування гідродинамічного генератора для мокрого розмелювання вугілля дозволяє підвищити дисперсність і забезпечити гомогенність ВВП, збільшити його хімічну активність, що в результаті дало можливість отримати високо-реактивне ВВП з концентрацією вугілля близько 60–70%.

Як кавітаційні реактори для диспергування частинок суспензії при мокрому розмелюванні застосовуються кавітаційний роторно-імпульсний апарат (PIA-20) [1], роторний гідродинамічний генератор кавітації [2], гідродинамічний кавітаційний міксер в режимі суперкавітації з високою кутовою швидкістю (10000 об/хв) [3]. Однак, поряд з високою ефективністю апаратів даного типу їм притаманні певні недоліки, які полягають в тому, що, по-перше, обробка високов'язких суспензій супроводжується великою витратою енергії, нагріванням, високим абразивним зношуванням рухомих поверхонь і, по-друге, через сильну механічну дію відбувається неконтрольоване надмірне подрібнення частинок суспензії.

На основі аналізу існуючих кавітаційних технологій створення ВВП нами запропоновано принципово новий кавітаційний пульсаційний реактор для проведення операції мокрого розмелювання на другій стадії готування дрібнодисперсного ВВП, в якому в певній мірі відсутні зазначені вище негативні фактори, властиві роторно-імпульсним апаратам, які застосовуються зараз в цих технологіях. Новизна конструкції у порівнянні з традиційними пульсаційними апаратами полягає в тому, що в каналі рідинного тракту розташоване сопло Вентурі заданої геометрії.

Дослідження проводили з метою експериментальної перевірки та обґрунтування принципової можливості застосування кавітаційного пульсаційного диспергатора для готування дрібнодисперсних ВВП. В задачі

дослідження не входило визначення оптимальних режимів створення ВВП за критеріями дисперсності, в'язкості та седиментаційної стабільності без застосування будь-яких хімічних реагентів-пластифікаторів.

Запропонована кавітаційна гідродинамічна технологія створення дрібнодисперсної ВВП дозволяє суттєво інтенсифікувати процес виробництва, знизити енергозатрати і забезпечити якість продукту, що відповідає вимогам теплоенергетичних підприємств. Попри те, що дана технологія знаходиться на початковому етапі розробки, лабораторні дослідження показали її перспективність. Використовуючи механізми гідродинамічної кавітації, можливо отримати достатньо рівномірний розподіл частинок вугілля за розмірами, що відповідає нормативним вимогам підприємств теплоенергетики, впливати на реологічні та структурно-механічні властивості суспензії. Також, особливе місце займає вплив кавітації на дисперсійне середовище, що може суттєво або зовсім скоротити необхідність додавання поверхнево-активних домішок до суспензії, та обумовлює якість і собівартість продукту. Такий ефект в комплексі з отриманням необхідної дисперсності частинок забезпечують седиментаційну стійкість ВВП, яка зберігається протягом 5-6 діб без застосування хімічних домішок. Підтримання седиментаційної стійкості суспензії протягом більш тривалого часу можливе також з застосуванням хімічних домішок або періодичною коротко тривалою рециркуляцією ВВП з інтервалом 2-3 доби.

Література:

1. Морозов А.Г., Коренюгина Н.В. Гидроударные технологии для получения водоугольного топлива. Новости теплоснабжения. 2010. №7. С. 18–21

2. Stebeleva O.P., Kashkina L.V., Minakov A.V., Vshivkova O.A. Impact of Hydrodynamic cavitation on the properties of coal-water fuel: An experimental study. ACS Omega 2022, 7 (42). 37369–37378. DOI: 10.1021/acsomega.2c03979

3. Алексеенко С.В., Мальцев Л.И., Кравченко И.В., А.А. Дектерев А.А., Кузнецов В.А. Обзор работ по приготовлению водоугольного топлива и его сжиганию в котлах // Горение и плазмохимия 19 (2021) 265-277. DOI: 10.18321/срс464

UDC 628.5

**MODERNIZATION OF THE RECTIFICATION COLUMN OF THE
WATER - ACETIC ACID PRODUCTION INSTALLATION**

student A.Yu. Stasyuk, Ph.D., Assoc. A.R. Stepaniuk,

Ph.D., Assoc. Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

"Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT. Given the purpose of acetic acid, the technical process of producing acetic acid is described, the description of the rectification column, which needs to be modernized, is made, the advantages and disadvantages of the rectification column are formulated.

KEYWORDS: MODERNIZATION, RECTIFICATION COLUMN, ACETIC ACID.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ УСТАНОВКИ
ВИРОБНИЦТВА ВОДА - ОЦТОВА КИСЛОТА**

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

к.т.н., доц. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ. Наведено призначення оцтової кислоти, описано технічний процес вироблення оцтової кислоти, виконано опис ректифікаційної колони, який необхідно модернізувати, сформульовано переваги і недоліки роботи ректифікаційної колони.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДЕРНІЗАЦІЯ, РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА, ОЦТОВА КИСЛОТА.

Acetic acid (CH_3COOH) is an organic compound, a monobasic carboxylic acid with the composition CH_3COOH , a colorless liquid with a characteristic

pungent odor (boiling point 118.1 °C; density - 1.052 g/cm³). It is easily mixed with water, ether and alcohol, dissolves sulfur, phosphorus and hydrogen halides well. Anhydrous acetic acid) has a freezing point of 16.6 °C and is a good solvent for many organic substances. It is a fairly stable compound: its vapors do not decompose when heated to 400 °C (and even a little higher); the heat of combustion is 3490 kcal/mol [1, 2].

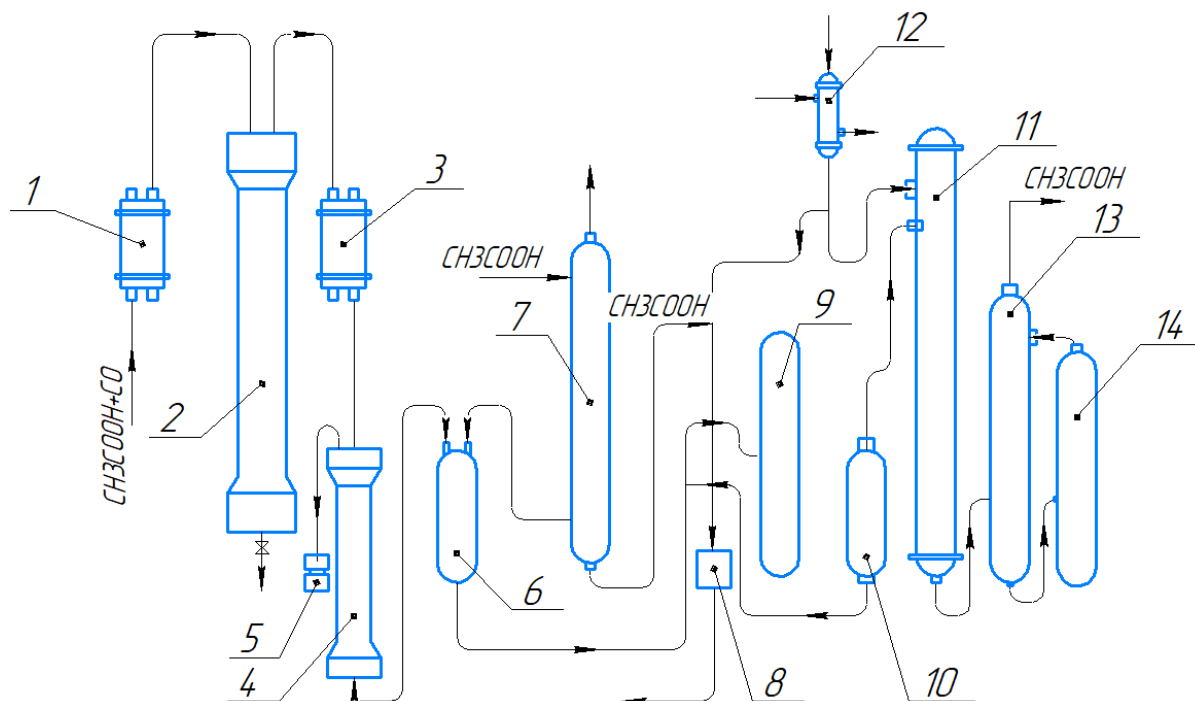
Acetic acid is used in various fields of industry and life due to its chemical properties, it is a precursor for the production of other chemical compounds, such as acetone, ethyl acetate, acetaldehyde, polyvinyl acetate and many others.

To increase the efficiency of rectification, several columns connected together are used. This allows you to separate acetic acid into several fractions with different concentrations.

Description of the technological scheme of the production installation acetic acid shown in Figure 1 [1].

Reactor 2 is fed heated methanol and carbon monoxide. In high-pressure separator 4, products are separated: unreacted gas is returned to reactor 2, and liquid products are throttled and sent to low-pressure separator 6; during pressure reduction, dissolved gases containing methyl iodide vapors are released from the liquid. In column 9, liquid products are separated: methanol is returned to the production cycle, and acetic acid is purified by heteroazeotropic rectification. The catalyst solution (cobalt carbonyl hydride and iodine) is isolated from distillation cube 10. The catalytic activity of the solution is completely preserved, and it is returned to apparatus 2. Due to strong corrosion, high-quality steel with Ni, Mo and Cr additives is used for the manufacture of apparatus and pipelines. Reactor 2, where heated methanol and carbon monoxide are fed, undergoes a carbonylation reaction of methanol with the formation of acetic acid and methyl iodide. In high-pressure separator 4, unreacted gases are returned to reactor 2, and liquid products are throttled and sent to low-pressure separator 6. In the low-pressure separator 6,

gases containing methyl iodide vapors are released from the liquid during pressure reduction.



1 - heater of the initial mixture; 2 - reaction column; 3 - refrigerator; 4 - high pressure separator; 5 - circulation compressor; 6 - low pressure separator; 7 - a column for washing waste gases; 8 - collection; 9 - a column for removing volatile substances; 10 - distillation cube; 11 - acid drying column; 12 - dephlegmator; 13 - a column for extracting pure acetic acid;
14 - column for separation of heavy residue.

Figure 1 – Technological scheme of the production facility for acetic acid

Methyl iodide vapors are washed in column 7 with methanol. Gases purified from methyl iodide (CO , CO_2 , CH_4) are sent to incineration. In column 9, liquid products are separated: methanol is returned to the production cycle, and acetic acid is purified by heteroazeotropic rectification. The catalyst solution (cobalt carbonyl hydride and iodine) is isolated in the distillation cube 10. The catalyst is returned to the apparatus 2.

In the technological scheme of the synthesis of acetic acid, rectification is carried out in column 9. In this column, acetic acid is purified from methanol and methyl iodide. Acetic acid has a much lower boiling point than other components of the mixture formed in the reactor. Therefore, in the rectification column, acetic acid evaporates at the top of the column with a concentration of 99.5-99.9% and is sent for further processing, while the other components - methanol and methyl iodide - remain in the liquid phase and flow out from the bottom of the column. As a result of this process, the liquid mixture is separated into a pure distillate (rectified) and a cubic residue, which contains a high-boiling component.

Rectification is the process of separating a homogeneous liquid mixture into constituent substances by countercurrent two-way heat-mass exchange between non-equilibrium flows of vapor and liquid phases. The rectification process is based on the difference in the volatility of the components of the mixture, that is, on the difference in the boiling points of the components at the same pressure.

Rectification takes place in a rectification column, which consists of several plates located one above the other. The plates ensure the contact of steam and liquid, as a result of which the mixture is separated into components [3. 4].

Advantages and disadvantages of the selected design of the rectification column

Advantages of the selected design

- The high purity of acetic acid is 99.5-99.9%.
- High productivity.

Disadvantages of the selected design

- Significant energy consumption of the process

References

1. Yukelson I.I. Technology of basic organic synthesis. - M., "Khimiya", 1968. - 605 pages.

2. Ioffe I.L. Designing processes and devices of chemical technology: Textbook for technical schools. - L.: Chemistry, 1991. - 254 pages.

3. Basic processes and devices of chemical technology: Design guide / Under the editorship. Yu.I. Ditnersky. Kind. 2nd, revision. and additional Moscow: Chemistry, 1991. – 494 pages.

4. A.I. Volzhynskiy, V.A. Konstantinov. Rectification packing columns (part 1): Training manual — St. Petersburg: St. Petersburg Technical University (TU), 2003. – 27 pages.

UDC 622.22

DRILLING OIL AND GAS WELLS

student of G. A. Stepura, Ph.D., Assoc. A.R. Stepaniuk

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ABSTRACT: Given principles of well drilling for oil and gas production.

KEYWORDS: DRILLING, DRILLING, EXTRACTION, OIL, GAS.

БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

студент Г. А. Степура, к.т.н., доц. А.Р. Степанюк

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ. Наведено принципи буріння свердловини для добування нафти і газу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: БУРІННЯ, СВЕРДЛОВА, ДОБУВАННЯ, НАФТА, ГАЗ.

Drilling (English drilling, boring; German Bohren, Bohrarbeit) - the creation of a drilling rig wells. The main method of drilling is mechanical, hydraulic, thermal and other methods are used less often. Drilling is used to search for minerals, extract oil, gas, water, etc brine, building mines etc. When drilling rocks is destroyed on the entire area slaughter or only along the ring (column drilling). The depth of drilling is determined by its purpose — a few meters — a hole, hundreds

and thousands of meters - a well. Drilling of deep wells is carried out by drilling rigs, drilling machines, holes - by hammer drills. Technical means of drilling also includedrilling pumporcompressorfor supplying drilling fluid or gas,drill pipes, a drilling tower with a melt system,anti-throwing equipment,control and measuring equipment. During mechanical drilling, the drilling tool (drillingchisel,drill bit, drill expander) acts on the rock, destroying it. When drilling explosive wells in quartz rocks, thermal drilling (with a flame jet) is used [1].

Since the appearance of the first wells for oil production in the middle of the 19th century in the USA, the technology of such work has undergone a number of changes and modernizations. The modern drilling process owes its discovery principle to the German engineer Eihausen and his followers. They were the first to introduce the idea of a free-falling drill followed by flushing the well with water[2]. In the first half of the 20th century, the method of inclined directional drilling was patented in the USSR. This event marked the beginning of the era of deep sea oil production. Today, there are several features by which the drilling of gas wells and oil wells is classified. Depending on the depth of the deposit, works are divided into the following types[2]:

- not deep - up to 1500 m,
- medium depth - up to 4500 m,
- deep - up to 6000 m,
- ultra-deep - a well over 6,000 m.

According to reserves, oil fields are divided into

- supergiant (over 500 million tons of oil);
- gigantic (from 100 to 500 million tons);
- large (from 30 to 100 million tons);
- medium (from 10 to 30 million tons);
- small (less than 10 million tons);

– non-industrial (less than 1 million tons).

By the number of deposits

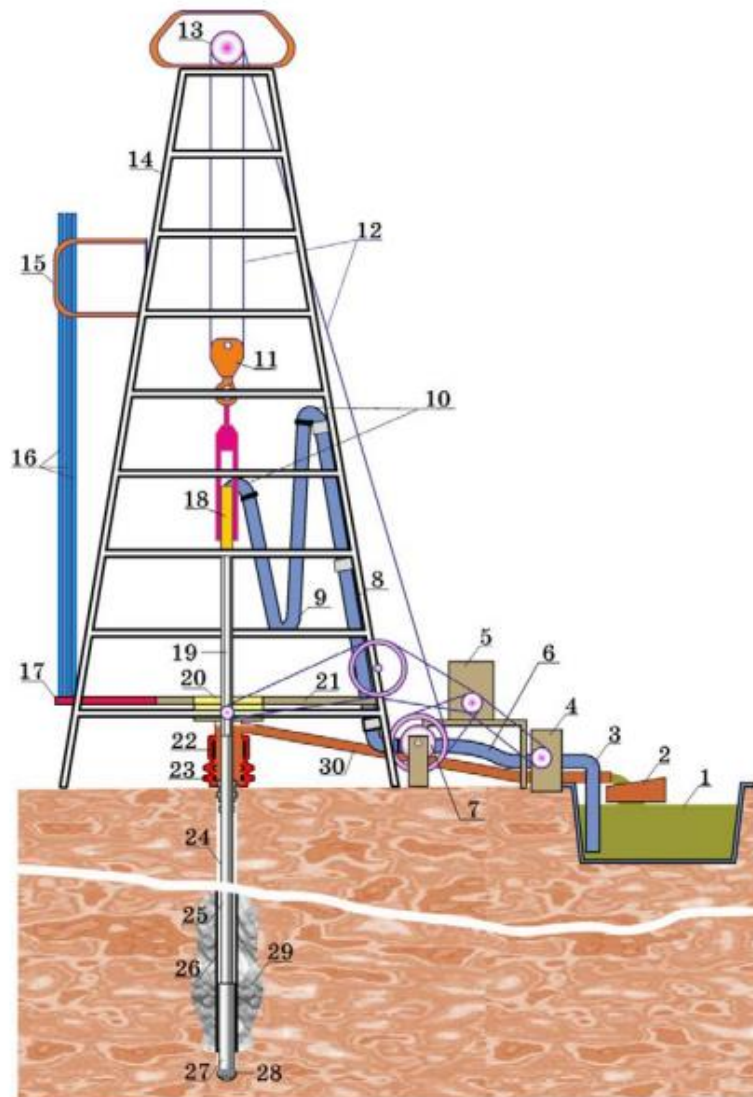
– single layer

– multi-layered

When drilling production wells for oil and gas extraction, core selection is no longer necessary, which allows drilling operations to be carried out with a continuous face, and the tip of the drill string is not a crown, but a bit. This method of drilling is much faster than column drilling. The speed of drilling a well with a solid face can reach several hundreds of meters per day [3].

The diagram of the drilling rig is shown in Figure 1 [4].

After the well reaches the design bottom depth, the wellbore is thoroughly washed for final cleaning of the drilling fluid, after which well geophysical studies are carried out (logging). The purpose of logging is to make sure that the actual cut of the well corresponds to geological and technical conditions, and if there are discrepancies, specify the depth of the borders of oil and gas-bearing horizons. After clarifying the geological picture along the borehole, the turn of casing works begins - lowering the column of pipes into the well, which strengthens the walls of the well. In the interval of the target productive layer, the casing column is equipped with a filtration part for the movement of extracted hydrocarbons through it [3].



- 1 – reservoir with drilling fluid, 2 – vibrating screen, 3 – suction pipe, 4 – drilling pump, 5 – engine, 6 – pipe for drilling fluid, 7 – drilling winch, 8 – guide pipe, 9 – guide pipe hose, 10 – pipe elbow, 11 – thermal block, 12 – thermal rope, 13 — crown block, 14 — drilling tower, 15 - worker's balcony, 16 - candles, 17 - drilling rig table, 18 - swivel, 19 - drive pipe, 20 - drilling rotor, 21 - rig floor, 22 - preventer, 23 - anti-spill devices, 24, 25, 26 - conductor, drilling, casing string, 27 - drill pipe head, 28 - bit, 29 - cement, 30 - drilling fluid discharge line

Figure 1 - Scheme of the drilling rig

The drilling rig consists of a tower (14), from the top of the tower there is a hoist (7) that raises or lowers the drill string. The drill string can be of different lengths. A swivel (18) is attached to the melt block. The column consists of parts of pipes, at each end of which a thread is installed. Below is a drill, working under its own weight. To remove the drilling residue, drilling mud is fed through the drill string, which is discharged through the holes into the sump. The density of the drilling mud is greater than the density of the rock, for efficient removal of combustion products. The main components of the drilling mud are water with impurities of reagents and clay. Drilling fluid is discharged through the wellhead and stored in a sump (1) for reuse, it is cleaned and fed again. The drill string works due to the V-belt transmission, which is driven by the engine. During drilling, in order to prevent the rock from falling on the walls, the walls of the well are covered with cement. At the end of the drill pipe there is a drill bit, which ensures the destruction of the rock in the well.

References

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F>from 23.10.2023
2. <https://geoburproekt.com/poslugi/burinnya-naftovih-sverdlovin/> from 23.10.2023
3. <https://geotop.kiev.ua/burenie-skvazhin-na-gaz-ua.php> from 23.10.2023
4. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_Rig_NT8.jpgfrom 23.10.2023

УДК 065.143.

INSTALLATION OF AIR PURIFICATION FROM AMMONIA

Student Postovyi D. V., Associate professor, PhD Haidai S. S.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT: *This work discusses the technological scheme of a setup designed to purify synthesis gas from ammonia.*

Keywords: *synthesis gas, ammonia, purification, mass transfer, absorber, desorber.*

УСТАНОВКА ОЧИЩЕННЯ СИНТЕЗ-ГАЗУ ВІД АМІАКУ

Студент Постовий Д. В., доцент, к.т.н. Гайдай С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНОТАЦІЯ: *Розглянуто та зроблено опис технологічної схеми установки для очищення синтез-газу від аміаку.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *синтез газу, аміак, очищення, масообмін, абсорбер, десорбер.*

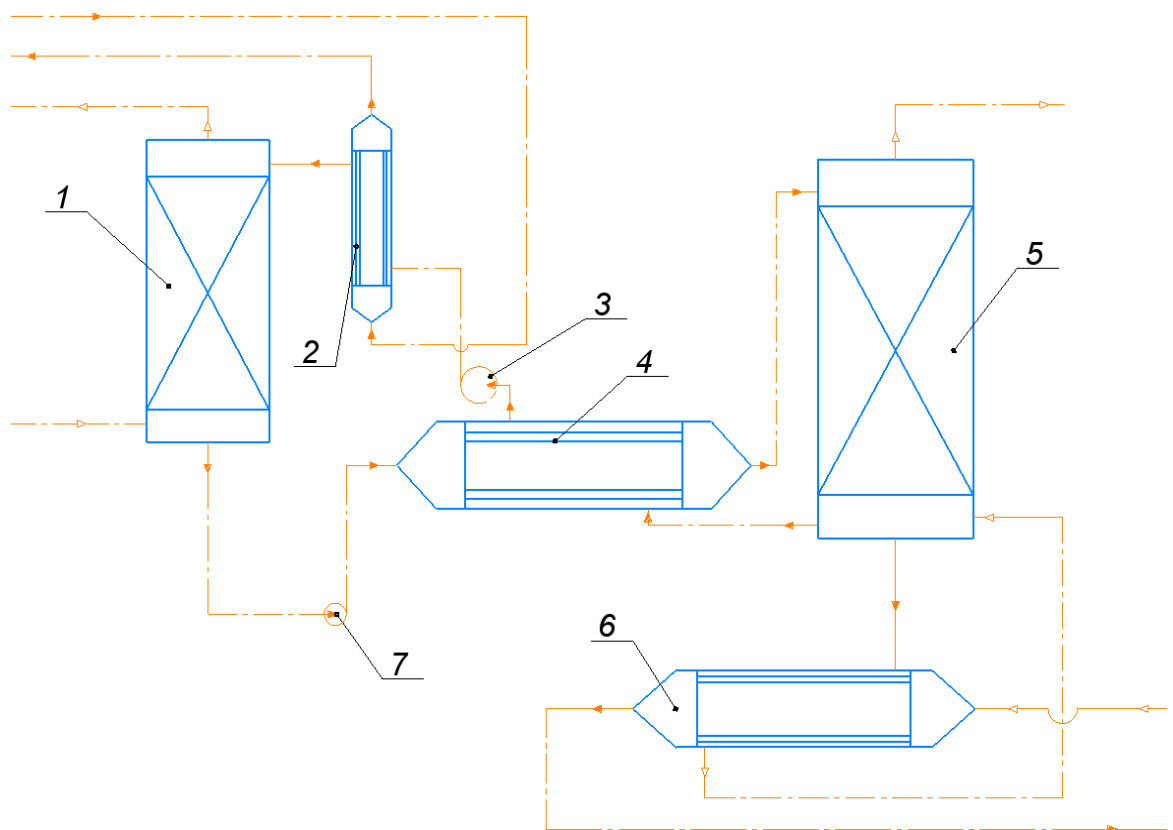
Against the backdrop of industrial development and the deepening of productive installations, the importance of heat and mass transfer processes is increasing, as this determines the rational use of energy and resources. The intensification of technological processes and the rational use of raw materials are extremely important for industry.

In the chemical industry, the process of absorption has become widespread, used to extract valuable components from gas mixtures and purify them from impurities of other substances. Absorption is a key stage in many productions, including the sanitary purification of gases from harmful impurities that are emitted into the atmosphere.

Modern technology and technology cannot yet completely prevent the emission of toxic substances into the atmosphere. Therefore, at present, gas cleaning facilities are the main means of protection. The main task of gas cleaning is to reduce the concentration of harmful substances in industrial emissions to permissible norms.

Methods of gas cleaning are determined by the physicochemical properties of substances, their composition, aggregate state, dispersion, and other parameters. The variety of harmful substances in emissions determines the multifaceted methods of cleaning and the use of reagents to achieve the necessary results. Cleaning gases from gaseous and vapor-like substances is key for chemical enterprises.

In the field of chemical industry, one of the most used technological schemes is circular. The technological scheme for cleaning synthesis gas from ammonia is shown on Figure.



1 – absorber; 2 – refrigerator; 3, 7 – pump; 4 – heater;
5 – desorber; 6 – boiler.

Figure 1 – Technological scheme of the installation for synthesis gas purification

The gas mixture is sent for cleaning from ammonia to absorber 1 through a gas distribution device in the lower part of the column. The absorbent (water) is supplied to the upper part of the column, where it is evenly distributed over the surface of the packing and flows down in a thin film in contact with the gas mixture. Gas cleaned from ammonia after absorption leaves the column. The liquid absorbent, saturated with ammonia, is sent for regeneration to desorber 5 with preliminary heating in heater 4, and then - to the boiler 6 for further cleaning of the absorbent.

The liquid phase after desorber 5 gives off heat in heater 4, after which it is pumped to additional cooling in refrigerator 2 and again sent to absorber 1 as an absorbent. The expelled ammonia, which comes out of desorber 5, contains water

vapors, which in the appropriate amount are returned to the production cycle for further cleaning.

In the presented technological scheme, direct cleaning of synthesis gas is important, which makes the absorber one of the key elements in the mentioned process. Therefore, the actual direction for diploma design is the modernization and design of an absorber for cleaning synthesis gas from ammonia.

REFERENCES:

1. Врагов А. П. Массообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв. Навчальний посібник. – 2007.
2. Чуб І. М. Масообмінні процеси водопідготовки. Навчальний посібник. – 2020.

УДК 065.143.

TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE SULFUR PRODUCTION FACILITY

Student Karpenko O. V., Associate professor, PhD Haidai S. S.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***ABSTRACT:** The description of the technological scheme of sulfur production was considered and developed*

KEY WORDS: SULFUR, MODERNIZATION, MASS TRANSFER, ABSORBER, PRODUCTION

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА СІРКИ

Студент Карпенко О. В., доцент, к.т.н. Гайдай С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

***АНОТАЦІЯ:** Розглянуто та зроблено опис технологічної схеми виробництва сірки*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СІРКА, МОДЕРНІЗАЦІЯ, МАСООБМІН, АБСОРБЕР, ВИРОБНИЦТВО.

Chemical technology is one of the most important branches of industry, which provides raw materials and finished products to almost all sectors of the economy. Despite the extremely wide range of products, most technological lines include a limited number of typical equipment that can be arranged in a variety of ways. The production of almost all chemical products is related to heat and mass transfer processes, which are studied in this discipline in the most detail. An important feature of many production lines in the chemical industry is the use of a large number of substances in liquid and gaseous state. Absorption has become widespread in the chemical industry. Absorption processes are used mainly to extract valuable components from gas mixtures or to purify these mixtures from harmful impurities. Absorption processes are the main technological stage of a number of the most important industries. In addition, absorption processes are the main processes in the sanitary purification of gases from harmful impurities that are released into the atmosphere.

Today is impossible without the production of substances for production in industry, one of such substances is sulfur. The importance of sulfuric acid is very great: it is used in the production of mineral fertilizers, hydrochloric acid, dyes, artificial fiber, explosives, refining of petroleum products; in the metal, food, pulp and paper, textile, leather industries, etc. The main raw materials for the sulfuric acid industry are sulfur pyres, natural sulfur, sulfur compounds contained in industrial and associated gases. Since transporting acid over long distances is unprofitable, its production is located in the areas of its consumption (especially in the areas of mineral fertilizer production) and sulfur production. Sulfur is used mainly in the chemical industry for the production of sulfuric acid, synthetic fiber, sulfur dyes, gunpowder, in the rubber industry, as well as in agriculture, pharmaceuticals, etc. Sulfuric acid is a chemical compound of sulfuric anhydride

with water. Its chemical formula is H_2SO_4 , molecular weight is 98.08 g/mol. Anhydrous sulfuric acid in its appearance is a colorless transparent oily liquid, the density at a temperature of 20°C is 1830.5 kg/m³.

The crystallization temperature of anhydrous sulfuric acid is 10.45°C. At a temperature of 296.2°C, anhydrous sulfuric acid begins to boil with decomposition to form a mixture containing 98.3% H_2SO_4 and 1.7% water. The boiling point of such a mixture is 336.5°C. Sulfuric acid mixes with water in all ratios, forming solutions of various concentrations and under certain conditions is capable of dissolving an unlimited amount of sulfur trioxide.

The dissolution of acid in water, and vice versa - water in acid, occurs with a large release of heat. All the properties of sulfuric acid depend on the concentration of SO_3 : density, boiling and crystallization temperature, elasticity and composition of vapors, viscosity, specific heat capacity and electrical conductivity, corrosiveness, etc. Commercial grades of sulfuric acid are solutions of sulfuric acid in water. Sulfuric acid has high chemical activity, belongs to strong electrolytes, directly reacts with metals and ammonia, forming salts, when exposed to salts, it also displaces strong, but non-volatile acids. Sulfuric acid combines well with water and acts as a catalyst in a number of processes.

The technological scheme of sulfur production is shown on Figure 1.

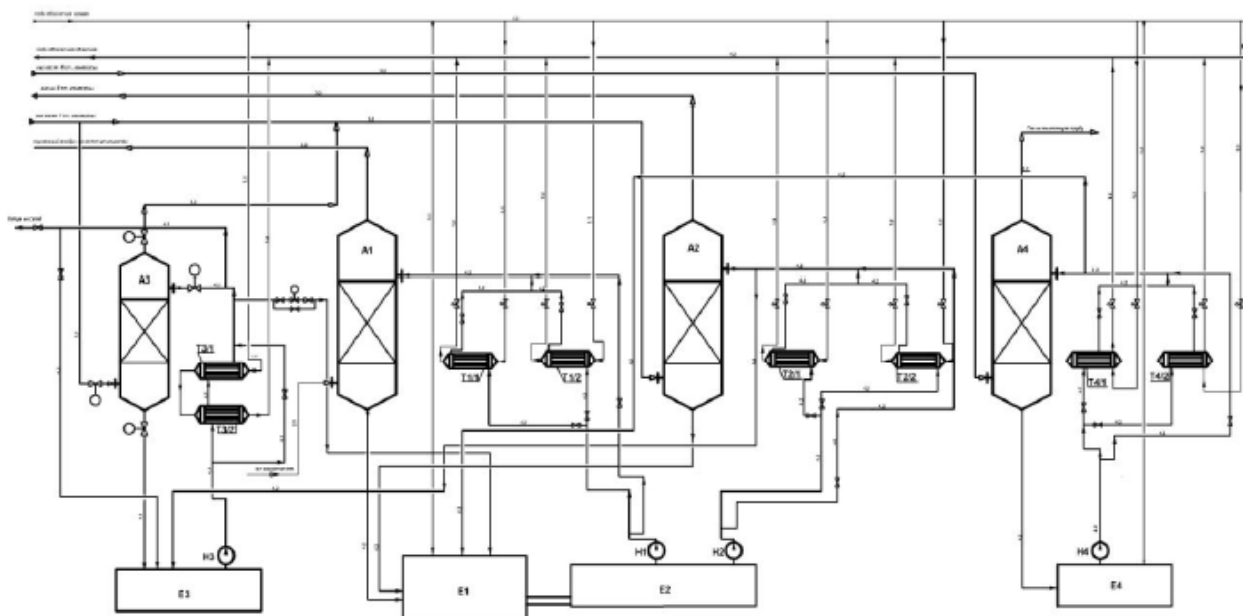


Figure 1. Technological diagram of sulfur production

The principle of operation of this installation is as follows. The drying tower (item A1) is irrigated with 98.5% sulfuric acid. Atmospheric air is supplied to the drying tower by the existing supercharger. Atmospheric air is dried to 0.01% moisture in the tower. Next, the dried air goes sequentially to the furnace compartment for burning sulfur, to the contact compartment for mixing with gas for the purpose of cooling it, and to the start-up heater during the start-up period.

Next, the original acid enters the collector-mixer (pos. E1). Since the drying tower operates under pressure, a partition is installed in the mixer manifold, which provides the necessary water seal. Acid from monohydrate absorber I (item A2), excess 98.5% sulfuric acid from the cycle of monohydrate absorber II (item A4) and water to maintain the acid concentration up to 98.5% H₂SO₄ are also supplied to the collector-mixer.

All the acid flows into the combined sump (item E2), in which two submersible acid pumps are installed. The pump (item H1) is intended for

supplying sulfuric acid for irrigation of the drying tower. The acid supplied for irrigation is cooled by return water in two shell-and-tube coolers (pos. T1/1,2) connected in parallel according to the direct flow scheme of the medium movement.

After the third layer of the contact apparatus, the gas is sent to intermediate absorption. The first stage of absorption consists of an oleum absorber (item A3) and monohydrate I (item A2). The oleum absorber is included in the shunt to the monohydrate absorber I. Before the oleum and monohydrate I absorbers, as well as after the oleum absorber, gas ducts are lined. The cycle of an oleum absorber includes an oleum absorber (pos. A3), a circulation collector (pos. E3), two shell-and-tube coolers (pos. T3/1,2) with a serial connection according to the countercurrent flow scheme of the media. The oleum absorber is irrigated with 20% oleum at a temperature of 55°C. The temperature of the original oleum is 73°C.

As a result of SO₃ absorption, the concentration of irrigated oleum is fixed to 21.5% SO₃. Dilution of oleum to a concentration of 20% SO₃ is carried out with 98.5% sulfuric acid from the cycle of monohydrate absorber I. The temperature of oleum, which is formed in the collector as a result of mixing, reaches 70°C.

Oleum is supplied for cooling from the collector with the help of a submersible pump (pos. H3) to two serially connected shell-and-tube coolers (pos. T3/1,2). Monohydrate absorber I is irrigated with 98.5% sulfuric acid from the combined collection (item E2). SO₃ is absorbed from the gas in the absorber. Cooling of the acid of the cycle of monohydrate absorber I is carried out in two shell-and-tube refrigerators (pos. T2/1,2), connected in parallel according to the

direct flow scheme of the movement of media. After the refrigerators (item T2/1,2), the cooled sulfuric acid enters the irrigation of the first monohydrate absorber.

After the II stage of conversion, the gas enters the monohydrate absorber II (pos. A4). After the absorber, the exhaust gas is sent to the exhaust pipe. After monohydrate absorber II, sulfuric acid enters the collector (pos. E4), where it is diluted with water to a concentration of 98.5% H₂SO₄. Sulfuric acid is sent from the collector to two shell-and-tube refrigerators (item T4/1,2) for cooling with the help of a submersible acid pump (item H4). The connection of refrigerators is parallel to the countercurrent scheme of the movement of media. After the II stage of conversion, the gas enters the monohydrate absorber II (pos. A4). After the absorber, the exhaust gas is sent to the exhaust pipe. After monohydrate absorber II, sulfuric acid enters the collector (pos. E4), where it is diluted with water to a concentration of 98.5% H₂SO₄. Sulfuric acid is sent from the collector to two shell-and-tube refrigerators (item T4/1,2) for cooling with the help of a submersible acid pump (item H4). The connection of refrigerators is parallel to the countercurrent scheme of the movement of media.

After the refrigerators (pos. T4/1,2), sulfuric acid enters for irrigation of the monohydrate absorber II (pos. A4). The excess of sulfuric acid is sent to the collector-mixer (pos. E2). The temperature of the acid for irrigation of the tower equipment is regulated by the bypass of a part of the acid flow past the coolers and the quality of the cooling medium B in all shell-and-tube coolers circulating water is used, which, in turn, is cooled in the cooling tower of the water circulation cycle.

The absorber is a very important device in chemical production. In industry, adsorption followed by desorption is widely used for the separation of

valuable components from gas mixtures, for the purification of process and combustible gases from harmful impurities, for sanitary purification of gases, etc. The absorber is a column in which the layers of nozzles are placed on the support grids. The liquid is supplied to the nozzle using a distribution device. Devices for redistribution of liquid are placed between the layers. The movement of liquid and gas is carried out according to the principle of counterflow.

REFERENCES:

1. Врагов А. П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв: навчальний посібник / А. П. Врагов. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 284 с.

2. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньої програми «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: для студ. денної, заочної та дистанційної форм навчання / В. І. Склабінський, Я. Е. Михайловський, Р. О. Острога, М. С. Скиданенко. – Суми: СумДУ, 2019. – 53с.

3. Товажнянський Л. Л. Процеси та апарати хімічної технології/ Л. Л. Товажнянський, А. Л. Готлінська, В. О. Нечипоренко. І. С. Чернишов // Харків, НТУ. – 2006. – Ч.1. – 540 С.

UDC 661.84

**ANALYSIS OF THE SCHEME OF THE PRODUCTION PLANT OF
AMMONIUM NITRATE BY THE EVAPORATIVE METHOD**

Student Komar S.A., Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

АНОТАЦІЯ: Розглянуто установку виробництва аміачної селітри безвипарним методом. Наведено технологічну схему та її опис.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АМІАЧНА СЕЛІТРА, АМІАК, ТЕПЛООБМІННИК, ТЕПЛООБМІН

ANNOTATION: The article deals with the ammonium nitrate production plant using the evaporative method. The technological scheme and its description are also given.

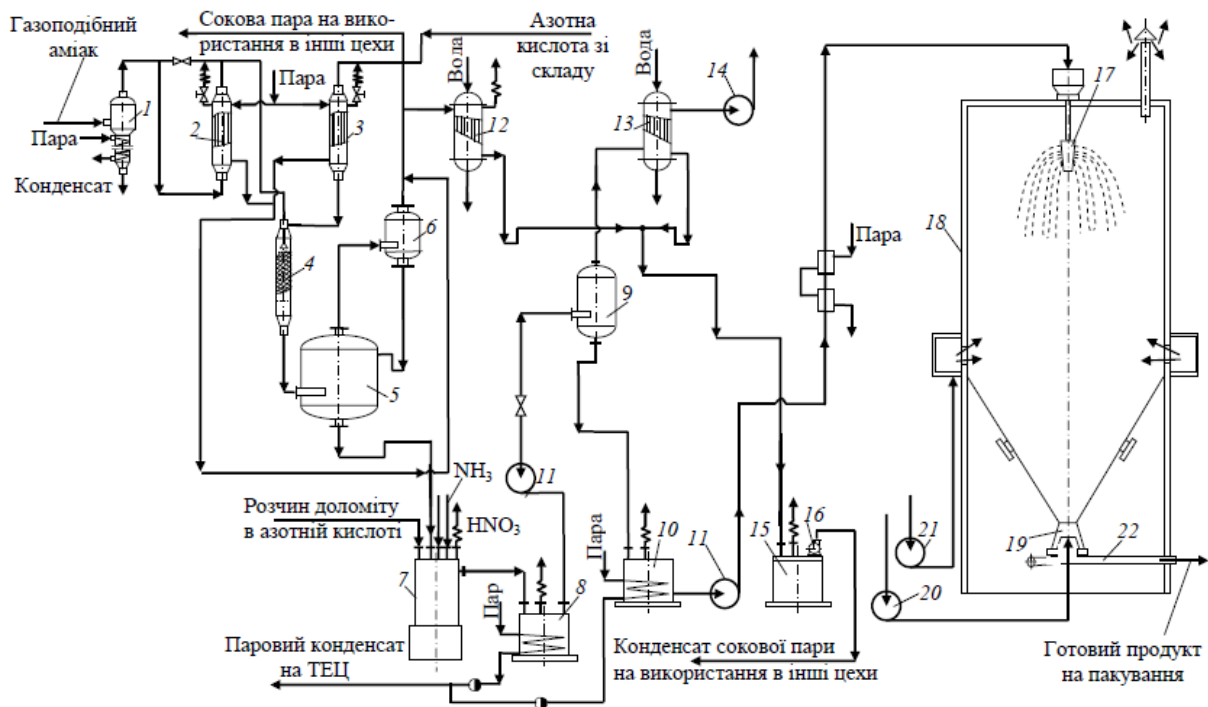
KEYWORDS: AMMONIUM NITRATE, AMMONIA, HEAT EXCHANGER, HEAT EXCHANGE

Ammonium nitrate is an important chemical produced in large quantities and used in various industries. Ammonium nitrate is an important source of nitrogen for plants and is used as a soil fertiliser in agriculture. It is also widely used in the production of pyrotechnic explosives and pyrotechnic products.

In agriculture, ammonium nitrate is used as a nitrogen fertiliser for plants. Ammonium nitrate contains nitrogen in a form that can be used by plants and promotes their growth and development. Ammonium nitrate is therefore an important ingredient for achieving high yields in agriculture.

In the pyrotechnic industry, ammonium nitrate is used to create a variety of pyrotechnic effects, such as fireworks and pyrotechnic shows. Ammonium nitrate adds brightness and colour to explosive mixtures, making them impressive and eye-catching.

A plant for the production of ammonium nitrate using the evaporative method is shown in Figure 1.



1 - ammonia evaporator; 2 - ammonia preheater; 3 - nitric acid preheater; 4 - neutraliser reactor; 5, 6 - separator; 7 - pre-neutraliser; 8 - collector; 9 - vacuum evaporator; 10 - float collector; 11 - centrifugal pump; 12, 13 - surface condensers of juice vapour; 14 - vacuum pump; 15 - collector of juice vapour condensate; 16 - submersible pump; 17 - granulator; 18 - granulation tower; 19 - apparatus for cooling granules in a fluidised bed; 20, 21 - fans; 22 - belt conveyor

Figure 1 - Scheme of ammonium nitrate production by the evaporative method

Ammonia from the evaporator and nitric acid with a concentration of 47-50% from the warehouse, heated in heat exchangers to a temperature of about 50

°C, are fed to a neutralisation reactor under an absolute pressure of 0.35-0.45 MPa, where ammonia reacts with an aqueous solution of nitric acid to form a 96.5% ammonium nitrate melt. The resulting vapour-liquid emulsion is fed to centrifugal separators, where the juice vapour is separated from the melt. At the same time, the concentration of the melt rises to 97.5 % NH_4NO_3 due to self-evaporation as a result of pressure reduction from 0.35 to 0.125 MPa.

Since the melt after the separator has a temperature of about 200 °C, the scheme provides for the use of physical heat of the ammonium nitrate melt in the vacuum evaporator. The melt from the separator is first sent to the pre-neutraliser, which is fed with dolomite or apatite concentrate decomposition products by nitric acid, which helps to produce non-caking ammonium nitrate. In addition, gaseous ammonia is fed to the de-neutraliser to neutralise excess acidity. The melt then flows into a collector, from which it is pumped into the vacuum evaporator. In the vacuum evaporator, the concentration of the melt is increased to 98.5 - 99 % due to self-evaporation as a result of pressure reduction from 0.1 to 0.0347 MPa, and the resulting juice vapour is fed to the surface juice vapour condenser for condensation.

The inert gases are sucked out of the juice vapour by a vacuum pump and discharged into the atmosphere. The ammonium nitrate slurry enters the slurry collector and is fed through a centrifugal pump to the granulator rotating at 400 rpm, spraying the slurry across the entire cross-section of the granulation tower. The resulting droplets of melt falling downward harden and turn into 1-3 mm pellets. The lower part of the tower is equipped with a device for cooling the pellets in a fluidised bed, which is formed using air supplied by fans. The cooled ammonium nitrate is then transferred to a conveyor belt, which transports it to the packaging facility. In this scheme, the ammonia preheater is essential to the process. Its importance is due to the fact that the temperature conditions affect the reaction rate of ammonia in the system. Typically, heating the reagents can

increase the speed of chemical reactions. The goal is to improve the heat exchanger in order to increase the performance of this unit.

List of references

1. Automation of typical technological processes: technological control objects and automation schemes. Kyiv: NTUU "KPI" VPI Polytechnic, 2008. 235 с.
2. Melnikov B. Production of ammonium nitrate and urea: a textbook. Dnipro: DVNZ UDHTU, 2017. 303 с.
3. Ammonium nitrate - production, use, storage. URL: <https://uagolos.com/amiachna-selitra-vyhotovlennia-zastosuvannia-zberihannia/>.

**ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІЙНОГО GSM-КОНТРОЛЕР ОКО-
PRO-X В СИСТЕМІ АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ
ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКУ МОБІЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО
АКУМУЛЯТОРА МТА-0,5МВт**

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

Інститут технічної теплофізики НАН України

Конструкцію дослідного зразка мобільного теплового акумулятора МТА-0,5МВт було розроблено в Інституті технічної теплофізики НАН України [1,2]. МТА-0,5МВт експлуатувався протягом трьох опалювальних періодів на території Інституту та у медико-реабілітаційному центрі МВС України «Кремінці» (с. Татарів Івано-Франківської області), де проходять реабілітацію бійці НГУ та МВС України. При застосуванні МТА-0,5МВт було продемонстровано високу ефективність і стабільність енергопостачання споживачу. У якості джерела живлення при експлуатації використовували твердопаливний котел 100 кВт та електричний котел потужністю 2 кВт. Конструкція дослідного зразка передбачає застосування будь-якого доступного місцевого виду палива або скидної теплоти промислових виробництв, ВДЕ, тощо. Мобільний тепловий акумулятор – це альтернативне рішення для комунальних/приватних споживачів, віддалених від централізованого теплопостачання або у випадках виникнення аварійних ситуацій за рахунок варіації широкого спектру джерел теплоти.

В Україні МТА має значні перспективи застосування, що дозволить підвищити ефективність і стабільність теплопостачання при надзвичайних ситуаціях, а також зменшить викиди теплоти у навколишнє середовище [3,4].

Для дистанційного моніторингу основних технологічних параметрів роботи МТА використано багатофункціональний GSM – контролер ОКО-PRO-X [5], який в режимі реального часу дозволяє отримувати характеристики роботи обладнання:

– температура теплоносія на вході і виході МТА-0,5МВт та по технологічній лінії дослідного зразка у визначених місцях;

- стан охоронної системи при відхиленні від маршруту дослідного зразка та при не санкціонованому доступі до секції ІТП;
- стан живлення дослідного зразка.



Рисунок 1 – Багатофункціональний GSM-контролер OKO-PRO-X

GSM – контролер OKO-PRO-X - це система з 16 програмованими входами/виходами, вибір призначення яких виконується через конфігуратор та має віддалені настройки, оновлення та моніторинг стану, а також голосове сповіщення і автоматичну перевірку балансу SIM-карти, що підвищують зручність, як настройки, так і користування системами.

У разі виникнення тривоги на об'єкті пристрій виконує послідовно тривожний дзвінок і/або SMS-оповіщення на телефони користувачів в залежності від налаштувань груп і повідомлень, в разі необхідності включає вихід «Сирена» на запрограмований час. При зникненні і відновленні живлення 220 В і при використанні резервного акумулятора відбувається SMS-оповіщення користувачів. За допомогою призначених для користувача виходів можна здійснювати дистанційне керування обігрівачем, насосом, роутером та іншим, використовуючи мобільний телефон (за допомогою тонових команд в режимі голосового з'єднання, SMS- команд або через мобільний додаток під «Android» або «iOS»).

Даний контролер, в разі необхідності, можна увімкнути на пульт централізованого спостереження по протоколу «TCP-SurGard» через GPRS. Контроль доступу здійснюється за допомогою магнітконтактного датчика СМК-1Е, контроль температури — цифровим датчиком температури типу DS18B21. Додатково можуть бути встановлені — датчик наявності напруги 220В, датчик руху інфрачервоного типу SWAN QUAD та датчика затоплення ДЗНЗ-1.



Рисунок 2 –
Напівпровідний датчик
DS18B20



Рисунок 3 – датчик
магнітно-контактний
СМК-1Е



Рисунок 4 – звуковий
оповіщувач SA-105

Контроль температури теплоносія в системі дослідного зразка МТА-0,5МВт здійснюється за допомогою встановлених напівпровідникових датчиків DS18B20, рисунок 2.

Сповіщення про подію TCP-сервера ОКО

Monitor OKO <admin@oko.org.ua>
Кому: alina_tsd@ukr.net

Ірр

Зміна температури DS1820-5
2023-02-24 15:30:30

Назва сенсору	Значення
Стан охорони	ВІМКНЕНО
220В	ВІМКНЕНО
Зовнішнє живлення, В	12.5
Дротова зона-1	НОРМА
Дротова зона-2	ПОВИЩЕННЯ
Дротова зона-3	ПОВИЩЕННЯ
Дротова зона-4	ПОВИЩЕННЯ
Дротова зона-5	ПОВИЩЕННЯ
Дротова зона-6	ПОВИЩЕННЯ
Дротова зона-7	ПОВИЩЕННЯ
Дротова зона-8	ПОВИЩЕННЯ
Температура	ПОВИЩЕННЯ
Вкліз-1	ВІМКНЕНО
Вкліз-2	ВІМКНЕНО
Вкліз-3	ВІМКНЕНО
Вкліз-4	ВІМКНЕНО
Вкліз-5	ВІМКНЕНО
Вкліз-6	ВІМКНЕНО
Вкліз-7	ВІМКНЕНО
Вкліз-8	ВІМКНЕНО
Напруга аналогового входу NR1, В	0.0
Напруга аналогового входу NR2, В	0.0
Напруга аналогового входу NR3, В	0.0
Температура NR1, С	50
Температура NR2, С	52
Температура NR5, С	53
Температура NR6, С	53
Температура NR7, С	50
Температура NR8, С	54
Рівень GSM-сигналу	СЕРЕДНИЙ
GSM_rssi	13
Версія ПЗ	9.4.2
Версія HW	ОКО-PRO-X

Рисунок 5 – повідомлення GSM-
контролера ОКО-PRO-X

Датчик магнітно-контактний (геркон) СМК – 1Е, рисунок 3. Датчик застосовується як елемент охоронної сигналізації при спробі проникнення через двері і вікна. Підключається до GSM- контролера ОКО-PRO-X.

Провідний кімнатний звуковий оповісник SA-105, рисунок 4, підключається до GSM- контролера ОКО-PRO-X і сигналізує про несанкційний доступ при відкритті дверей ІТП.

Результати вимірювань GSM- контролер ОКО-PRO-X надсилає у вигляді таблиці, рисунок 5. В результаті оператор отримує необхідні параметри роботи дослідного зразка в режимі реального часу і має можливість реагувати

оперативно при виникненні нестандартних ситуацій. Це позитивно впливає

на стабільність роботи та підвищує строк служби обладнання, а також знижує час і витрати на обслуговування дослідного зразка.

Перелік посилань

1. Demchenko V., Konyk A. 2022 MOBILE THERMAL ENERGY STORAGE (M-TES), JNTES, Poland, pp.91-96 , Doi: 10.53412/jntes-2022-3-2 <https://jntes.tu.kielce.pl/wp-content/uploads/2023/02/Volodimir-DEMCHENKO-Alina-KONYK.pdf>
2. Demchenko V., Konyk A., Falko V. 2021 Mobile Thermal Energy Storage. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Power and Heat Engineering Processes and Equipment No. 3 <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.03>
3. Wirtza M., Kivilipa L., Remmena P., Mullera D. [5th Generation District Heat-ing: A novel design approach based on mathematical optimization] Applied Energy. 2020.Vol. 260. pp. 114158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114158>
4. Lunda H., Østergaard P.A., Connolly D., Mathiesen B.V. [Smart energy and smart energy systems, Review]. *Energy*. 2017. Vol. 137. pp. 556-565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.123>
5. Електронний ресурс: <https://xn--j1ahb.xn--j1amh/ohrannaya-signalizaciya/gsm-dozvonshchiki/oko-pro-x/>

СЕКЦІЯ 1

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

MODERNIZATION OF THE COGENERATION HEAT EXCHANGER UNIT	
Husarova O., Dakhnenko V., Bielokon A.	4
PROBLEMS OF THE INTERACTION OF FORESTRY IN UKRAINE WITH THE NATIONAL ECONOMY	
Kremnov V., Belyaev G., Belyaeva I., Zhukov K.	9
КОНСТРУКЦІЇ БУРОВИХ ГОЛОВОК	
Вовк М.Є., Степанюк А.Р.	12
MODERNIZATION OF THE DEPHLEGMATOR OF THE RECTIFICATION INSTALLATION FOR THE PRODUCTION OF ACETIC ACID	
A.O. Trunin, Stepaniuk A.R.	17
OIL AND GAS DEPOSITS OF UKRAINE	
S. V. Hnidenko, A.R. Stepaniuk	21
ЗАСТОСУВАННЯ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОГО АПАРАТА ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІНВЕРТНОГО ЦУКРОВОГО СИРОПУ	
Ободович О.М., Шейко Т.В.	30
MODERNIZATION OF THE STEAM GENERATOR OF THE FURFURAL PRODUCTION FACILITY	
Podyman H. S., Slastyon M. S.	33
MODERNIZATION OF THE STEAM GENERATOR OF THE PHENOL PRODUCTION FACILITY	
Yenich H., H. S. Podyman	36
MODERNIZATION OF A REFRIGERATION PLANT FOR THE PRODUCTION OF CONCENTRATED NITRIC ACID	
Kizenko P.V., Novokhat O.A.	41
THE MODERNIZATION OF BIOMASS TREATMENT PLANT	
Danikhno R. M., Hulienko S.V.	47

MODERNIZATION OF THE SUPERPHOSPHATE PRODUCTION PLANT WITH DEVELOPMENT OF THE ROTARY DRYER	
Semenov D.P., Huliienko S.V.	52
MODERNIZATION OF THE EVAPORATOR FOR THE CARBAMIDE PRODUCTION PLANT	
Ivanenko D.V., Huliienko S.V.	58
ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЛУГУ ПРОТЯГОМ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЗАСТОСУВАННЯМ ЗНАКОЗМІННИХ ІМПУЛЬСІВ	
Ободович О.М., Сидоренко В.В.	62
MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER OF THE INDUSTRIAL OIL PURIFICATION UNIT	
Husarova O., Dakhnenko V., Nazarenko Y.G.	66
MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER OF THE ACETIC ACID PRODUCTION INSTALLATION	
M.O. Kekukh, A.R. Stepanyuk, Novokhat O.A.	72
MODERNIZATION OF THE PADDED RECTIFICATION COLUMN OF THE METHANOL-ETHANOL MIXTURE SEPARATION INSTALLATION	
K.V. Nefiodova, A.R. Stepaniuk, Andreev I.A.	77
MODERNIZATION OF THE STEAM GENERATOR OF THE ACETIC ACID PRODUCTION INSTALLATION	
Kyryl Savchenko, A. R. Stepaniuk, Novokhat O.A.	84
MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER OF THE ETHANOL PRODUCTION INSTALLATION	
M.V. Ufimtsev, Stepaniuk A.R., Ivanytskyi G.K.	90
MODERNIZATION OF THE RECTIFICATION COLUMN OF THE METHANOL-WATER MIXTURE SEPARATION INSTALLATION	
Yu. S. Chuhlib, A.R. Stepaniuk	96
ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ ЕКСТРАКЦІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ	
Іваницький Г. К., Гоженко Л. П., Целень Б. Я., Радченко Н. Л.	100

SELECTION OF THE TYPE OF SULFURIC ACID HEATER FOR THE ANHYDROUS HYDROGEN FLUORIDE PRODUCTION UNIT.	
Novokhat O.A., Yeltishchiev I.P.	103
МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ПЕРЕРОБКИ БІОМАСИ	
Даніхно Р.М. Гулієнко С.В.	110
PROSPECTS AND DIRECTIONS OF RESTORATION OF THE DOMESTIC FEED INDUSTRY	
Tselen B. Ya., Nedbailo A. Ye., N. L. Radchenko	115
ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНОСТІ МОЛОКА	
Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Недбайло А.Є., Шуляк В.В.	118
ПЕРСПЕКТИВА ГОТУВАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА ПУЛЬСАЦІЙНИМ КАВІТАЦІЙНИМ ДИСПЕРГАТОРОМ	
Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Недбайло А.Є., Гоженко Л.П., Щепкін В.І.	122
MODERNIZATION OF THE RECTIFICATION COLUMN OF THE WATER - ACETIC ACID PRODUCTION INSTALLATION	
A.Yu. Stasyuk, A.R. Stepaniuk, Novokhat O.A.	127
DRILLING OIL AND GAS WELLS	
G.A. Stepura, A.R. Stepaniuk	132
INSTALLATION OF AIR PURIFICATION FROM AMMONIA	
Postovyi D. V., Haidai S. S.	137
TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE SULFUR PRODUCTION FACILITY	
Karpenko O. V., Haidai S. S.	141
ANALYSIS OF THE SCHEME OF THE PRODUCTION PLANT OF AMMONIUM NITRATE BY THE EVAPORATIVE METHOD	
Komar S.A., Novokhat O.A.	148
ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІЙНОГО GSM-КОНТРОЛЕР ОКО-PRO-X В СИСТЕМІ АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКУ МОБІЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО АКУМУЛЯТОРА	
к.т.н., с.н.с., пр. н. с. Коник А.В., пр. інженер Хоменко М. В.	152