



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

Інженерно-хімічний факультет



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

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

28-29 квітня
Київ 2021

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XXVIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" 28-29 квітня 2021 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 110 с

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

"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"

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

Члени оргкомітету:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

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

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

к.т.н., доц. Зубрій Олег Григорович

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

ІТТФ НАН України

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

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

к.т.н., с.н.с., пр.н.с. Коник А.В.

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

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

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

Комп'ютерна верстка: Улітько Р.М.

Рекомендовано до друку

Кафедрою машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв

Протокол № 20

від 16 квітня 2021 р.

Тези опубліковано за авторською редакцією.

СЕКЦІЯ 1

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

UDC 661.741.1

THE MODERNIZATION OF THE CONDENSING APPARATUS FOR THE ACETIC ACID PRODUCTION PLANT

student Karagodin A. S., assistant professor, Ph.D. Hulienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація: Розглянуто модернізацію конструкції конденсатора установки виробництва оцтової кислоти. Модернізація полягала в тому, що на поверхні теплообмінних труб встановлювалася вдосконалена конструкція парасольки для розриву плівки конденсату.

Ключові слова: ОЦТОВА КИСЛОТА, СИНТЕЗ, РЕКТИФІКАЦІЯ, ДЕФЛЕГМАТОР

Abstract: The modernization of the construction of the condensing apparatus for the acetic acid production plant is considered. The modernization consists in the installation on the heat exchange tubes the improved construction of the umbrella for the breakup of the condensate film.

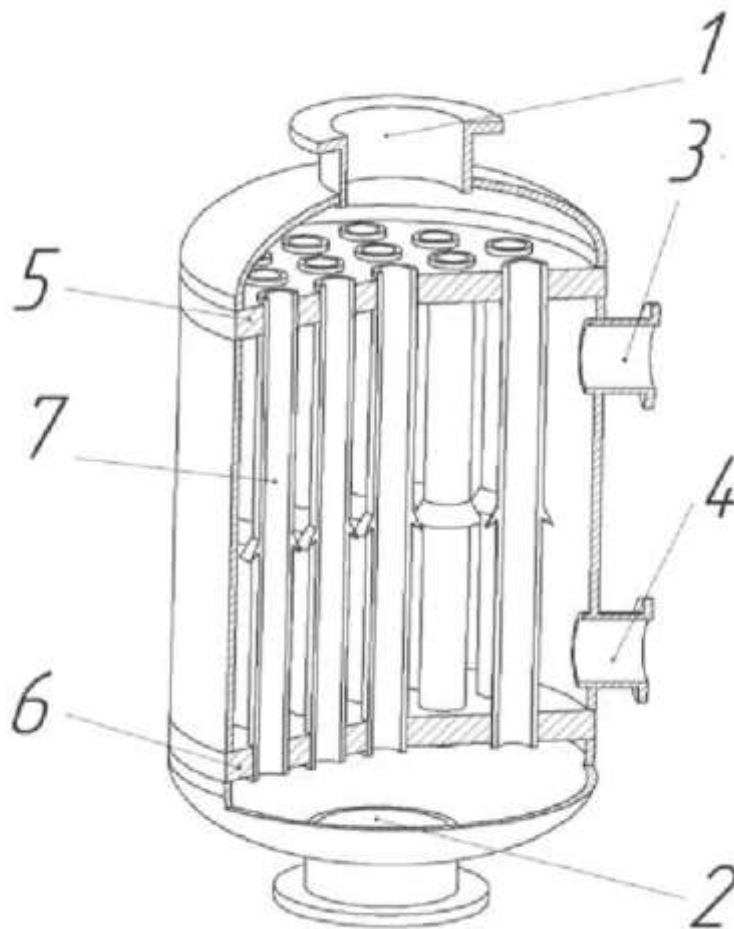
Key words: ACETIC ACID, SYNTHESIS, RECTIFICATION, DEPHLEGMATOR

The acetic (ethane) acid is the colorless liquid with the sharp particular odour. It can be mixed in all proportions with water and ethers, and also it solves Sulphur, Phosphor, halocarbons etc. The pure acetic acid (so called ice acetic acid) is good solvent for many organic compounds. It is the stable enough compound: its vapor do not decompose at the temperature up to the 400°C [1].

The acetic acid is widely used in the chemical, textile and food industry, in the production of the acetate and others cellulose ether, plastic masses etc. The significant application have the salt of the acetic acid, for example lead acetate and copper acetate are used as pigments. The iron acetate and sodium acetate are also important [1].

The rectification is the important process in the acetic acid production. This process provides the quality of the finished product. For the stable operation of the column if is necessary to provide the heating the feed mixture to the boiling temperature, the condensation of the vapor phase in the output of the top part of the column, and also the evaporation of the distillation residue. In other words, the heat exchange equipment has an important value for the providing of the quality finished acetic acid, therefore the modernization of such equipment is reasonable. In particular, it is reasonable to modernize the column dephlegmator [1, 2].

For this purpose, in this technological line can be used the vertical heat exchanger, which consist of cylindrical shell, closure, and tube plates with fixed vertical heat exchange tubes, in which the tubes are made with the umbrellas on the internal surface of the tubes (figure 1) [3].



1,2,3,4 – nozzles; 5,6 – tube plates; 7 – теплообмінні трубки.

Figure 1 – The scheme of the base heat exchanger

The technical result of the proposed modernization consists in the breakup of the condensate film which should provide the increasing of the intensity of the heat transfer in the tubular annulus.

The main disadvantage of this construction is that fact that film may flow on the umbrella by the solid stream and block the access of the vapor to the tube. In that conditions the heat transfer in this part of the tubes would not occur.

The aim of the modernization is the eliminate the mentioned disadvantage and the modernization construction in a manner that the film does not remain on the tube walls and does not block the access of the vapor to tubes.

This problem is solved in a manner that the overshoot with the bead, where the sawcuts are made. The schematic image of the proposed construction is represented o the figure 2.

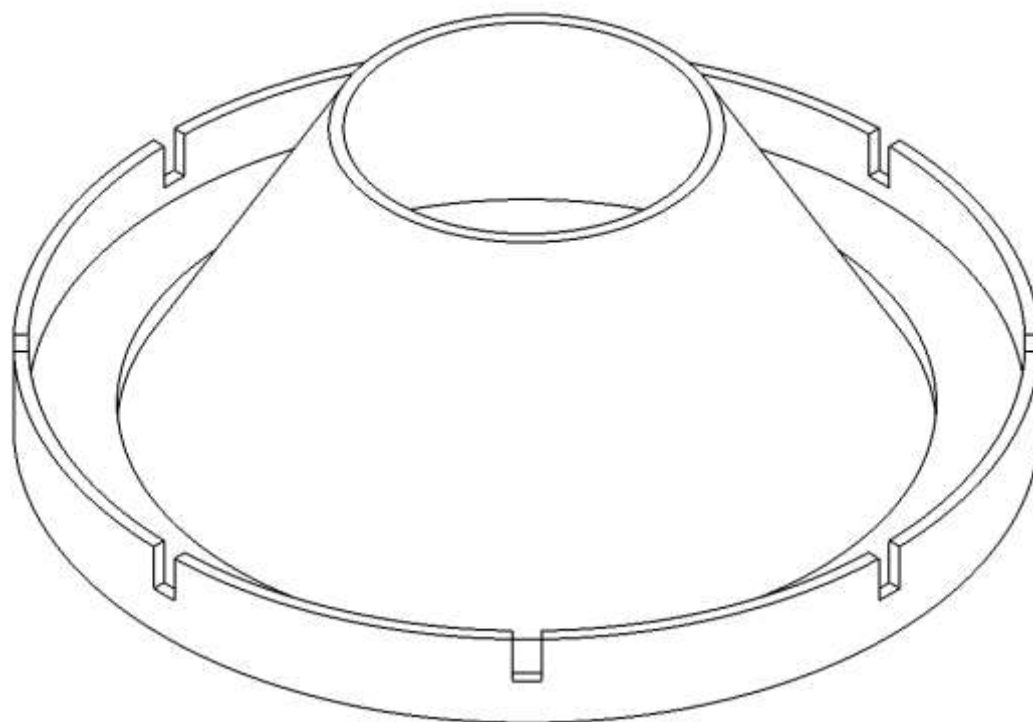


Figure 2 – The modernized construction of the umbrella

The proposed modernization allows to provide the running-off the condensate by the separate streams. This would provide the simultaneous breakup of the condensate film and the access of the vapor to the tube surface.

The heat exchanger work in the following way. The vapor is pumped under pressure into the input nozzle, flows through the tubular annulus, and condensed on the tube surface. The condensate film flows down on the tubes. The condensate is removed through the output nozzle. The liquid is pumped to the tubular space from inlet chamber to the output chamber (both of them are formed by the closures and tube plates). Therefore the liquid is heated flowing through the heat exchange tubes [3].

Перелік посилань:

1. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. – М.: Химия, 1968. — 848 с.
2. Карагодін А.С., Гулієнко С.В. Модернізація установки виробництва оцтової кислоти // Збірник тез доповідей XXVII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" 25-26 листопада 2020 р. м. Київ). – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – с. 61-63.
3. Патент № 115492 Україна, МПК F28B 9/08 (2006.01) F28F 1/00. Вертикальний кожухотрубний теплообмінник // Осадчий В. О., Двойнос Я. Г. – заявл. 11.05.2016. – опубл. 25.04.2017, бюл. № 8.

УДК 66.048.3

MODERN DIRECTIONS FOR IMPROVING THE RECTIFICATION BUBBLE CAPS

student Kurylenko O., lecturer assistant Liubeka A

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. The modernization of the design of the distillation column is proposed, namely the bubble cap. The new design allows to intensify heat-mass exchange process more uniform and intense.

Key words: RECTIFICATION, TRAY, BUBBLE CAP.

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОВПАЧКОВИХ КОНТАКТНИХ ПРИСТРОЇВ

студент Куриленко О., викладач Любека А.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Анотація. Запропонована модернізація конструкції контактної пристрою, а саме масообмінного ковпачка. Нова конструкція дозволяє зробити процес тепломасообміну більш інтенсивним та рівномірним.

Ключові слова: РЕКТИФІКАЦІЯ, МАСООБМІНАН ТАРИЛКА, КОВПАЧОК.

Rectification in the chemical industry is used to separate homogeneous mixtures of liquids into components by repeatedly evaporating the mixture and condensing the vapor.

One of the most important parameters of mass-exchange apparatus is the intensity of mass exchange. Generally, the problem of increasing the efficiency of

mass-exchange processes are solved by improving the design of caps installed on mass-exchange plates.

One of the reasons that prevents the achievement of a given technical result is the impossibility of adjusting the height of the caps when the water level fluctuates, which results in the unevenness of the operation of part of the caps in relation to the flow of gas or steam, transitions of parts of caps from bubbling to forming bubbles in the jet stream of gas or steam, reduction of phase contact surface and performance [1-3].

Figure 1 illustrates the general view of the cap of the plate with the overhang device of the proposed design. The cap plate consists of a base 1 with circular openings and pipes 2 mounted therein, which are secured to specially curved bolts 3 caps 4 with slots 5 in the lower part. A positive buoyancy element 6 is fixed to the top part of each cap 4. A bushing 7 is arranged asymmetrically with a positive buoyancy inside element 6 and is capable of sliding along the top vertical part of the bolt 3. A bearing washer 8 is fixed in the lower vertical part of the bolt 3, and on the thread in the top part of the bolt 3 is a washer 9 and a nut 10. On the basis of 1, bent overflow devices 11 which are directed on the caps 4 of the lower plate are mounted between the tubes 2, the fluid jets are transferred via overflow devices 11 to the caps 4 (specifically to element 6 with positive buoyancy) of the lower plate.

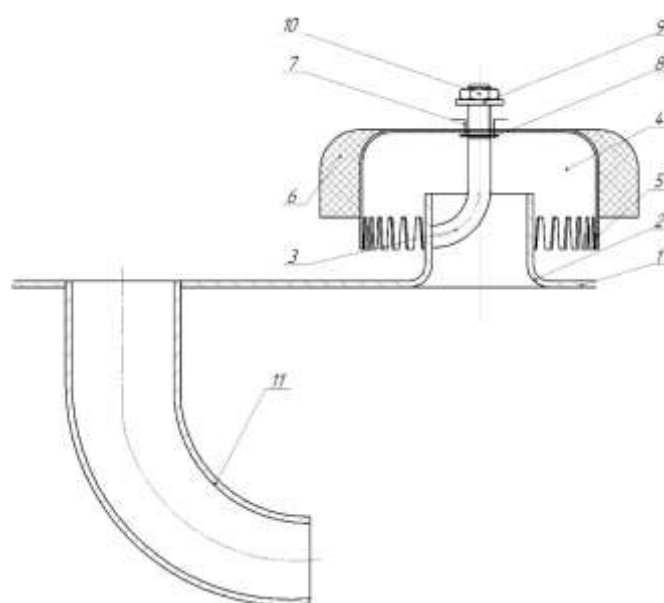


Figure 1 – Appearance by floating device cap

The cap plate works as follows. When liquid is supplied to base 1, cap 4 surfaces with element 6 with positive buoyancy. The gas or steam that passes through slits 5 is bubbled to form bubbles. Any change in the liquid level on the basis of 1 cap 4 by a positive buoyancy element 6 either resurfaces with an increase in buoyancy or descends downwards with a decrease in buoyancy, keeping the liquid column height constant between the slots 5 and the liquid surface, as bushing 7 has the possibility of sliding along the vertical part of bolt 3. The support washer 7 prevents the bushing 7 from being lowered onto the curved part of the bolt 3 together with the cap 4 and element 6 and the bushing 7, cap 4 and element 6 from being closed on this curved part of the bolt 3, and the cock 9 with nut 10 prevents the removal of the cap 4 with element 6 and the bush 7 from bolt 3 when the level of liquid is high at base 1, since it is possible to adjust the maximum height of the surfacing of the cap 4 with element 6 and the base 7 bush 1. The liquid drains from the base 1 of the bent overflow devices 11 and flows to the bottom plate, falls on caps 4 and specifically on element 6 with positive buoyancy. Under the action of liquid pressure cap 4, due to the positive buoyancy of element 6, the bushing 7 begins to rotate relative to bolt 3. This stabilizes the flow of gas or steam bubbles, allows additional mixing of the upper layers of the liquid, which will provide the highest rate of heat and mass transfer and promote high productivity on the plate, and thus increases the operating time of the column and its overall performance.

Thus, the installation between the caps on the whole base will distinguish the overflow devices formed on the caps of the lower plates, will provide the highest speed of heat and mass transfer and promote high productivity of plates, as well as increase the operating time of the column and its productivity.

References:

1. Kornienko Y. M. Processes and equipment of chemical technology Educational publication. Y. M. Kornienko, Y. Y. Lukach, I. O. Mikulnok, V. L. Rakytsky, G. L. Ryabtsev. - Kyiv. - 2010.

2. Kirillov A. V. Calculation of contact devices of plate column devices: a textbook. Komsomolsk-on-Amur:, 2014.

3. Patent RF № 200099U1 (RU) МПК В01D 3/10, 3/20. Bubble-cap tray. Zaiav. RU 2020115633 from 15/05/2020, publ. 06.10.2020, bull. №28.

UDC 621.18

**MODERNIZATION OF BOILER FOR METHANOL PRODUCTION
PLANT**

Student Solomonova V.E., assistant professor, Ph.D. Hulienko S.V., associate professor, Ph. D, Stepaniuk A. R.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT: *The modernization of the boiler by the increasing of the external heat exchange area by making on the external tube surface the crosscut finning is proposed.*

KEY WORDS: METHANOL, PRODUCTION, BOILER, MODERNIZATION.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНИКА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА
МЕТАНОЛУ**

студ. Соломонова В.Е., доц., к.т.н. Гулієнко С.В.,

доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

АНОТАЦІЯ: *Запропоновано модернізацію випарника збільшенням зовнішньої поверхні теплообмінних труб шляхом виконання на зовнішній поверхні труб поперечного ребрення*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МЕТАНОЛ, ВИРОБНИЦТВО, ВИПАРНИК
МОДЕРНІЗАЦІЯ,

Nowadays, the methanol production is one of the most widely used technological process taking into account both the overall production and the number

of the plants. The methanol is widely used in food industry and medicine, but also as a selective solvent for the gasoline purification from the thiols, the azeotropic reagent in the extraction of the toluene by the rectification, as a solvent in the production of urea-formaldehyde acetic acid, the polyvinyl alcohol and acetals, antifreezes, denaturation adding, additive agent, additive agent for the obtaining the formaldehyde, and also as a methylating agent in the production of such important production as dimethyl terephthalate, methyl methacrylate, some pesticides. Recently, it is planned to use the methanol as an energy source, namely the fuel for heat power plants, motor fuel and as a component of the automobile gasolines. Due to adding the methanol to gasolines their antidetonational properties, the performance factor of engines increased, and the content of harmful impurities in the exhaust gases. The application of the methanol for wastewater treatment from the harmful nitrogen compounds and in the production of the feed proteins become more and more popular [1].

The technological scheme based on the rectification processes is the most popular industrial technique for the methanol purification. For the providing of the vapor feed of the columns the large amounts of the vaporized are required which are generated in the boilers.

During the parametrical calculation of the boiler it was defined that rate-limiting step is the process of the energy exchange from internal side of the heating tubes [2, 3].

For the purpose of the increasing of the process effectivity commonly the velocity of the heating agent is increased. But this is impossible for the vaporized media, therefore, it was proposed to increase the external area of the heat exchange tubes. With this kind of the problem solving, the value of the heat exchange coefficient would increase, which allows improving of the boiler performance in the operation production [4].

The schematic representation of the proposed modernization of the external surface of the heat exchange tubes is shown on the figure 1.

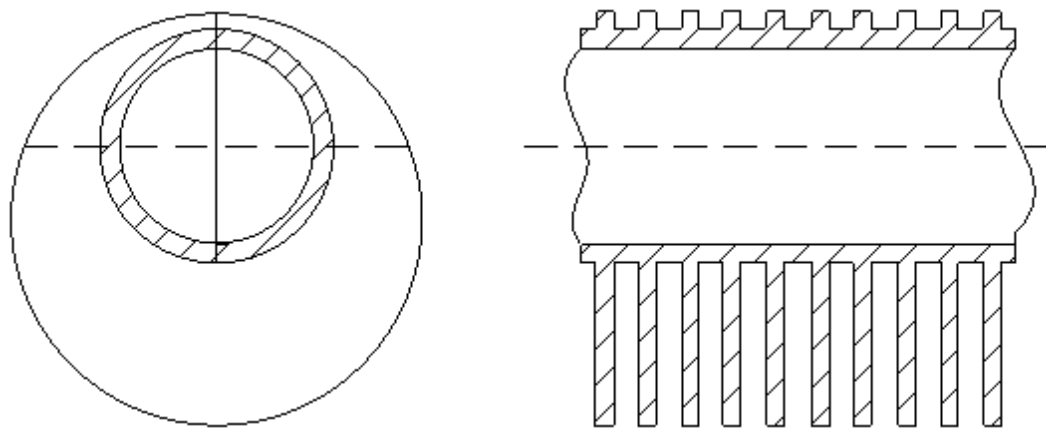


Figure.1 – The modernization of the external surface of the heat exchange tubes

The heated heat agent is pumped into the tubular element of the boiler, where the tubes with the crossed finning with the special shape. Due to the finning the heat exchange area is increased from the external side, Thus lead to the increasing of the heat transfer coefficient and intensity of the heat transfer, which lead to the improvement of the operation effectivity of the system.

Conclusion.

The proposed modernization allows scientifically increase the heat transfer coefficient, which, in turn, allows increasing the specific area of heat transfer. Therefore, the effectivity of the boiler operation will increase.

Перелік посилань:

1. Юкельсон_Технология основного органического синтеза. Издательство "Химия"1968 с. 384
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии.Издательство "Химия", 1971 с. 784
3. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Издательство "Химия" 1987 с. 576

4. Solomonova V.E., Hulienko S.V., Stepaniuk A. R. Modernization of vaporizer for methanol production plant. Збірник тез доповідей XXVII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" 25-26 листопада 2020 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – с. 12-15

UDC 66.045.1

**MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER IN THE SCHEME
OF PRODUCTION OF SUSPENSION POLYSTYRENE**

Student Virych Sviatoslav, Ph.D., Associate Professor Shved M.P.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The basic modern directions of improvement of the equipment for production of suspension polystyrene are resulted. Particular attention is paid to the most common shell-and-tube heat exchanger. The algorithm of features of preparation, cooling and granulation of polystyrene in the operating mode is considered. Identified ways to improve the process.*

Key words: HEAT EXCHANGER, POLYSTYRENE, SUSPENSION.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА В СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА
СУСПЕНЗІЙНОГО ПОЛІСТИРОЛУ**

студент Вірич С., к.т.н., доц. Швед М. П.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Наведені основні сучасні напрямки удосконалення обладнання для виробництва суспензійного полістиролу. Особливу увагу в цій схемі приділено теплообмінним процесам, які відбуваються кожухотрубних теплообмінниках. Розглянутий алгоритм особливостей підготовки, охолодження та грануляції полістиролу в робочому режимі. Визначені шляхи інтенсифікації процесів в кожухотрубних холодильниках.*

Ключові слова: ТЕПЛООБМІННИК, КОЖУХОТРУБНИЙ ПОЛІСТИРОЛ, СПІНЕНИЙ, СУСПЕНЗІЯ.

Widespread use of polystyrene (PS) and plastics is based on their low cost, ease of processing and a huge range of different brands. The most widely used (more than 60% of the production of polystyrene plastics) were impact-resistant polystyrenes, which are copolymers of styrene with butadiene and butadiene-styrene rubbers. Numerous other modifications of styrene copolymers have now been developed. Foamed polystyrene has also been widely used in the packaging and warehousing sectors.

Foamed polystyrene (EPS) is a special way of foamed plastic that contains the smallest air bubbles. There are two types of material, which differ primarily in the method of manufacture.

1. Polyfoam (polystyrene). Obtained from granules of special brands of polystyrene by heating the raw material with steam in special forms. Considering the packaging of this polymer, you can see the kind of "balls" of which it consists.

2. Extruded expanded polystyrene, made of general purpose polystyrene granules. Extruded expanded polystyrene in the packaging industry is widely used for the manufacture of various containers, such as egg trays and special trays, so-called plate trays.

The following methods of polymerization of polystyrene by the radical mechanism are widely used in the industry: block (in weight) with full conversion, block (in weight) with incomplete conversion, suspension, block suspension and less often emulsion. [1] Suspension polymerization of styrene has received the most widely used in industry. Due to the process in the aquatic environment, heat dissipation is easily carried out in modernized shell-and-tube refrigerators, which allows the use of devices with a volume of 10-50 m³ and more. The process is easily regulated, so in one device you can get polystyrene of different brands. Thus, the process has great technological flexibility. Although the continuous process of suspension polymerization is limited by the insufficient stability of the suspension and the adhesion of the polymer on the stirrer and on the walls of the polymerizer, but due to the large size and intensification of heat transfer, the process has high

Component loading and pre-polymerization take place in a nitrogen environment. The reaction mixture is heated with stirring to 80 ° C and kept at this temperature for 5 hours until the conversion of 35% - 40%. Then the solution is cooled to 40 ° C, the initiator solution is added to it for final polymerization and the contents of the prepolymerizer are immediately unloaded into the polymerizer 6. With stirring, the reactor contents are heated to 75 ° C where first the prepolymer is added, then from the meter 7 isopentane. Heating of the reaction mixture is continued to 80 ° C, keep it at this temperature for 10 hours, and then at 85 ° C for 2 hours. The pressure in the reactor increases to 0.6 MPa. After the polymerization process, the reaction mixture is cooled to 40 ° C and unloaded. Unloading of the polystyrene suspension in the intermediate tank 10 is performed by a centrifugal pump through the filter 9, which retains the crusts and lumps of polymer. Washing, dehydration, drying and sieving are carried out on a continuous basis. It provides for the capture and purification of nitrogen, styrene vapors, isopentane, wash water and air leaving the dryers.

References:

1. Барцыхин Е.А., Шульгина Э.С. Технология пластических масс. Л.: Химия, 1982.- 328 с.
2. Пик И.Ш., Азерский С.А. Технология пластических масс М. Высшая школа, 1975г. 174 с.

UDC 661.725.3

THE MODERNIZATION OF RECTIFICATION COLUMN FOR ISOPROPANOL PRODUCTION PLANT

student Luchko A.T., assistant professor Ph. D. Hulienko S.V.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація: *Описана модернізація насадкової ректифікаційної колони установки виробництва ізопропанолю. Модернізація полягала в заміні електричного розприскувача на механічний, виконаний у формі еліптичного днища з патрубками.*

Ключові слова: РЕКТИФІКАЦІЯ, КОЛОНА, НАСАДКА, ІЗОПРОПАНОЛ

Abstract: *The modernization of the packed rectification column for isopropanol production plant is described. the modernization was consisted in the replacement of the electrical sprinkler by the mechanical one. the proposed sprinkler is made in a form of an elliptical bottom with mozles.*

Key words: RECTIFICATION, COLUMN, FILLING, ISOPROPANOL

The isopropyl alcohol $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ is a liquid, which can interfuse with water in all proportion and form with water the azeotropic mixture with boiling point $80,3^\circ\text{C}$. The isopropanol is combustible, its vapor forms with air the explosive mixture at content of 2.0-12.0%. Isopropanol find an application as solvent, in many cases it can replace ethanol and for machine oils, fats and resins isopropyl alcohol is better than ethanol. In oil refining industry isopropanol is used for dewaxing of diesel fuel [1].

An important element in the technological line of isopropanol production is the rectification column, the quality of the finished product depends on the effective work. Therefore, the modernization of such a device is appropriate.

The packed column is a reasonable option for the technological line under consideration taking in to account the operation principles. There rectification packed column with irregular filling usually has a bigger specific area of surface. However, this configuration suffers from phenomenon called "dry cone" and worse wettability. This leads to decreasing of mass transfer coefficient [2].

Therefore, the modernization of nozzle rectification columns should be aimed at reducing the negative impact of the phenomenon of "dry cone". One of these directions is to increase the efficiency of the distribution of the liquid phase on the nozzle at the entrance to the column and the redistribution of liquid between the sections of the nozzle.

For this purpose, a heat-mass apparatuses with an electric field can be used [3], comprising a housing with phase inlet and outlet nozzles, a support grid with a nozzle and a distribution device consisting of a base with a fixed nozzle, at the lower end of which is mounted a sprayer, the electrodes are located under the distribution device nozzle on insulating supports.

This construction allows to increase the efficiency of heat-mass transfer due to the uniform irrigation of the nozzle by deflecting the liquid jet by an alternating electric field.

The defect of this construction is the additional power consumption, the risks of electric shock to workers, insufficient reliability of the device.

The model is based on the task of increasing the reliability of the device, reduce risks, reduce electricity consumption in production.

The problem is solved by the fact that the sprayer is made in the form of an elliptical bottom in which the nozzles are concentrically placed, the sprayer is made in the form of an elliptical bottom in which branch pipes are concentrically placed (figure 1). Also by the fact that the nozzles in the sprayer are made muffled from the bottom and knead the side holes made at an angle to the axis of the nozzle (figure 2).

The construction of the proposed column is designed for uniform irrigation of the nozzles.

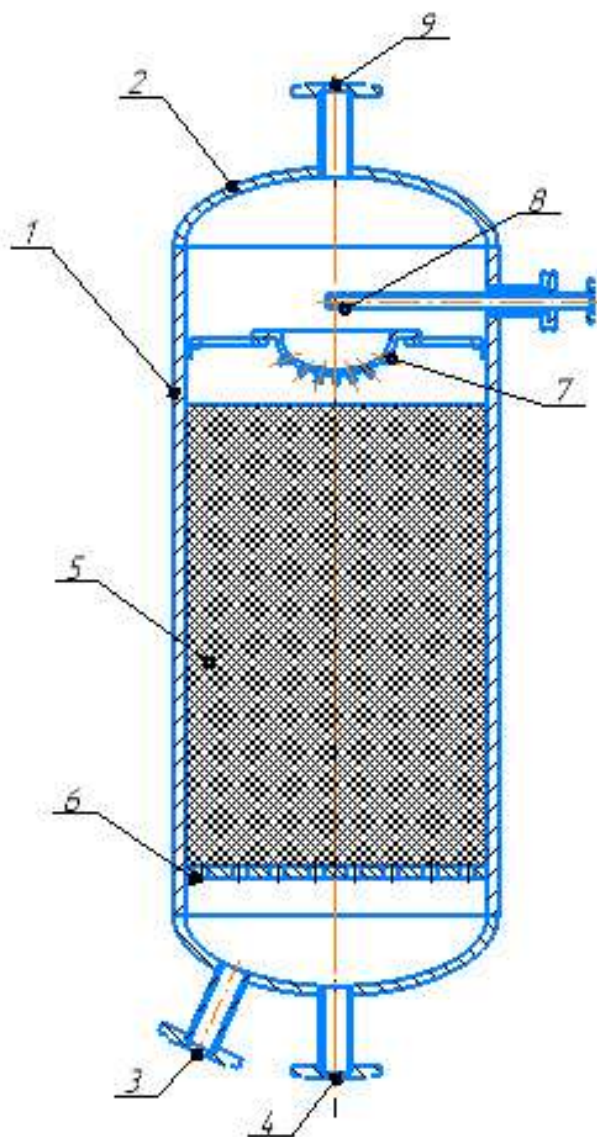


Figure 1 - Scheme of the nozzle mass transfer apparatus

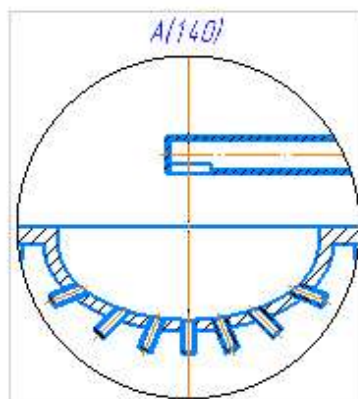


Figure 2 - Scheme of the sprayer (detail section A, in Figure 1)

The nozzle rectification column consists of a housing 1, a cover 2, a nozzle for the introduction of phases 3, a nozzle for the output of phases 4 and 9, nozzles 5, a support grid 6, a switchgear 7, a sprayer 8.

The nozzle rectification column works as follows: the liquid is fed through the nozzle 4 to the distribution device 7 and through the sprayer 8 the liquid enters the nozzle 5. At the end of the medium is discharged through the nozzle 9.

This construction allows to increase the efficiency of heat and mass transfer due to the uniform irrigation of the nozzle by deflecting the liquid jet.

References

1. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. – М.: Химия, 1968. — 848 с.

2. Камінський, В. С. Модернізація насадкової ректифікаційної колони установки виробництва ацетону : дипломний проект ... бакалавра : 133 Галузеве машинобудування / Камінський Всеволод Сергійович. – Київ, 2019. – 129 с.

3. Патент №1472103, Росія, МПК: B01D 53/18, зав. 20.04.87, опубл.15.04.89

UDC 66.081.63

**THE MAIN DIRECTION OF THE MODELING OF THE ORESSURE
DRIVEN MEMBRANE PROCESSES**

assistant professor, Ph.D. Hulienko S.V

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація: *Проведено аналіз основних публікацій з моделювання баромембранних процесів за період з 2011 по 2020 роки.*

Ключові слова: БАРОМЕМБРАННІ ПРОЦЕСИ, МЕМБРАНА, МАСООБМІН МОДЕЛЮВАННЯ,

Abstract: *The analysis of main publication about the simulation of the pressure driven membrane process during 2010-2020*

Key words: PRESSURE DRIVEN MEMBRANE PROCESSES, MEMBRANE, MASS TRANSFER, SIMULATION.

The pressure driven membrane processes in modern word are the key technologies in many branches of industry. The important direction of the development of these processes is mathematical modeling, which allows to increase the effectivity of the designing and optimization of the membrane units [1]. However, there is several different approaches to the modeling of the pressure driven membrane processes and the one method of the theoretical analysis of these processes are not developed. In previous work [1], the attempt of generalizing of modern approaches to the modeling of such processes, however, due to the large amount of the published researches, in this article the limitation of the publications by the period from 2000 to 2010 was involved. The present work is the first step in the continuation of the work [1]. It is planned to make the review of the researches made in the next decade namely from 2011 to 2020.

It should be noticed. That in these period some review works were published, which were dedicated to the modeling of the pressure driven membrane processes with using of the computational fluid dynamics [2] and irreversible thermodynamics [3], the modeling of the processes in the spiral wound membrane modules [4, 5], and also the generalized approaches to the mass transfer thorough the membrane [6-8]. In compare with reviews mentioned in work [2], in the articles [2-8], the modern results of theoretical researches are described in the satisfying mode, however, in the most cases they were dedicated to the separated approaches or membrane apparatus configuration, or some important approaches were not considered (for example using of the artificial neural networks or optimization with using regression dependences) fnd the question of optimization were considered only on work [9]. However, in work [9], the modeling and optimization of the large number of desalination processes, so the models of the pressure driven membrane processes were described shortly.

In the considered period in was defined almost 800 articles, dedicated to the modeling of the pressure driven membrane process. The distribution by the years, represented on the figure 1, shows that the interest of the researches to this question were stable, and in the 2020 the number of publication dramatically increase.

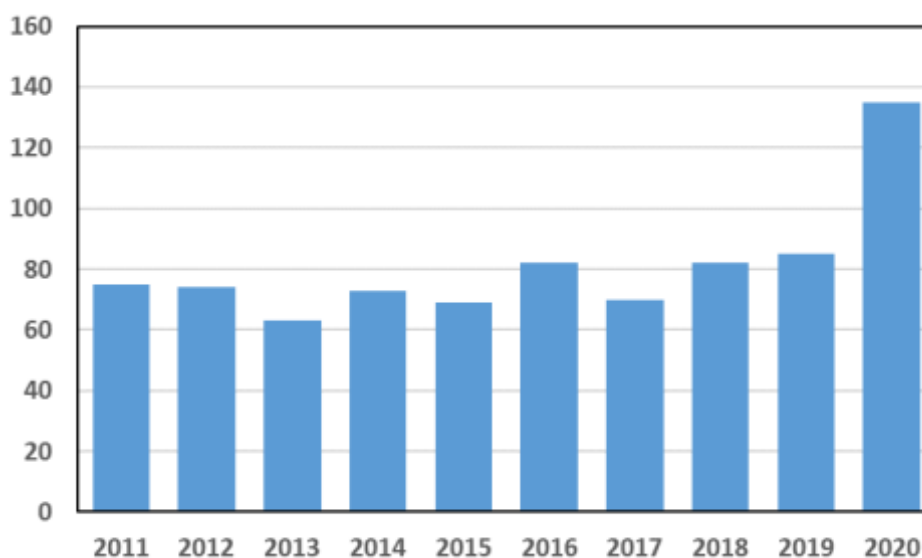


Figure 1 – The distribution od the publication by years

The distribution of the publications by the processes (figures 2) shows that the biggest number of the researches is dedicated to the reverse osmosis, whereas

among other processes some bigger results were defined for nanofiltration and direct osmosis, which is likely associated with that fact, that these process began to develop relatively recently.

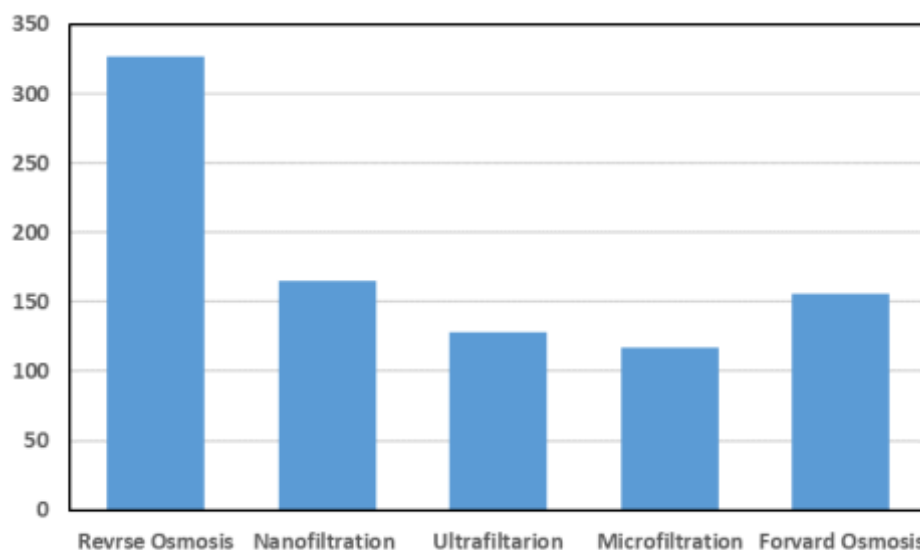


Figure 2 – The distribution of the publications by the processes

In that condition, the more generalized and full review of the modern scientific works about modeling and optimization of the pressure driven membrane processes will be reasonable.

References:

1. Huliienko S. V. Korniienko Y. M., Gatilov K. O. (2020). Modern trends in the mathematical simulation of pressure-driven membrane processes. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 7(1), pp. F1–F21, doi: 10.21272/jes.2020.7(1).f1
2. Toh K. Y., Liang Y. Y., Lau W. J., Weihs G. A. F. (2020). A review of CFD modelling and performance metrics for osmotic membrane processes. *Membranes*, Vol.10 (10), 285. doi: <https://doi.org/10.3390/membranes10100285>
3. Al-Obaidi M.A., Kara-Zaitri C., Mujtaba I.M. (2017). Scope and limitations of the irreversible thermodynamics and the solution diffusion models for the separation of binary and multi-component systems in reverse osmosis process. *Computers & Chemical Engineering*. Vol. 100, pp. 48-79, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2017.02.001>

4. Alsarayreh A. A., Al-Obaidi M. A., Patel R. Mujtaba I. M. (2020). Scope and limitations of modelling, simulation, and optimisation of a spiral wound reverse osmosis process-based water desalination. *Processes*, Vol. 8(5), 573, doi: <https://doi.org/10.3390/pr8050573>
5. Karabelas A.J., Kostoglou M., Koutsou C.P. (2015). Modeling of spiral wound membrane desalination modules and plants – review and research priorities. *Desalination*. Volume 356, pp. 165-186, doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.10.002>
6. Hwang S.-T. (2011). Fundamentals of membrane transport. *Korean Journal of Chemical Engineering*, Vol., 28(1), pp. 1-15, doi: <https://doi.org/10.1007/s11814-010-0493-z>
7. Wang J., Dlamini D. S., Mishra A. K., Pendergast M. T. M., Wong M. C.Y., Mamba B. B., Freger V., Verliefde A. R.D., Hoek E. M.V. (2014). A critical review of transport through osmotic membranes. *Journal of Membrane Science*, Vol. 454, pp. 516–537, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2013.12.034>
8. Ismail A. F., Matsuura T. (2018). Progress in transport theory and characterization method of Reverse Osmosis (RO) membrane in past fifty years. *Desalination*. Vol. 434, pp. 2-11, doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.09.028>
9. Ahmed F. E., Hashaikeh R., Diabat A., Nidal Hilal (2019). Mathematical and optimization modelling in desalination: State-of-the-art and future direction. *Desalination*. Vol. 469, 114092, doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2019.114092>

УДК 661.842.455.916.1

THE MODERNIZATION OF ROTARY DRYER FOR SUPERPHOSPHATE PRODUCTION

Student Yasenchuk V.V., assistante professor, Ph.D. Hulienko S.V,

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація: *Описано модернізацію барабанної сушарки, призначеної для сушіння суперфосфату. Модернізація полягала у встановленні нової конструкції направляючих лопаток.*

Ключові слова: СУПЕРФОСФАТ, БАРАБАННА СУШАРКА, НАПРАВЛЯЮЧІ ЛОПАТКИ, ДОБРИВО.

Abstract: *The modernization of the rotary dryer for the superphosphate production. The modernization consist in the installing of the novel construction of the swaying shoulder blades.*

Key words: SUPERPHOSPHATE, DRUM DRYER, SWAYING SHOULDER BLADES, FERTILIZER.

The simple superphosphate is the mixture of calcium hydro phosphate and calcium sulphate ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and consists of about 15-20 % of P_2O_5 in an easily digestible form [1].

It is mostly used in agriculture as a fertilizer. It does not cause acidification of ground and can be applied for all cultures, in particular for the cultures, which require the gypsum that is contained in superphosphate except the phosphor (for example the legumes) [2].

The rotary dryer is the main apparatus in the technological scheme for granulated superphosphate production. The granules are dried in this apparatus using

the furnace gases as a drying agent, then they are cooled and delivered on the package and warehousing [3].

The rotary drier which includes the coaxial external and internal drums, the input and output nozzles, the trunnion roll assembly, trunnion roll and thrust roll assembly, with the swaying shoulder blades established on the surfaces of the external and internal drums, is one of the most suitable construction for such purposes (figure 1) [4].

The described above construction allows intensifying the drying process.

The ununiform mixing of the drying material by the drum length is the main disadvantage of this construction of the dryer. This drawback leads to an increase in the drying duration.

The technological idea is based on the object to improve the mixing and increase of intensity of interaction between material and drying agent.

The set task is achieved by the modernization of the rotary dryer which consists of the new form of the swaying shoulder blades. In the proposed concept, the shoulder blades have an ellipsoid form with perforation (figure 2).

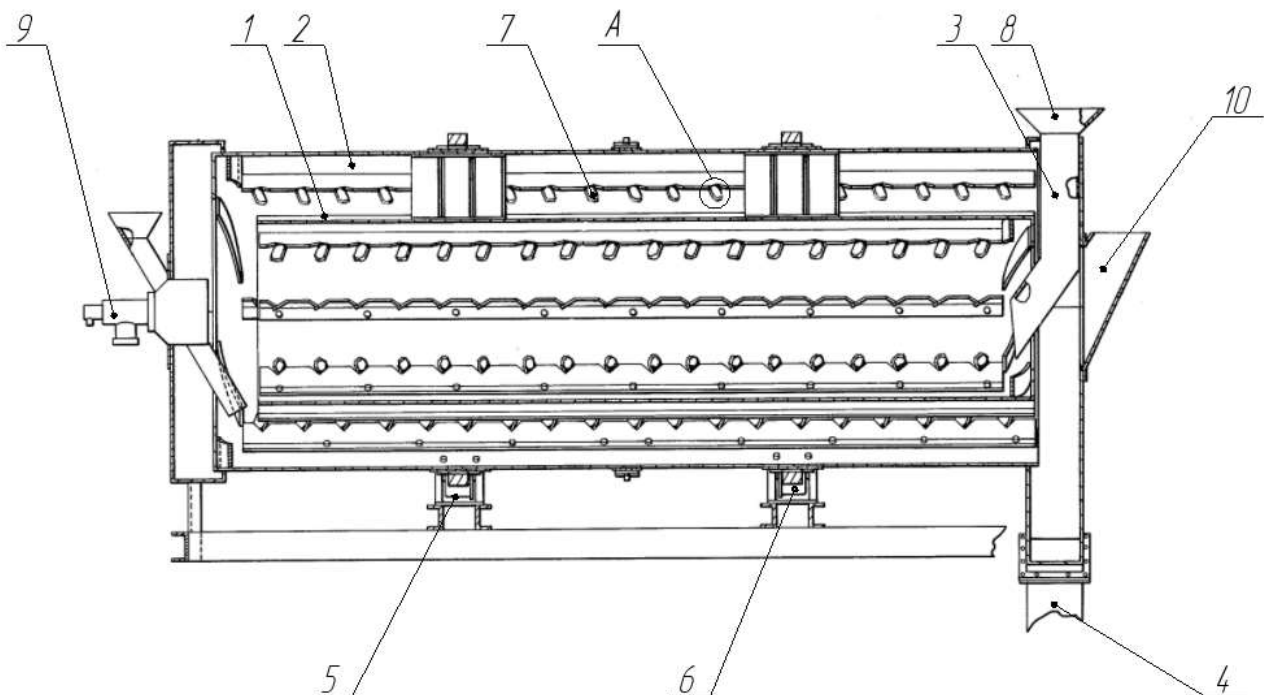


Figure 1. The construction of the rotary dryer

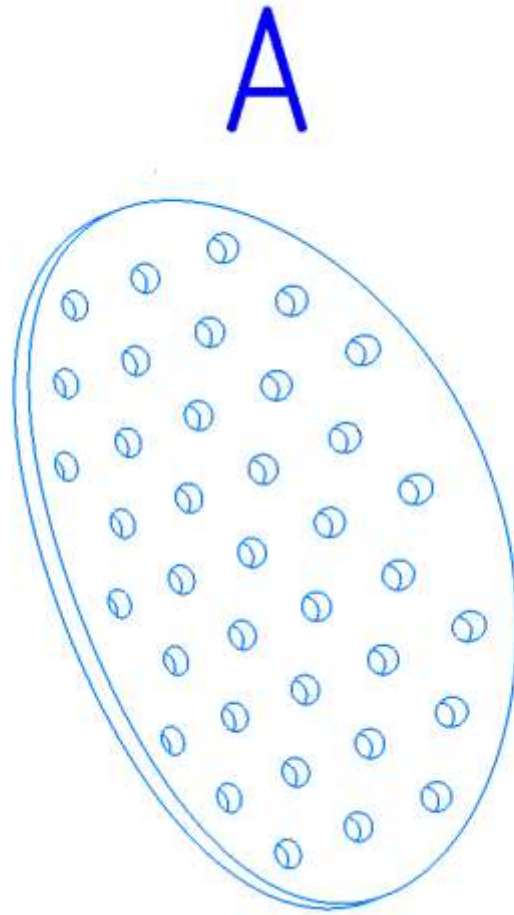


Figure 2. The proposed construction of the shoulder blades (the detail drawing A on figure 1)

This construction of the shoulder blades provides the smooth mixing of material, which increases the intensity of the interaction between material and drying agent. As a result, the duration of the drying process decreased.

The rotary dryer behaves in the following way. The external 2 and internal 1 coaxial drums rotate on the trunnion roll assembly 5 and trunnion roll and thrust roll assembly 6. The feed wet material is delivered by the feed hopper 8 into the input nozzle 3. During the rotation of the drying drum 1 the material moves along the axis of the drum on the external surface of the internal drum 1. Moreover, the moving of the material is provided because of adding of the next batch of the material. During the moving of the material along with the drying drum, the drying process is occurring by the flowing of the drying agent through the material. The drying agent

thorough the burner 9 is pumping in drying chambers and discharged into the ventilation tube 10. For the intensification of the material drying the swaying shoulder blades 7, which are made in a form of an ellipsoid and have perforation. The shoulder blades elevate the material and provide its interspersion and mixing, Then the material intersperse on the external surface of the internal drum. The dried to the final humidity is removed thorough the ouput nozzle 4 of the external drying drum 2.

Перелік посилань:

1. Яворський В. Т. Загальна хімічна технологія Л: Національного університету "Львівська політехніка", 2005. - 387 с.
2. Мамченков И.П. Справочник по удобрениям : 3-е изд., испр. и доп. — М.: Колос, 1964. – 215-235 с.
3. Ясеньчук В. В., Гулієнко С.В. Збірник тез доповідей XXVII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" Київ 2020. - 50 с.
4. Patent № US4175335A, US, IPC F26B11/04, Published. 27.11.1979

УДК 66.047.69

MODERNIZATION OF A DRUM DRYER UNIT FOR DRYING ZEOLITE

student O. Litvin, assistant, PhD Y. Grobovenko

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT. *Peculiarities of drum dryer designs for drying bulk materials, namely zeolite, simulation of zeolite movement in drum dryer, optimal time of material stay in drying chamber, methods of optimization of drying process and ways of modernization of drum dryer design are determined.*

KEYWORDS: DRYING PROCESS, ZEOLITE, DRUM DRYER, BULK MATERIAL, MODERNIZATION.

АНОТАЦІЯ. *Визначено особливості конструкцій барабанних сушарок для сушіння сипких матеріалів, а саме цеоліту, проведено імітаційне моделювання руху цеоліту в барабанній сушарці, отримано оптимальний час перебування матеріалу в сушильній камері, визначено методи оптимізації процесу сушіння та встановлено шляхи модернізації конструкції барабанної сушарки.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОЦЕС СУШІННЯ, ЦЕОЛІТ, БАРАБАННА СУШАРКА, СИПКИЙ МАТЕРІАЛ, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

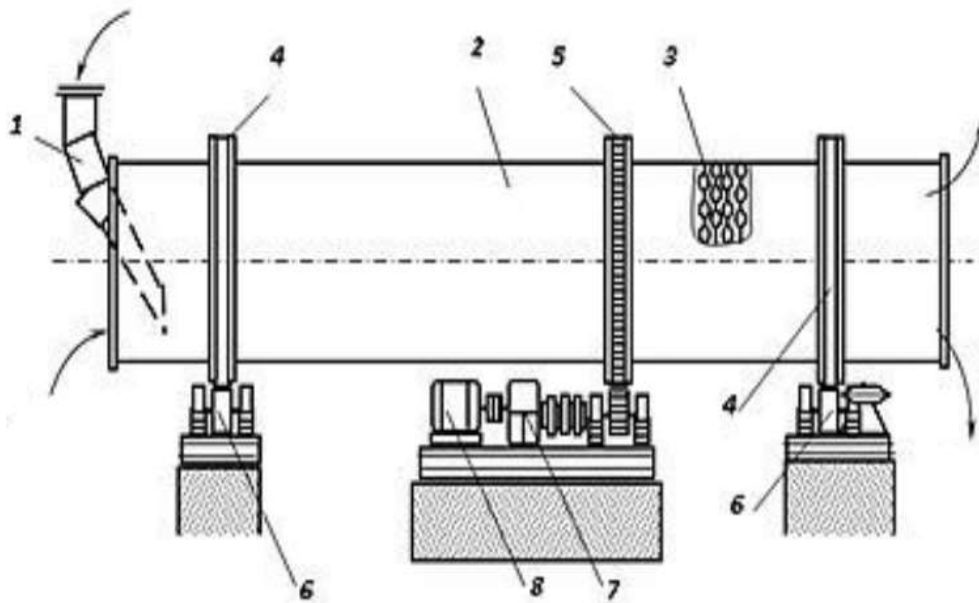
Zeolite – is a large group of similar in composition and properties of minerals, aqueous aluminosilicates of calcium and sodium from the subclass of frame silicates, with glass or mother-of-pearl luster, known for their ability to give and absorb water again depending on temperature and humidity. Zeolite is used in almost all spheres of human life from medicine to agriculture. Mankind has long known about the healing properties of zeolite. In many nations, this mineral has been used to treat gastrointestinal diseases.

Drum dryers are mainly used in the technology of zeolite production. However, the disadvantage of such designs of dryers is the complexity of the design, high consumption of electricity and gas.

The purpose of this work is to increase the efficiency of the heat exchange surface and intensify the drying process of zeolite in a drum dryer.

The problem is solved due to the fact that the simulation simulation determines the optimal residence time of the material in the drying chamber, which should be equivalent to the drying time. Accordingly, with the obtained residence time of the material in the drying chamber, it is possible to obtain the geometric dimensions of the drying unit.

Figure 1 shows the scheme of a drum drying unit for drying zeolite.



- 1 - loading tray; 2 - drum; 3 - chain nozzles; 4 - bandage; 5 - drive crown gear;
6 - rollers; 7 — reducer; 8 - electric engine.

Figure 1 - Scheme of a drum dryer for drying zeolite

The drying drum is a hollow welded cylinder 2 made of sheet steel, to the walls of which are welded on the inside of the chain nozzles 3.

The drum 2 is mounted on two bands 4 and rotates on two pairs of rollers 6 by means of an electric motor 8 and a gearbox 7 through the drive ring gear 5 located on its outer surface.

Chain nozzles 3 serve to prevent smearing of the drum with the drying material.

Intensify the drying process and increase the efficiency of the drum dryer by increasing the temperature and speed of the drying agent, as well as by maximizing the sealing of the drying chamber in order to prevent the ingress of atmospheric air.

The operation of drying drums is significantly affected by: the tightness of the installation both during loading and unloading of the material; use of appropriate nozzles; initial temperature of gases (drying agent); the speed of gas flow of the material in the dryer.

The mode of operation of drum dryers largely depends on the size and humidity of the zeolite. The coefficient of filling of the drying drums with zeolite varies from 0.15 to 0.25. The speed of the agent at the exit of the drum is not more than 5 m / s. The temperature of the agent at the exit of the dryer 70-150 ° C, drying time 15-40 minutes, the number of revolutions of the drum - from 1 to 6 per 1 minute.

References:

1. Petrov, P.O. Obgruntuvannja zastosuvannja barabannoï susharki u virobnictvi dehromatora [Tekst] / P.O. Petrov, S.I. Jakushko // materialy Vseukraïns'koï mizhvuzivs'koï naukovo-tehnichnoï konferencii / Redkol.: O.G. Gusak, V.G. Cvtuhov. - Sumi : SumDU, 2010. - Ch.I. - S. 144.

2. Jarovij, V. L. Udoskonalennja konstrukcij barabannih susharok dlja sushinnja sipkih harchovih produktiv / V. L. Jarovij, R. L. Jakobchuk // Suchasni tehnologii ta obladnannja harchovih virobnictv : tezi dopovidej mizhnarodnoï naukovo - tehnichnoï konferencii, 29-30 veresnja 2011 r. – Ternopil': Ternopil's'kij nacional'nij tehnichnij universitet im. I.Puljuja. - 2011.

УДК 66.048.3.069.82(048.83)

**IMPROVEMENT OF THE CONTACT TRAY OF THE MASS
TRANSFER APPARATUS**

Sameliuk Oleksandr, Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The proposed new design of the plate of the mass transfer apparatus in which each of the gas pipes is in the form of a truncated cone, which substantially reduces the technological stresses and concentrations in the shelves. The advantage of such a plate is the simplification of manufacturing and the increasing reliability during operation*

Key words: MASS-TRANSFER APPARATUS, CONTACT TRAY, BUBBLING.

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТАКТНОЇ ТАРІЛКИ
МАСООБМІННОГО АПАРАТА**

студент Самелюк Олександр, к.т.н., доц. Андреев Ігор

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Запропонована нова конструкція контактної тарілки масообмінного апарата, в якій кожний з газових патрубків виконано у вигляді зрізаного конуса, що істотно зменшує технологічні напруження та концентрацію напружень у полотні тарілки. Перевагою такої тарілки є спрощення її виготовлення, а також підвищення надійності під час експлуатації.*

Ключові слова: МАСООБМІННИЙ АПАРАТ, КОНТАКТНА ТАРІЛКА, БАРБОТАЖ.

Contact trays are common in heat and oil exchange equipment of chemical, oil refining, food and many other industries.

Cap tray are one of the most efficient working elements of mass exchange machines, which provide high efficiency of operation in a wide range of heavy and light phase loads.

Despite the efficiency and reliability of the existing contact trays of mass exchange machines, which have proved to be effective in handling a wide variety of environments, the search for ways to improve their design has continued over the past decades [1]. First of all, this can be explained by the desire of researchers and designers to develop designs of universal contact trays rather than specialized ones, which will allow to efficiently handle many environments with different properties.

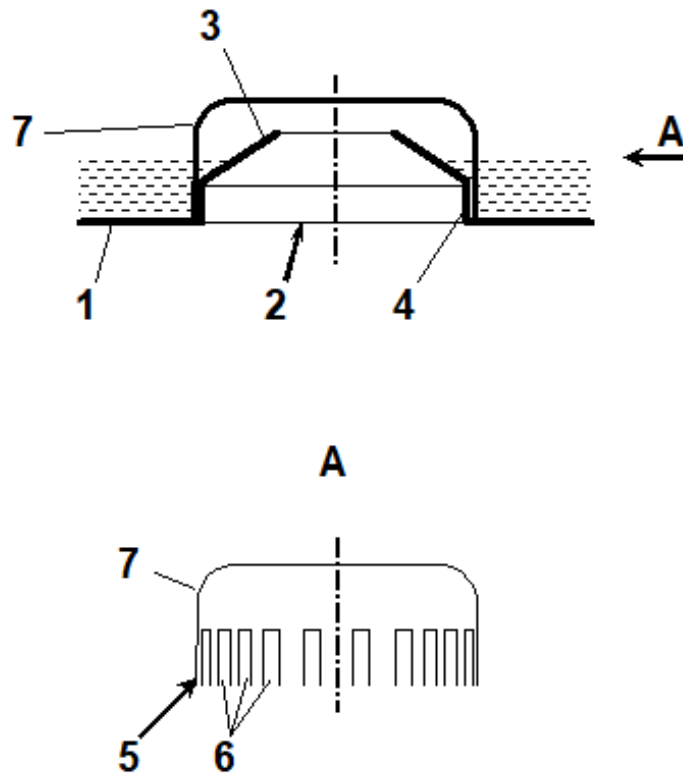
A disadvantage of existing typical caps is their complex construction, which in turn complicates the installation and removal of caps on the device.

The authors proposed a new design of the trays, which simplifies the production of a horizontal tray deck and improves the operational characteristics of the contact device [2].

The proposed tray comprises a horizontal sheet 1 which is mounted upwards by openings 2 in such a way that gas pipes 3 are formed and are directed upwards by cylindrical annular projections 4 which are coaxial with them, Caps 7 are fixed on the bases of 5 with slots and / or slots 6, wherein each of the gas pipes 3 is in the form of a truncated cone, the diameter of the larger base of which is equal to the diameter of the corresponding cylindrical annular projection 4 (figure 1).

The tray works like this.

During the operation of the mass exchange apparatus, the heavy phase moves along the horizontal canvas 1 of the tray, and the light phase passes through the gas pipes 3, the annular space between them and the caps 7, their vertical slots and / or slots 6 and further through the heavy phase layer, It moves on a horizontal canvas 1.



1 – horizontal sheet, 2 – openings, 3 – gas pipe, 4 – cylindrical annular projection,
5 – base, 6 – slit, 7 – cap

Figure 1 – Contact tray for mass exchange apparatus

The proposed contact tray simplifies the manufacture thereof and also increases the reliability of the mass exchange apparatus.

References:

1. Андреев І. А., Мікульонок І.О., Орел О.Ю., Чайківський К. В. Наука онлайн: Перспективні конструкції контактних тарілок масообмінних колон. Міжнародний електронний науковий журнал. 2019. № 9. <https://nauka-online.com/ua/publications/tehnicheskie-nauki/2019/9/perspektivnye-konstruktsii-kontaktnyh-tarelok-massoobmennyh-kolonn/>
2. Тарілка масообмінного апарата: пат. 146174 U Україна: МПК В01D 3/20 (2006.01). № u202006320; заявл. 29.09.2020; опубл. 21.01.2021, Бюл. № 3.

УДК 544.723

IMPROVEMENT OF THE ADSORBER DESIGN

Trachuk Egor, Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. The new design of the apparatus for adsorption process is introduced. As a result of the improvement carried out, the experimented adsorbent from the perforated barrel can be removed quickly and reliably, thereby significantly increasing the usability of the adsorber.

Key words: ADSORPTION, ADSORBER, SORBENT, REGENERATION.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ АДСОРБЕРА

студент Трачук Єгор, к.т.н., доц. Андреев Ігор

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Анотація. Наведена нова конструкція апарата для здійснення процесу адсорбції. В результаті проведеного удосконалення забезпечується швидке й надійне видалення відпрацьованого адсорбенту з перфорованого стакану, а отже істотно підвищується зручність експлуатації адсорбера.

Ключові слова: АДСОРБЦІЯ, АДСОРБЕР, СОРБЕНТ, РЕГЕНЕРАЦІЯ.

Equipment for separation of gas and liquid media of homogeneous systems, including adsorption and ion-exchange processes, is used in chemical, oil-refining, food and other industries, as well as in water purification.

Adsorber operation features periodic regeneration and full adsorbent reboot. As the device works, the micropore is inevitably filled with a pollutant, which gradually

reduces the efficiency of capture of undesired or harmful components of the gas phase.

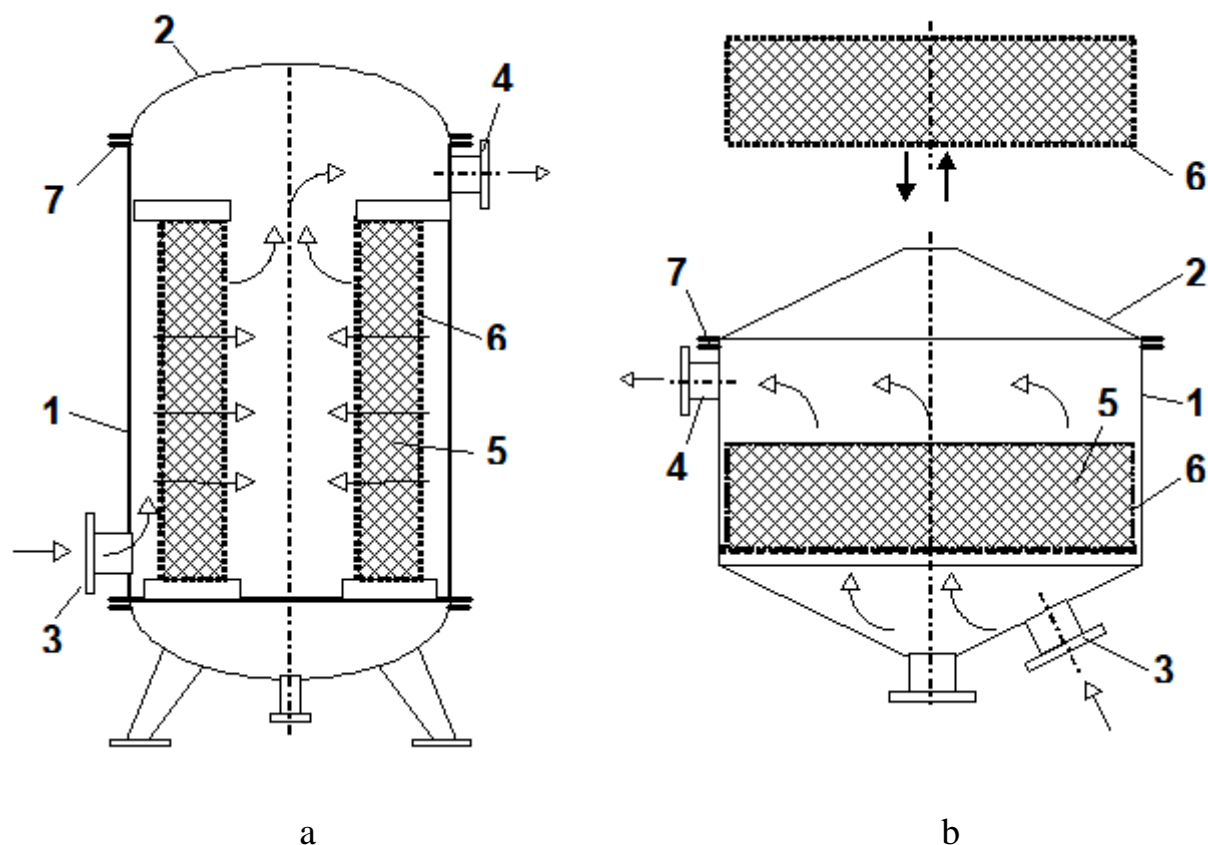
Batch action adsorbers with a fixed layer of adsorbent have become widespread in industry. That type adsorber consists of a vertical housing, a removable lid, connections, a perforated barrel filled with adsorbent, and an unloading hatch arranged on the bottom of the perforated barrel.

Despite a simple design, the specified adsorber is characterized by low serviceability. Then, if an adsorbent in the adsorber needs to be replaced, a discharge hatch is opened and through it the adsorbent is removed. However, on the bottom of the perforated nozzle, on the side opposite the discharge hatch, a stagnation zone is formed, which makes it significantly more difficult to completely remove the spent adsorbent from the perforated barrel.

To ensure the quick and reliable removal of the used adsorbent from the perforated barrel, which significantly increases the usability of the adsorber, the authors proposed that the perforated barrel must be designed in such a way that it is removable from a vertical housing and can be removed by the mounting thereof in a vertical housing through the top base of the vertical housing, provided that the head is removed.

In the most acceptable example of an adsorber design, a removable head with a vertical body can be connected by a bayonet lock.

The perforated barrel can be embodied in the form of an annular cylinder (figure 1a) or in the form of a cylinder (figure 1b).



1 – housing, 2 – head, 3, 4 – nozzle, 5 – adsorbent, 6 – perforated barrel,
7 – bayonet lock

Figure 1. Adsorbers with perforated barrels that embodied in the form of an annular cylinder (a) and in the form of a cylinder (b).

The proposed adsorber design significantly improves the serviceability of the adsorber.

Перелік посилань:

1. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: в 2 кн. М.: Химия, 1981. Кн. 2. 812 с.
2. Адсорбер: пат. 146021 U Україна: МПК F25B 37/00 (2021.01), B01D 53/04 (2006.01). № u202006319; заявл. 29.09.2020; опубл. 13.01.2021, Бюл. № 2.

УДК 544.723

FLAME CATCHER

Koliadenko Vladyslav, Andreiev Igor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Abstract.** The above-mentioned constructions and the principle of its operation. The invention relates to perfecting a flame catcher nozzle which is highly efficient, ensures the recycling of glass industry wastes, and reduces the cost and mass of flame catchers,*

Key words: FLAME CATCHER, FIRE RETARDANT MATERIAL, FLAME LOCALIZATION.

ВОГНЕЗАТРИМУВАЧ

студент Коляденко Владислав, к.т.н., доц. Андреев Ігор

Національний технічний університет України

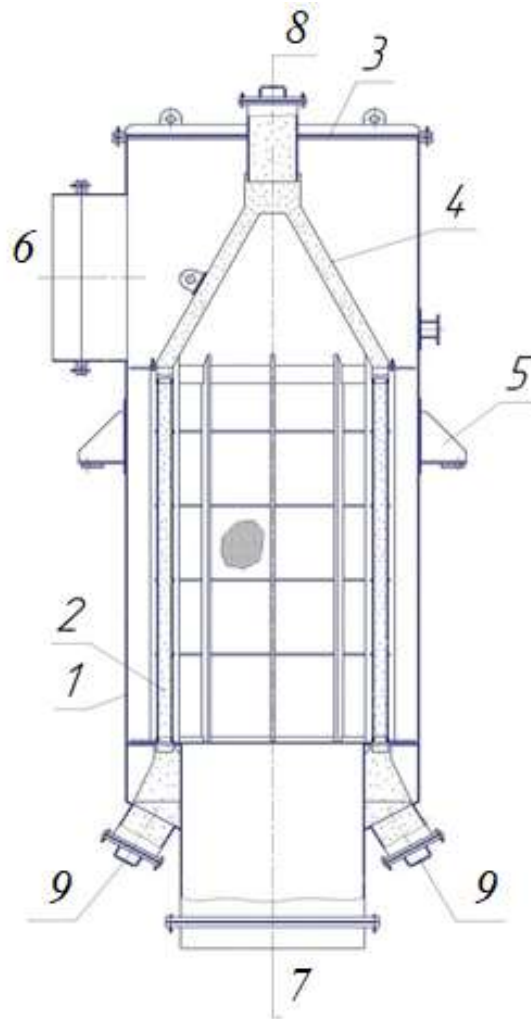
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

***Анотація.** Наведені конструкція вогнезатримувача і принцип його роботи. Запропоновано вдосконалення насадки вловлювача полум'я, яка характеризується високою ефективністю, забезпечує утилізацію відходів скляної промисловості, зниження вартості і маси засобів для вловлювання полум'я.*

Ключові слова: ВЛОВЛЮВАЧ ПОЛУМ'Я, ВОГНЕЗАТРИМУЮЧИЙ МАТЕРІАЛ, ЛОКАЛІЗАЦІЯ ПОЛУМ'Я.

Flame catcher is designed to prevent flames from spreading through gas lines. In order to prevent the propagation of flames, a layer of bulk material - a nozzle - is used in such devices, which can be in the form of a combination of natural or ground

stone - pebbles, gravel or crushed stone. A typical design of the device is shown in the figure 1.



1 – body, 2 – nozzle, 3 – flat cover, 4 – conical bottom, 5 – pylon;
6 – fitting for input, 7 – fitting for evacuating mixtures, 8 - hatch for filling of a
nozzle, 9 – hatches for unloading of a nozzle.

Figure 1. Flame catcher

Flame catcher is a steel vertical cylindrical apparatus consisting of a body 1, a basket and a flat cover 3. Inside the apparatus is a basket consisting of a frame on which the meshes are fixed. In the annular section formed from the nets, a nozzle 2 is filled in. The nozzle is loaded through hatch 8 and unloaded through four hatches 9 in the lower part of the body.

The disadvantage of the nozzles that are used in our time is considerable mass and quite high cost due to the need to obtain the free-flowing material of the desired fraction.

The authors proposed the use of glass fibre as a nozzle for a flame catcher. In the most suitable example of a technical solution, the glass-glass-containers shall be applied [1].

The use of the proposed technical solution makes it possible to recycle glass containers, which have lost their consumer properties (in particular glass bottles and bottles). This makes the flame catcher nozzle highly attractive in terms of ecology and cost.

The use of a glass-glass-glass container as a flame catcher nozzle also provides a low hydraulic resistance of the above nozzle, Since the curvilinear fragments of glass-glass-glass-fibreglass are guaranteed to form channels between each other for the passage of the gas flow and the retention of the flame (the melting point of the quartz glass pane is 1700-1800°C).

The use of the proposed technical solution makes it possible to use the nozzle of a flame catcher, which is characterized by high efficiency and low cost and mass.

References:

1. Застосування склобою як насадки вловлювача полум'я: пат. 146020 U Україна: МПК В01D 3/20 (2006.01). № u202006320; заявл. 29.09.2020; опубл. 21.01.2021, Бюл. № 3.

УДК 66.074

SULFUR PRODUCTION TECHNOLOGY

student Krombet M., PhD, senior lecturer Haidai S.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

***Abstract.** An analysis of existing types of production technologies that can be used to obtain vas made. The necessity of using the absorber in the technological scheme of sulfur production is substantiated.*

Keywords: SULFUR PRODUCTION TECHNOLOGY, COMBUSTION PRODUCTS, ABSORBER, INDUSTRY.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СІРКИ

студент Кромбет М., к.т.н., ст. викл. Гайдай С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

***Анотація.** Проведено аналіз існуючих видів технологій виробництва, які можна застосовувати для одержання. Обґрунтовано необхідність використання абсорбера в технологічній схемі виробництва сірки.*

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СІРКИ, ПРОДУКТИ ЗГОРЯННЯ, АБСОРБЕР, ПРОМИСЛОВІСТЬ.

Sulfur is the tenth most common element by mass in the universe, and the fifth most common on Earth. Though sometimes found in pure, native form, sulfur on Earth usually occurs as sulfide and sulfate minerals. Being abundant in native form, sulfur was known in ancient times, being mentioned for its uses in ancient India, ancient Greece, China, and Egypt. Historically and in literature sulfur is also called brimstone, which means "burning stone". World sulfur production is ~ 70 million tons / year, Figure 1 and 2.

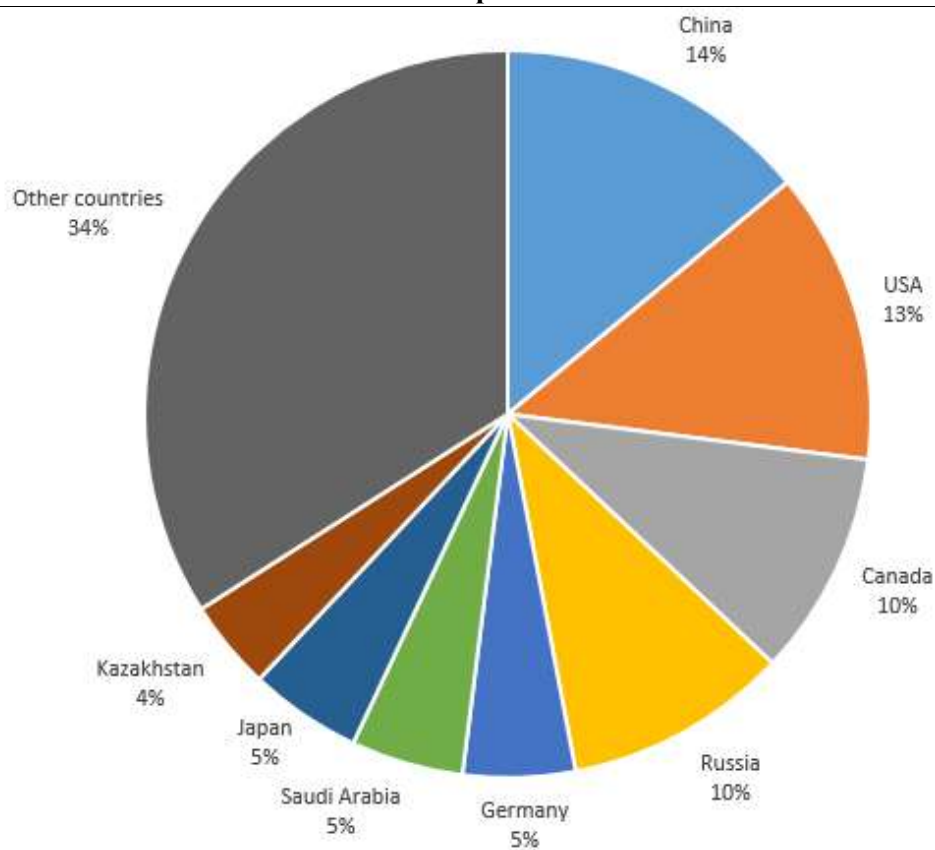


Figure 1 – World sulfur production

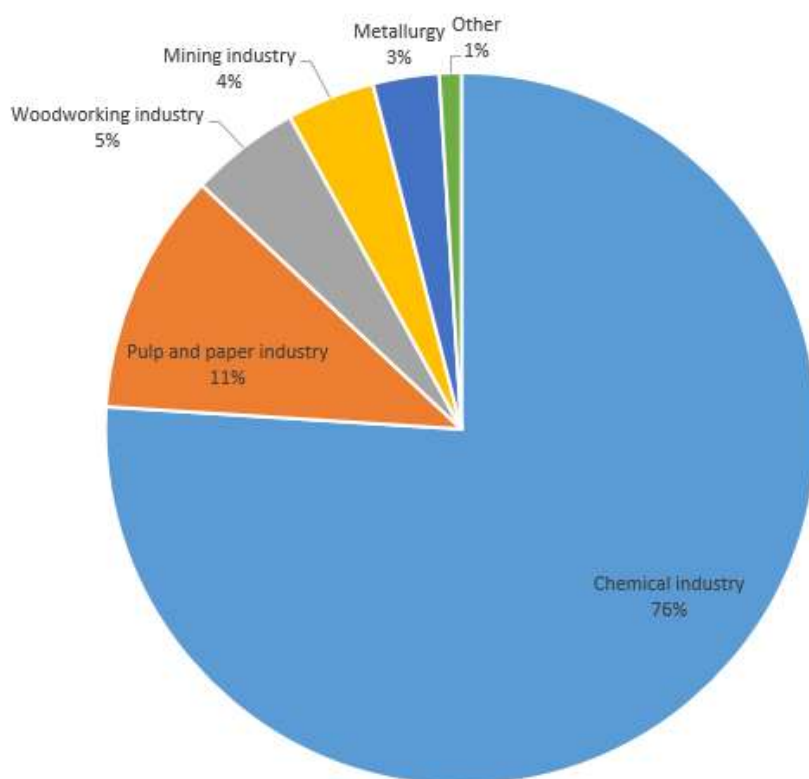


Figure 2 – Structure of sulfur production

The most common are the following processes of sulfur production.

1. Direct Klaus process, including the processing of acid gas with high ammonia content.

This method of obtaining sulfur is based on the partial oxidation of hydrogen sulfide acid gas by burning it in an insufficient amount of air for complete combustion. In this case, up to 75% of the sulfur contained in the initial hydrogen sulfide can be obtained in the furnace of the thermal reactor. Further extraction of sulfur is carried out on the catalyst in catalytic stages and, if necessary, on the installation of purification of exhaust gases. The process is used at a concentration of hydrogen sulfide in acid gas of 45 - 100% mol.

The presence of ammonia in the acid gas can adversely affect the performance of the installation. Therefore, special measures are taken to burn it to nitrogen in the thermal stage. The degree of conversion of hydrogen sulfide to sulfur when using this technology depends on the concentration of hydrogen sulfide in the acid gas and is 95 - 96% for the scheme with two catalytic stages and 97 - 98% for the three-stage scheme.

2. The process of "direct oxidation" of hydrogen sulfide on the catalyst to elemental sulfur.

The essence of the process is to carry out the reaction of hydrogen sulfide with oxygen in the air on a special catalyst. The process is used at a concentration of hydrogen sulfide in acid gas from 0.1 to 0.5 to 9% mol. In the case of low concentrations of hydrogen sulfide - up to 3% mol - the process is carried out in 1 step, with increasing concentration, the number of steps is increased. As a rule, the degree of conversion of hydrogen sulfide to sulfur in the direct oxidation unit without additional purification of tail gases does not exceed 85%.

3. Obtaining sulfur by the method of "1/3 - 2/3".

The process is used at a concentration of hydrogen sulfide in acid gas of 20 - 45% mol. The essence of the process is that part of the acid gas (up to 2/3 of the total) is bypassed past the thermal reactor directly into the catalytic reactor. And the remaining acid gas is burned in a thermal reactor under conditions that ensure

complete combustion of hydrogen sulfide. Thus, sulfur is formed only in catalytic stages, of which there may be several. The process has technological shortcomings that have led to its limited scope. The total degree of conversion of hydrogen sulfide to sulfur for this technology depends on the number of catalyst steps used and the composition of the acid gas fed for processing.

4. The process of sulfur production with the combustion of part of the formed sulfur.

The process is used when the concentration of hydrogen sulfide in the acid gas is less than 20% mol. The essence of the process is that the sulfur dioxide required for the Klaus reaction is formed by burning part of the obtained sulfur. This technology has the same disadvantages as the "1/3 - 2/3" process, but in some cases this technology is preferred. The total degree of conversion of hydrogen sulfide to sulfur when using this technology depends on the number of catalyst stages used and can reach up to 98%.

5. Sulfur production process with recirculation of part of process gas.

The process is used at low hydrogen sulfide content in acid gas. The essence of the process is that to reduce the overheating of the catalytic reactor in the process of obtaining sulfur, part of the reacted gas is fed to the inlet of this reactor. A special catalyst is used in the process; a gas blower is used. The degree of conversion of hydrogen sulfide is determined by the number of catalytic stages.

It should be noted that when using any of the above methods of obtaining sulfur in the production scheme, it is important to use an absorber. Because in any case, the production will be either emissions of flue gas, which may have residues of sulfur or its oxide, or emissions of acid gas.

There are currently several methods for desulfurizing gas streams. However, in recently, the most widespread are the so-called semi-dry methods: absorption-thermal and absorption-adsorption.

The essence of these methods is subtle spraying water and reagent in a gas stream. At the same time along with the purification of gases from sulfur dioxide occurs complete evaporation of moisture, and the resulting solid particles are

removed in the bag filter. In addition to sulfur oxides, from flue gases also remove other harmful components.

Solid reaction products such as calcium sulphates, sulphites, chlorides, fluorites and carbonates together with unreacted lime are removed with the exhaust gases in the bag filter.

You can also consider using a conventional plate or nozzle absorber.

The acid gas supplied for cleaning enters the lower part of the absorber. This unit usually contains 20 to 24 plates, but for small installations it can be a column equipped with a nozzle. An aqueous solution of the amine enters the upper part of the absorber. As the solution flows down the plates, it is in contact with the acid gas as the gas moves up through the layer of liquid on each plate. When the gas reaches the top of the vessel, almost all of the H₂S and, depending on the absorbent used, all of the CO₂ is removed from the gas stream. The purified gas meets the specifications for, hydrogen sulfide and carbon dioxide, total sulfur.

References:

1. Очистка кислых газов от сероводорода [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://pronpz.ru/ustanovki/ochistka-kislyh-gazov.html>.
2. Загоруйко А. Н. Производство серы и серной кислоты [Электронный ресурс] / А. Н. Загоруйко – Режим доступа до ресурсу: <https://lib.nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/621/>.
3. Производство серы из сероводородсодержащих и нефтезаводских газов методом Клауса [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://neftegaz.ru/science/petrochemistry/331601-proizvodstvo-sery-iz-serovodorodsoderzhashchikh-i-neftezavodskikh-gazov-metodom-klausa/>.
4. Sulfur [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sulfur>.
5. Технология комплексной пыле-сероочистки дымовых газов [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://progress.ua/upload/iblock/21a/21a6aa297eb58aaf141094b8bfb95594.pdf>.

б. Корнієнко Я. М. Процеси та обладнання хімічної технології
Навчальне видання. Я. М. Корнієнко, Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульнок, В. Л.
Ракицький, Г. Л. Рябцев. – Київ. – 2010.

UDC 661.33

**THE MODERNIZATION OF THE EVAPORATOR FOR BRINE
PURIFICATION IN THE SODA ASH PRODUCTION**

student Matvienko A.A., assistant professor, Ph.D. Hulienko S.V., senior
lecture, Ph.D. Sachok R.V.

**National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»**

Анотація: *Розглянуто модернізовано конструкцію випарного апарата, призначеного для очищення ропи у виробництві кальцинованої сади. Модернізація спрямована на підвищення ефективності вилучення краплин рідини з вторинної пари та полягає у встановленні в сепараторі сопла нової конструкції.*

Ключові слова: СОДА, ВИПАРЮВАННЯ, КОНЦЕНТРУВАННЯ, ВТОРИННА ПАРА, СЕПАРАТОР, СОПЛО.

Abstract: *The modernization of the construction of the evaporator for brine purification in the ash soda production is considered. The modernization is designed to increasing of the effectivity of the removing of the liquid drops from the valor and it consist in the installing in the separators the jets od the novel construction.*

Keywords: SODA, EVAPORATION, CONCENTRATING, SECONDARY VAPOR, SEPARATOR, JET.

The sodium carbonate (soda ash) obtaining is a multistage process and the technological plant involves several separated blocks. Brine purification is one of the parts of this technological plant. The sodium carbonate is used in the production of aluminum from bauxites, in oil refining and oil production, in the production of synthetic fibers, cellulose, synthetic detergents, etc. The ash soda is also used in grand amounts in the production of glass, soap, and paper, in the textile industry, and housekeeping [1].

The modernization of the evaporation plant is necessary for increasing the final concentration and improving the quality of the obtained salt, and also for decreasing the value of this process of production and decreasing the technological impact on the environment. The main direction of the improvement of the soda technology is the combination with the production of nitrogen media and the development of waste-free manufacturing [1].

In this work the modernization of apparatus for brine evaporation in its purification process is considered.

The evaporator, which consist the vertical cylindrical shell with the top and bottom closures, the heating chamber, the circulation tube, the separation part, which consists the centrifugal separator, which is made in a form of the cylindrical and conical tank with the inserted plain jet [2], is the closest by the essence to the proposed technological idea.

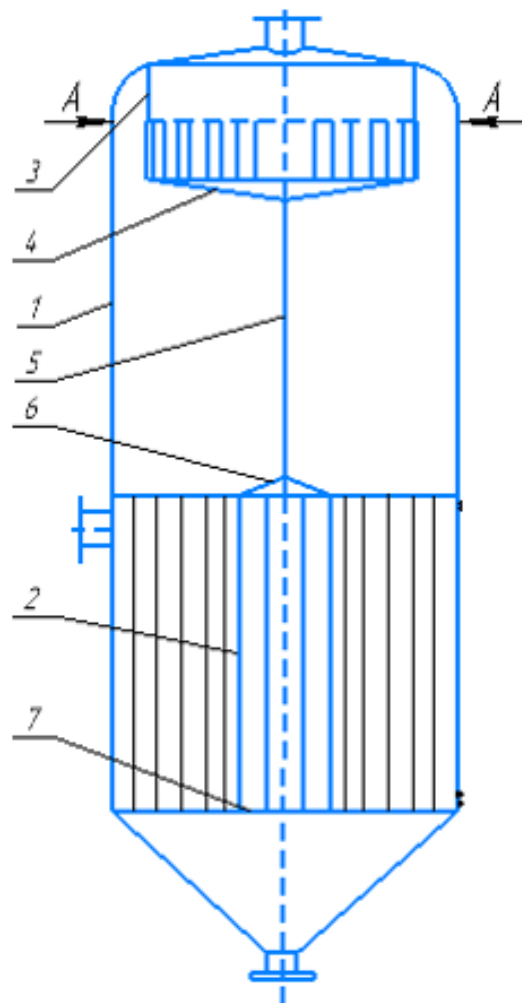
The main disadvantage of this construction is the insufficient effectivity of the jet and centrifugal force.

The proposed technological idea is based on the aim to increase the effectivity of the jet and to increase the impact of the centrifugal force in the evaporator.

The set task is archived in the following way. The evaporator (figure 1), which consist the vertical cylindrical shell with the top and bottom closures, the heating chamber, the circulation tube, the separation part, which consists the centrifugal separator, which is made in a form of the cylindrical and conical tank with jets have the novel design of the jets according to the proposed technological idea namely the jets are made in an arcuate form and with parabolic cross section (figure 2).

The evaporator behaves in the following way. After filling of the boiling tubes by the evaporated liquid, the heating agent (vapor) is discharged into the heating chamber (tubular annulus). The liquid in the tubes is heated and evaporated. The formed secondary vapor flows with the drops of the liquid from upper tube space to the separator through the arcuate jets with parabolic cross section. In this case the jets are the especially shaped close channels, which are destined for the acceleration of the vapor-liquid mixture to the necessary velocity. Leaving the jets the vapor

liquid mixture enters to the internal part of the separator. The centrifugal force, which appears during this, influents to the liquid drops and throw off its to the walls of the separator. Therefore, the caught liquid flows to the conical tank 4, the by the tube 5 fall to the liquid (solution) chamber of the evaporator. The overflow tube 5 acts also as hydraulic hitch of the separator. The pacificated secondary vapor leave the separator and it is delivered to the heating of the next frame body of the evaporator or others heat consumers.



1 - shell, 2 – circulation tube, 3 – cylindrical tank of the separator 4 – conical tank of separator, 5 – overflow tube, 6,7 – connecting parts

Figure 1 – The scheme of evaporator

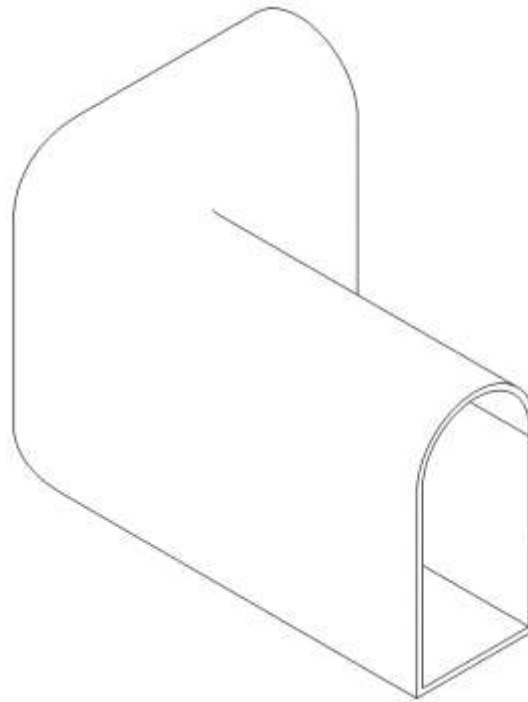


Figure 2 – The proposed construction of the jet.

The proposed construction of the jet allows to increase its effectivity and the centrifugal force which is developed in the apparatus. It should be notice, that the kets in this separator are used for increasing of the flow velocity and, correspondingly, increasing of the centrifugal force, which influences to the flow, which promotes the effective removing of the liquids drops from vapor.

References:

1. Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА», 2005. – 552 с.
2. Патент №UA 80776 U Україна, МПК B01D 1/00, F22B 37/00, заявл. 14.02.2006, Опубл. 25.10.2007 Бюл. № 17

УДК 664.8.047

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ПЛОДІВ АЙВИ

к.т.н. Гусарова О.В., к.т.н. Шапар Р.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України

***АНОТАЦІЯ.** Розроблено енергоефективні режими зневоднення плодів айви під час одержання чипсів, які забезпечують максимальне збереження натуральних поживних речовин, що містяться у свіжих плодах.*

***КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АЙВА, ФРУКТОВІ ЧИПСИ, КОНВЕКТИВНЕ СТАДІЙНЕ СУШІННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.*

RESEARCH OF THE CONVECTIVE DRYING PROCESS QUIET FRUIT

Ph.D. Husarova O., Ph.D. Shapar R.

Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine

***ABSTRACT.** Energy-efficient regimes for dehydration of quince fruits during chip production have been developed. The proposed regimes ensure maximum preservation of natural nutrients contained in fresh fruit.*

***KEYWORDS:** QUINCE, FRUIT CHIPS, CONVECTIVE STAGE DRYING, ENERGY EFFICIENCY.*

Айва містить безліч корисних речовин. В її складі є глюкоза, фруктоза, яблучна і лимонна кислота, пектинові речовини, солі заліза, калію, фосфору і кальцію, вітаміни А, В, С, Е і РР. Айва характеризується низькою калорійністю, завдяки чому користується прихильністю дієтологів. У свіжому вигляді айву вживають вкрай рідко, бо вона відзначається кислим і терпким смаком [1]. Альтернативним варіантом свіжій айві є споживання у вигляді сушених продуктів, наприклад, чипсів.

Наявність в складі айви цукрів, органічних кислот і пектинових речовин ускладнює процес сушіння, тому метою роботи є розроблення енергоефективних режимів зневоднення плодів під час одержання чипсів та збереження натуральних поживних речовин сировини.

Об'єкт та методи дослідження. В якості об'єкту дослідження використано свіжі плоди айви нарізані кружальцями або напівкружальцями завтовшки 1...4 мм. Вивчення кінетики процесу конвективного сушіння проводили на експериментальному стенді з системою автоматичного збору та обробки інформації до залишкової вологості матеріалу яка не перевищує 8 % у режимах стадійного зневоднення в діапазоні температур сушильного агента від 55 до 95 °С, швидкості руху 1,5 м/с, вологовмісті 10 г/кг сухого повітря.

Результати та їх обговорення. Результати теоретичних та експериментальних досліджень показали, що обов'язковою умовою переробки рослинної сировини є тепловолога обробка тканин, тривалість та ефективність якої залежить від матеріалу, його ступеня зрілості та подрібнення [2].

Нами доведено, що перед сушінням необхідно здійснювати паротермічну обробку плодів айви за температури 75...88 °С з витримкою протягом 30...60 с [3]. Айва – пектиновмісна сировина, а отже паротермічна обробка сприяє гідролізу протопектину в розчинну форму. Обробка також стабілізує колір, інактивує ферментну систему та збільшує клітинну проникність. Збільшення клітинної проникності інтенсифікує тепломасообмін під час сушіння.

Експериментально визначено, що сушіння доцільно проводити у режимі двостадійного зневоднення, на першій стадії при температурі теплоносія 65...95 °С до рівноважної з навколишнім середовищем вологості матеріалу, а на другій за температури 55...60 °С. Одержані чипси мали світло-кремовий колір, приємний солодкий смак і запах, характерний свіжій айві, хрустку структуру [3].

Зазначений температурний діапазон запобігає виникненню незворотних процесів, які здатні призвести до погіршення якості продукту, оскільки температура матеріалу впродовж процесу підтримується на рівні 55...60 °С.

Побудовані графічні залежності показали, що видалення вологи з плодів айви проходить зі спадною швидкістю впродовж усього процесу. Порівняльний аналіз кривих кінетики сушіння в межах досліджених параметрів показує скорочення тривалості процесу в режимах двостадійного зневоднення від 10 до 20 % порівняно з одностадійним.

Чипси з фруктів, як продукти здорового харчування, використовують для приготування десертів або вживають як самостійні продукти. Коло споживачів представлено ресторанными, освітніми, туристичними, спортивними та іншими закладами.

Висновки. Таким чином, на підставі узагальнення закономірностей вологообміну під час тепловологої обробки й сушіння айви, встановлено та рекомендовано оптимальні режими проведення процесу, які скорочують тривалість, знижують енерговитрати та забезпечують максимальне збереження натуральних поживних речовин, що містяться у свіжих плодах.

Перелік посилань:

1. Айва: користь і шкода яскравого осіннього суперфуду. [Електронний ресурс]: [Веб сайт] – Електронні дані. – Назва з екрану – Режим доступу: <https://lifestyle.segodnya.ua/ua/lifestyle/food/ayva-polza-i-vred-yarkogo-osennego-superfuda-1185106.html> (дата звернення 22.03.2021 р.)

2. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О. Тепломасообмінні технології переробки пектиновмісної сировини: монографія. НАН України, Ін-т техн. теплофізики. Київ: СІК ГРУП Україна, 2018. 228 с. ISBN 978-617-7457-69-4.

3. Пат. 72873, Україна, МПК ⁶ A23B 7/02, F26B 3/0. Спосіб виробництва чипсів із айви / Ю.Ф. Снежкін, Р.О. Шапар, О.В. Гусарова. заявл. 26.03.2012; опубл. 27.08.2012. Бюл. № 16.

ОЧИЩЕННЯ СПИРТУ ВІД ДОМІШОК ПРИ ЦИКЛІЧНІЙ РЕКТИФІКАЦІЇ

к.т.н., доцент Булій Ю.В.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

д.т.н., с.н.с Ободович О.М., к.т.н. Сидоренко В.В.

Інститут технічної теплофізики, м. Київ, Україна

Анотація: *Запропоновано енергозберігаючу технологію циклічної ректифікації в масообмінних апаратах, оснащених провальними тарілками. Результатом застосування технології стало підвищення ступеня очистки етилового спирту від домішок на 30 %, збільшення концентрації спирту в бражному дистилляті на 28 %, зменшення витрат гріючої пари на 37-40 %.*

Ключові слова: СПИРТ, МАСООБМІН, КОНТРОЛЬОВАНІ ЦИКЛИ, КОЛОНА, РЕКТИФІКАЦІЯ

Abstract: *Energy-saving technology of cyclic rectification in mass exchangers equipped with failure plates is offered. The result of the application of the technology was to increase the degree of purification of ethyl alcohol from impurities by 30%, increase the concentration of alcohol in the distillate by 28%, reduce the consumption of heating steam by 37-40%.*

Keywords: ALCOHOL, MASS TRANSFER, CONTROLLED CYCLES, COLUMN, RECTIFICATION.

В умовах зростаючих цін на енергоносії розробка енергозберігаючих технологій є першочерговим завданням, актуальним для спиртової промисловості. Недостатній час контакту пари і рідини знижує ефективність масообміну на тарілках масообмінних колонних апаратів і призводить до збільшених витрат гріючої пари в процесах вилучення спирту із бражки і подальшої його очистки в типових брагоректифікаційних установках (БРУ).

Метою роботи було дослідження ефективності енергоощадної технології циклічної ректифікації в масообмінних апаратах, оснащених провальними тарілками, визначення питомої витрати пари, ступеню вилучення та кратності концентрування летких домішок спирту.

Запропонована технологія передбачала здійснення контрольованих циклів затримки і переливу рідини [1]. Для її реалізації співробітниками ТОВ «ТІСЕР» в співпраці з науковцями кафедри НУХТ і ІТТФ була виготовлена експериментальна колона з тарілками із змінним живим перерізом. Колона була оснащена рухомими переливними пристроями, з'єднаними з приводними механізмами, дія яких відбувалася відповідно до програми контролера [2]. Дослідження проводились у виробничих умовах ДП «Чуднівський спиртовий завод» в процесах перегонки бражки і вилучення етилового спирту із головної фракції (ГФ) спирту етилового.

На першому етапі проводились дослідження в процесі перегонки зрілої бражки. Під час відкривання переливних отворів живий переріз тарілок миттєво зростав від 2,6 % до 51,7 %, при цьому швидкість пари зменшувалась, і рідина після затримки переливалась через всі отвори. Подовження часу перебування бражки на тарілках до 12 с дозволило підвищити концентрацію спирту в бражному дистиляті до 63...65 % об., проводити більш глибоку гідроселекцію головних і верхніх проміжних домішок спирту в епюраційній колоні та підвищити ступінь очистки епюрату і ректифікованого етилового спирту. Встановлено, що витрати гріючої пари на перегонку бражки скорочувались на 37 % (до 14, 4 кг/дал а.а.). Спосіб виключає можливість утворення застійних зон та пригорання зважених частинок бражки, що дозволяє подовжити термін ефективної експлуатації колони без її зупинки на профілактичні роботи [3].

На другому етапі досліджень експериментальна колона працювала в режимі розгонки спиртовмісних фракцій. На тарілку живлення подавали ГФ спирту етилового разом із сивушною фракцією в кількості 10 % від абсолютного алкоголю (а.а.) бражки. На верхню тарілку безперервно надходила гаряча пом'якшена вода для гідроселекції летких домішок. Концентрація етилового

спирту в кубовій рідині становила 5...6 % об. Із конденсатора колони відбирали концентрат головної фракції (КГФ) в кількості 0,15 % від а.а. бражки, контролюючи якість ректифікованого спирту. Для проведення хроматографічного аналізу відбирали дослідні проби по висоті розгінної колони, проби кубової рідини, флегми і КГФ. Їх аналіз показав, що при подовженні часу перебування рідини на тарілках до 30 с ступінь вилучення альдегідів, вищих спиртів сивушною олією та метилового спирту зростала в середньому на 30 %, а кратність концентрування головних і верхніх проміжних домішок підвищувалась на 32 %. При цьому питома витрата гріючої пари на процес розгонки скорочувалась на 40 % (до 13 кг/дал а.а., введеного на тарілку живлення). Якісні показники ректифікованого спирту під час досліджень відповідали вимогам для категорії «Люкс».

Висновки : Використання запропонованої енергоощадної технології ректифікації з контрольованими циклами затримки рідини на ступенях контакту дозволяє підвищити ступінь очистки етилового спирту від домішок на 30 %, збільшити концентрацію спирту в бражному дистиляті на 28 % в порівнянні з типовими БРУ. При цьому питомі витрати гріючої пари скорочуються на 37-40 %, а показники товарного спирту відповідають нормативним.

Перелік посилань:

1. Патент України 89874 С2. Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною / Дмитрук А.П., Черняхівський Й.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В. – Заявлено 06.06.08; Опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.

2. Патент України 116565. Ректифікаційна колона з керованими циклами / Булій Ю.В., Шиян П.Л., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявлено 12.12.16; Опубл. 25.05.17, Бюл. № 10.

3. Булій Ю.В. Оптимизация процесса перегонки спиртовой бражки / Ю.В. Булий, П.Л. Шиян, А.П. Дмитрук, А.М. Куц // Химия и технология пищи. – Каунас: ПИКТУ, 2015. – т. 49, № 1. – с. 20-28.

УДК 536.242: УДК 621.643: УДК 620.175

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПОБУТОВИХ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

к.т.н., пр.н.с Коник А.В.¹, студентка Хоменко М.В.²

¹Інститут технічної теплофізики НАН України,

²Національний технічний університет України

«КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Мета досліджень – визначити ефективність застосування побутових електронагрівальних приладів, що мають різні принципи дії та порівнявши їх теплофізичні характеристики визначити оптимальний.

Об'єкт досліджень – теплотехнічні характеристики електронагрівальних приладів.

Предмет досліджень – типові побутові електронагрівальні прилади.

Для досліджень було обрано типові електронагрівальні прилади, що найбільше користуються попитом у споживачів, а саме:

1. Електронагрівальний прилад №1, принцип дії якого базується на інфрачервоному випромінюванні та природній конвекції. Спочатку здійснюється нагрів предметів в приміщенні, а далі від них відбувається віддача теплоти та нагрів повітря - *Біо-конвектор Venesia*.

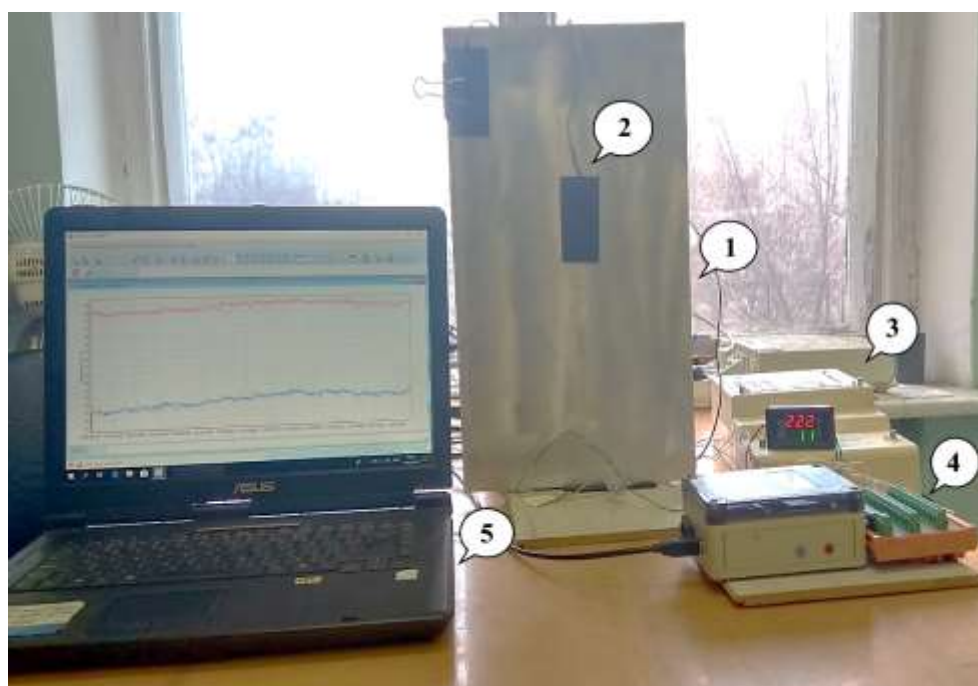
2. Електронагрівальний прилад №2, принцип дії якого ґрунтується на властивостях теплого та холодного повітря. Холодне повітря з більшою щільністю, яке знаходиться нижче теплого, зтягується в конвектор, проходить через нагрівач та підігрівається, після чого виходить через решітку у верхній частини корпусу - *електричний конвектор марки UFO*.

3. Електронагрівальний прилад №3, принцип дії якого ґрунтується на природній конвекції від площі металевого корпусу, який нагрівається за допомогою циркуляції нагрітого ТЕНом масла - *масляний радіатор WildWind*.

4. Електронагрівальний прилад №4, принцип дії якого базується на термоопорі резистору, що вмонтований в нагрівач закритого типу, який

нагрівається під час проходження через нього електричного струму, за рахунок великого опору здійснюється нагрів металевої алюмінієвої плити - *теплоелектронагрівальна панель ALMAZ TERM.*

Методика експериментальних досліджень розроблена згідно норм і вимог викладених у [1-4]. Для проведення досліджень створено експериментальний стенд зображений на рисунку 1, що дозволяє заміряти показники на поверхні електронагрівальних приладів, для подальших розрахунків. Стенд розміщується в лабораторному приміщенні площею 12 м², висотою 3,2 м з віконним отвором 3,4 м². Досліджуваний прилад приєднується до електричного лічильника, також на поверхню корпусу встановлюються сенсори теплового потоку та концентратором вимірювань з мікропроцесорним модулем реєстрації сигналів термопар "TRITON 6004TC".



- 1 – електричний опалювальний прилад; 2 – сенсори теплового потоку;
3 – електричний лічильник; 4 – концентратор вимірів Triton 6004;
5 – комп'ютер

Рисунок 1 - Експериментальний стенд для дослідження електронагрівальних приладів

При виході на стабільний режим роботи досліджуваного приладу:

- проводяться вимірювання термоЕРС сенсорами теплового потоку;
 - вимірюються показники струму та напруги, а також зміни температури в приміщенні.

Отримані експериментальні значення теплових параметрів заносимо в таблицю 1 і розрахунковим шляхом визначаємо щільність теплового потоку. Враховуємо складний теплообмін, тобто конвективну і випромінюючу складові [5], отримані значення зведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати експериментальних досліджень та розрахунків

<i>Параметри, одиниця виміру</i>	<i>Біо-конвектор Venesia</i>	<i>Електро-конвектор UFO</i>	<i>Масляний радіатор WildWind</i>	<i>Панель ALMAZ TERM</i>
<i>Потужність приладу N, Вт</i>	790	970	500	240
<i>Сила струму I, А</i>	3,5	4,4	2,7	1,1
<i>Напруга U, В</i>	224	220	220	220
<i>Опір R, Ом</i>	64	50	97	200
<i>Тепловий потік $q = K \cdot E$, Вт/м²</i>	691,5	785	611	731,2
<i>Теплота випромінювання $Q_{\text{випром}}$, Вт</i>	249	247	64,155	85,55
<i>Теплота конвективна $Q_{\text{конв}}$, Вт</i>	62,25	164,67	64,155	128,33
<i>Співвідношення $Q_{\text{в}} / Q_{\text{конв}}$</i>	80/20	60/40	50/50	80/20
<i>Сумарне теплове навантаження $Q_{\Sigma} = Q_{\text{в}} + Q_{\text{конв}}$, Вт</i>	211,25	428,14	128,31	94,106
<i>Встановлений коефіцієнт ефективності</i>	26,8	44,1	51,2	39,2

$\eta_{\text{встан}} = \frac{Q_{\text{в}} + Q_{\text{конв}}}{N} = \frac{Q_{\Sigma}}{N}, \%$				
---	--	--	--	--

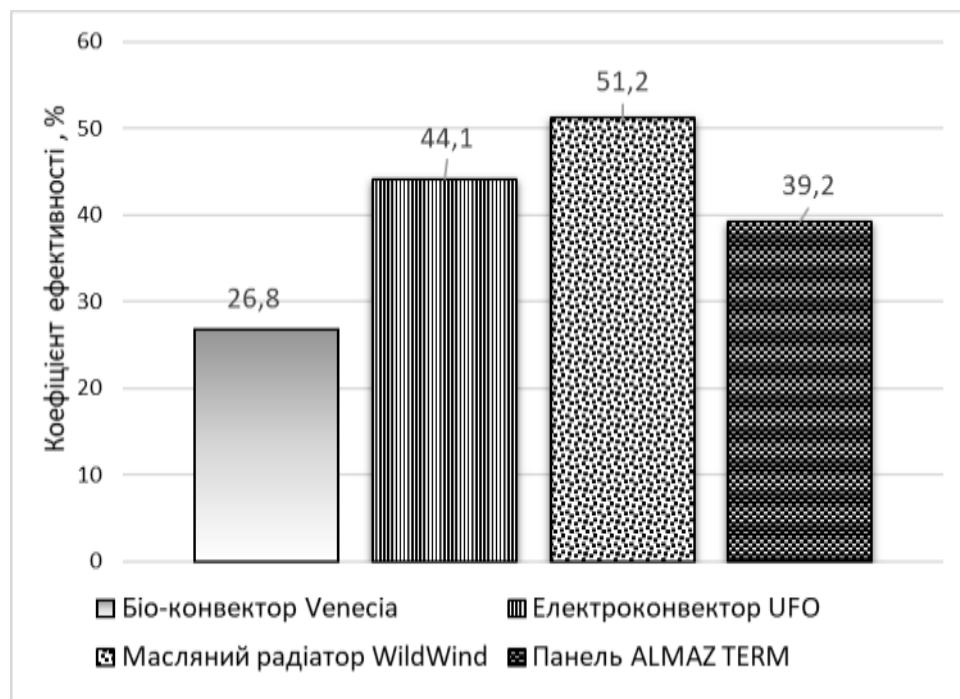


Рисунок 2 – Порівняльний аналіз ефективності роботи електронагрівальних приладів

Обговорення результатів

Аналіз експериментальних і розрахункових даних, зокрема значення встановленого коефіцієнта ефективності свідчить, що визначаючими факторами є співвідношення сумарного теплового навантаження приладу до споживаної потужності приладу та способу організації процесу обігріву приміщення.

Необхідно відзначити, що серед серійно виготовлених опалювальних приладів найвищий коефіцієнт ефективності 51,2 % має масляний радіатор *WildWind*, але за умови розташування по центру опалюваного приміщення, що забезпечує якісну організацію процесу обігріву приміщення – подвоюється робоча площа поверхні теплообміну, оскільки розрахункове значення коефіцієнта ефективності 25,6 %. Також, необхідно відзначити, що за технічними характеристиками і кліматичним комфортом масляний радіатор кращий при тривалому застосуванні.

Однак, необхідно відзначити, що значення теплового потоку серед досліджуваних приладів масляний радіатор, має найнижче. Менші значення коефіцієнтів ефективності досліджуваних приладів електричного конвектора UFO, біо-конвектора Venesia та панелі ALMAZ TERM, можна пояснити високим значенням споживчої потужності, неефективністю організації процесу обігріву та меншою робочою площею теплопередачі, адже два прилади фіксуються до стіни.

Перелік посилань

1. ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря.
2. СНіП 2.04.05-91. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
3. ДСТУ 3425-96 Агрегати опалювально-вентиляційні. Загальні технічні умови.
4. ДСТУ 3088-95 Агрегати повітряно-опалювальні. Методи випробувань.
5. Исакович Г. А.,Слуцкий Ю.Б. Экономия топливно-энергетических ресурсов в строительстве.- М.: Стройиздат, 1988,- 214 с.

УДК 663.551

ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ВАКУУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ДРІЖДЖІВ

к.т.н., доцент Булій Ю.В.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

д.т.н., с.н.с Ободович О.М., к.т.н. Сидоренко В.В., Хоменко В.А.

Інститут технічної теплофізики, м. Київ, Україна

Анотація: Представлено результати вакуумної дистиляції за визначених технологічних параметрів роботи бражної колони. Визначено, що в бражній колоні призупиняється новоутворення домішок, в бражному дистиляті зменшується вміст органічних домішок спирту, в післяспиртовій барді зберігаються цінні амінокислоти і вітаміни, та залишаються «живими» дріжджі.

Ключові слова: БРАЖКА, ДИСТИЛЯЦІЯ, ДРІЖДЖІ, БРАЖНА КОЛОНА, ВАКУУМ

Abstract: The results of vacuum distillation according to certain technological parameters of the malt column are presented. It was determined that the formation of impurities in the mash column is suspended, the content of organic alcohol impurities in the malt distillate is reduced, valuable amino acids and vitamins are stored in the post-alcoholic bard, and yeast remains "alive".

Keywords: BREWING, DISTILLATION, YEAST, MASH COLUMN, VACUUM.

Вступ. Проведення перегонки і дистиляції бражки в бражній колоні під вакуумом дозволяє отримати хлібопекарські дріжджі із барди, бражний

дистилят з меншим вмістом домішок, підвищити якість спирту і кормову цінність барди.

Матеріали і методи. Об'єкт досліджень – бражна колона циклічної дії. Методи досліджень – аналітичні, хімічні, фізико-хімічні та хроматографічні. Розрідження у верхній і нижніх частинах колони вимірювали мановакууметром.

Результати. Дослідження ефективності процесу перегонки і дистиляції бражки під вакуумом проводились Баранцевим В.І. Було встановлено, що під час перегонки бражки відсоток мертвих дріжджових клітин в барді збільшується незначно, а підйомна сила дріжджів не зменшується. Це дало підставу припустити, що перегонка бражки під вакуумом дозволить виділяти хлібопекарські дріжджі із барди.

Відомо, що оптимальною для життєдіяльності дріжджів є температура 27-33 °С. При температурі 45-50 °С дріжджі припиняють життєдіяльність.

Метою роботи було встановлення оптимальних технологічних параметрів роботи бражної колони, за яких дріжджі зберігають свою життєдіяльність.

Для вирішення поставленої задачі у виробничих умовах МПД «Сторонибабський спиртовий завод» була змонтована експериментальна бражна колона циклічної дії, оснащена лускатими провальними тарілками. Характеристики колони: діаметр – 300 мм; кількість тарілок – 24; відстань між тарілками – 400 мм; поперечний переріз отворів лусок – 51,4 мм; живий переріз колони – 2,6 %. В бражній колоні розрідження створювалось вакуум-насосом. Обігрів колони здійснювали закритим способом вторинною спиртовою парою ректифікаційної колони, дія якої відбувалася за надлишкового тиску, а вторинна пара надходила в кип'ятильник бражної колони.

Хроматографічні аналізи дослідних проб показали, що із збільшенням ступеню розрідження і зменшення температури перегонки бражки в колоні призупиняються новоутворення домішок, у тому числі складних естерів, які утворюються при взаємодії кислот і спиртів (реакції етерифікації), в бражному

дистиляті зменшується вміст органічних домішок спирту, в післяспиртовій барді зберігаються цінні амінокислоти і вітаміни, що в значній мірі покращує кормову цінність барди, та залишаються «живими» дріжджі. Виділення дріжджів в процесі сепарування барди, а не бражки, дозволяє зменшити втрати етилового спирту. Крім того, технічне рішення дозволяє зменшити витрати грючої пари завдяки обігріву бражної колони вторинною парою ректифікаційної колони. Під час роботи кип'ятильника бражної колони за низьких температур виключається загорання грючих трубок. Установка кип'ятильника дає можливість повертати конденсат пари в котельню для повторного використання.

Практично доведено, що для реалізації інноваційного способу в нижній частині бражної колони розрідження повинно становити 695 мм. рт. ст. (93 кПа), у верхній її частині 710 мм. рт. ст. (95 кПа). За таких параметрів температура в нижній частині колони становить 38 °С, у верхній її частині 28 °С.

Висновки. Встановлені оптимальні технологічні параметри роботи бражної колони, за яких хлібопекарські дріжджі зберігають свою життєдіяльність. Обґрунтовано переваги способу отримання хлібопекарських дріжджів із барди.

Перелік посилань:

1. Патент України 89874 С2. Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною / Дмитрук А.П., Черняхівський Й.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В. – Заявлено 06.06.08; Опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.

2. Патент України 116565. Ректифікаційна колона з керованими циклами / Булій Ю.В., Шиян П.Л., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявлено 12.12.16; Опубл. 25.05.17, Бюл. № 10.

3. Булій Ю.В. Оптимизация процесса перегонки спиртовой бражки / Ю.В. Булий, П.Л. Шиян, А.П. Дмитрук, А.М. Куц // Химия и технология пищи. – Каунас: ПИКТУ, 2015. – т. 49, № 1. – с. 20-28.

УДК 631.527:633

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

к.т.н., с.н.с. Целень Б.Я., к.т.н., с.н.с. Ганзенко В.В.,

к.т.н., с.н.с. Гоженко Л.П., к.т.н., с.н.с. Радченко Н.Л.

Інститут технічної теплофізики НАН України

АНОТАЦІЯ: *Наведено результати огляду, щодо перспективності застосування в Україні голозерного вівса у виробництві дієтичних продуктів, що не містять глютен. Обґрунтовано доцільність проведення досліджень спрямованих на пошук оптимальних режимів обробки голозерного вівса для наступного надання рекомендацій переробним підприємствам харчової промисловості.*

ABSTRACT: *The article describes the prospects for the use of naked oats in Ukraine in the production of dietary products that do not contain gluten. The necessity of conducting research on the choice of optimal processing regimes is substantiated. The result should be the provision of recommendations to food enterprises.*

Ключові слова: ГОЛОЗЕРНИЙ ОВЕС, ГЛЮТЕН.

Останні роки в світі спостерігається стійке зростання попиту на продукти основу яких складає голозерний овес. Такий інтерес пояснюється відсутністю у його складі білку глютену, що особливо важливо для людей неспроможних його засвоювати, а це приблизно 1% населення планети [1]. Серед найбільш затребуваних продуктів: вівсяне молоко, вівсяні напої з додаванням різноманітних фруктових добавок, вершки, батончики, пластівці, печиво, сурогат кави. Окрім відсутності глютену, голозерний овес цінний підвищеним вмістом білку (14,3-19,5%), для порівняння звичайний овес містить 12,4-16,0%, а також високим вмістом клітковини (11%), жирів (4,67%) і збалансованим вітамінним складом [2]. Серед переваг даного виду зерна також відсутність

зовнішньої оболонки та характерних волосків, наявність яких у традиційному сорті вівса знижує в процесі переробки вихід готового продукту до 53%.

Тому заміна в технологіях виробництва звичайного вівса на голозерний дозволить: виключити з технологічного процесу стадію очищення від оболонок, скоротити за рахунок цього втрати готового продукту на 53%, зменшити енерговитрати, час обробки та отримувати в підсумку високоякісний збалансований дієтичний продукт без глютену.

Однак, пропри всі переваги вітчизняний ринок продуктів на основі голозерного зерна дуже обмежений і 85% врожаю нині експортується в інші країни. Складність пояснюється необхідністю перебудови та переорієнтації технологічних ліній переробки традиційного сорту вівса на голозерний через значну відмінність анатомічної і морфологічної будови даного сорту. Крім цього, на сьогоднішній день відсутні рекомендації та літературні дані щодо режимних параметрів обробки та особливостей ведення процесу. У зв'язку з цим, актуальним завданням стало проведення досліджень щодо пошуку і вибору режимів ведення процесу обробки голозерного вівса та оптимізації роботи існуючого виробництва. Зараз інститутом технічної теплофізики НАНУ розпочато дослідження у даному напрямку. Зокрема, по підборі режимів обробки голозерного вівса з метою надання в подальшому рекомендацій для харчової промисловості.

Перелік посилань:

1. <https://www.vz.kiev.ua/neperenosymist-glyutenu-bez-tseliakiyi-yak-diagnostuvaty-i-likuvaty>
2. <https://www.zerno-ua.com/journals/2012/noyabr-2012-god/golozernyy-oves>

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СПИРТУ З НЕКОНДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

к.т.н., доцент Булій Ю.В.

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

д.т.н., с.н.с Ободович О.М., к.т.н., Сидоренко В.В., Азаров С.П.

Інститут технічної теплофізики, м. Київ, Україна

Анотація: Для підвищення якості спирту, що отримують при переробці некондиційної сировини, запропоновано інноваційні технологічні рішення, перевірені у виробничих умовах, що поліпшують органолептичні показники.

Ключові слова: СПИРТ, НЕКОНДИЦІЙНА СИРОВИНА, ДОМІШКИ, КОЛОНА, ТАРІЛКА

Abstract: To improve the quality of alcohol obtained from the processing of substandard raw materials, innovative technological solutions have been proposed, tested in production conditions that improve organoleptic properties.

Keywords: ALCOHOL, SUBSTANDARD RAW MATERIALS, IMPURITIES, COLUMN, PLATE

При переробці некондиційної сировини отримують ректифікований спирт з низькими органолептичними показниками. Для підвищення якості спирту запропоновано інноваційні технологічні рішення, перевірені у виробничих умовах ДП «Чуднівський спиртовий завод».

Для вирішення поставленої задачі доцільно використати наступні технологічні рішення:

1. Для зменшення новоутворення летких домішок в бражній колоні забезпечити її роботу під розрідженням. Підвищити ефективність процесів декарбонізації бражки та видалення частини головних домішок в сепараторі бражки. Виключити можливість попадання частинок бражки в бражний

підігрівач або дефлегматор. Для цього збільшити число «сухих тарілок» в концентраційній частині колони до 5-8, а частину бражного дистиляту подавати на верхню тарілку колони. При цьому збільшується міцність дистиляту та підвищується ефективність видалення головних домішок в епюраційній колоні під час їх гідроселекції.

2. Збільшити кількість тарілок в епюраційній колоні до 60 шт. Для проведення гідроселекції використати конденсат пари, який не містить солей жорсткості.

3. Збільшити зону пастеризації в ректифікаційній колоні щонайменше до 15 тарілок за рахунок встановлення додаткових тарілок.

4. Включити в схему брагоректифікаційної установки колону кінцевого очищення. Забезпечити роботу колони в режимі повторної епюрації.

5. Забезпечити закритий обігрів колонного обладнання з метою виключення попадання в готовий продукт домішок разом з грючою парою.

6. Стабілізувати рідинні потоки шляхом диференційованої подачі води на охолодження конденсаторів і дефлегматорів, а також встановлення проміжних збірників бражного дистиляту і епюрату.

7. Забезпечити відповідний контроль та ефективне регулювання технологічних параметрів роботи брагоректифікаційної установки у автоматизованому режимі.

8. Для підвищення кратності вилучення органічних домішок і ступеню очищення спирту завдяки подовженню часу контакту пари і рідини на тарілках колон використовувати масообмінні колонні апарати циклічної дії.

9. Забезпечити своєчасне періодичне миття і дезінфекцію технологічного обладнання: встановити збірники для приготування розчинів каустичної соди, кислоти, формаліну або інших миючих засобів, з'єднаних трубопроводами з трубним і міжтрубним просторами теплообмінного обладнання і верхніми частинами колон, для здійснення їх циркуляції відцентровими насосами.

Висновки. Запропоновані технологічні рішення, що дозволяють отримати ректифікований спирт, який відповідає нормативним показникам ДСТУ 4221:2003, за умови переробки некондиційної сировини.

УДК 66.061:621.693.3

МОДЕРНІЗАЦІЯ КАВІТАЦІЙНОГО ПУЛЬСАТОРА ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВНУТРІШНЬОГО МАСОПЕРЕНОСУ

пр.н.с., к.т.н. Целень Б. Я¹., проф., д.т.н. Іваницький Г. К.²,
с.н.с., к.т.н. Радченко Н. Л.¹, с.н.с., к.т.н. Гоженко Л. П.¹

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України

² Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського

***Анотація.** Обґрунтовано інтенсифікацію процесу екстракції посиленням впливом кавітаційних механізмів на оброблюване середовище. Представлено комбінований гідродинамічний пристрій, що забезпечує посилення кавітаційних ефектів у кавітаційному реакторі пульсаційного типу.*

Ключові слова: ЕКСТРАКЦІЯ, КАВІТАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ, КАВІТАЦІЙНИЙ РЕАКТОР ПУЛЬСАЦІЙНОГО ТИПУ.

Процес вилучення цільових речовин займає визначальний етап у технологічних лініях одержання якісної продукції для комплексів галузей фармацевтичної, харчової, хімічної промисловості.

Для вирішення завдань дослідження процесу екстракції: підвищення енергоефективності обладнання та збільшення виходу цільових компонентів, зроблено модернізацію кавітаційного реактора пульсаційного типу. Удосконалена конструкція апарата забезпечує ведення процесу екстракції посиленими ефектами кавітаційних механізмів при тих же технологічних параметрах, які визначено для апарата пульсаційного типу [1]. Підвищення кавітаційного впливу на оброблюване середовище відбувається за умови виникнення сукупних потужних динамічних ефектів в соплі Вентурі визначеної геометрії та робочій камері [2]. Потік рідини в комбінованій трубі інтенсивніше досягає періодично змінних швидкостей, що призводить до періодичного змінення тиску і виникнення потужніших кавітаційних ефектів, що в свою

чергу інтенсифікує конвективне перенесення цільових речовин на мікро та нанорівні.

Проведено математичне моделювання гідродинамічних процесів в кавітаційному реакторі [3], що дозволяє оптимізовано керувати технологічними параметрами і режимами екстракції цільових компонентів. Визначено параметри ініціювання кавітаційного кластера у вузлі підсилення гідродинамічних процесів для фіксації візуального бачення впливу імпульсів тиску при обробці сировини та оптимізації вилучення цільових компонентів.

Підвищення інтенсивності тепломасообміну в розробленому комбінованому гідродинамічному пристрої обумовлене виникненням при різких змінах об'єму нестационарного гідродинамічного стану, при цьому 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.

Перелік посилань:

1. Іваницький Г. К. Застосування кавітаційного реактора пульсаційного типу для екстрагування з рослинної сировини // Г. К. Іваницький, О. І. Чайка, Л. П. Гоженко // Наукові праці ОНАХТ – Одеса, 2015. – Вип. № 47 – т. 2. – с. 138 – 142.

2. Целень Б. Я. Застосування кавітаційних пульсаторів для інтенсифікації внутрішнього масопереносу в процесах екстрагування з рослинної сировини // Б. Я. Целень, Л. П. Гоженко, Н. Л. Радченко, Г. К. Іваницький // Збірник тез доповідей XVIII Міжнародної наукової конференції «Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв» 12-16 жовтня 2020 р. – ОНАХТ – Одеса, 2020.

3. Ivanitsky, G., Tcelen, B., Nedbaylo, A., Gozhenko, L. (2020). The ways of producing an unified mathematical model for the cavitating flow in hydrodynamic cavitation reactors. Thermophysics and power engineering, 42(2), 31 – 38.

УДК 628.161

ПЕРСПЕКТИВНЕ ТЕПЛОМАСООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРО БУЛЬБАШКОВОГО ГАЗОРІДИННОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

д-р техн. наук, с.н.с. Ободович О.М., канд. техн. наук Лимар А.Ю., Азаров С.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: Створення мікробульбашкових газорідних середовищ є перспективним способом інтенсифікації технологічних процесів, зокрема в технології водопідготовки. Розроблено енергоефективне тепломасообмінне обладнання для створення мікробульбашкових газорідних середовищ в технології очищення води для видалення заліза, марганцю, пом'якшення води тощо.

Ключові слова: ВОДОПІДГОТОВКА, ЖОРСТКІСТЬ, ГАЗОРІДИННЕ
СЕРЕДОВИЩЕ, БУЛЬБАШКИ, ОБЛАДНАННЯ

Abstract: The creation of microbubble gas-liquid media is a promising way to intensify technological processes, in particular in water treatment technology. Energy-efficient heat and mass transfer equipment has been developed to create microbubble gas-liquid media in water treatment technology to remove iron, manganese, water softener, etc.

Keywords: WATER TREATMENT, HARDNESS OF WATER, GAS-LIQUID MEDIA, BUBBLES, EQUIPMENT

Жорсткість води - загальна проблема для муніципальних систем водопостачання, промислових підприємств і теплових станцій, особливо там, де для господарсько-питного водопостачання використовують підземні та ґрунтові води. Іони кальцію і магнію, що зумовлюють жорсткість води, утворюють малорозчинні сполуки, що інкрустують поверхні теплообмінних апаратів, теплоенергетичних установок, трубопроводів. Це призводить до різкого

зниження ефективності їх роботи, перевитрати палива, частих зупинок для чищення. Для використання таких підземних вод в питних і технічних цілях необхідно застосування водопідготовки з обов'язковою стадією пом'якшення води.

Для зниження жорсткості води використовують такі методи: термічні, реагентні, іонний обмін, мембранні, магнітну обробку і комбіновані.

Ці методи мають ряд недоліків, пов'язаних з великою витратою реагентів, необхідністю попередньої підготовки води, обробкою стічних вод і складністю з їх скиданням. Наявність цих недоліків призводить до пошуку нових технологічних рішень для інтенсифікації процесу зниження жорсткості води. Наразі розвиваються комбіновані технології водопідготовки, що поєднують «класичні» процеси з фізичними.

Відомо, що перспективним способом інтенсифікації технологічних процесів є збільшення ступеня дисперсності взаємодіючих систем і поверхні контакту фаз. Одним з рішень, яке можна використовувати для цієї мети, є створення мікробульбашкових газорідних середовищ [1, 2].

Мікробульбашкові газорідні середовища застосовуються для інтенсифікації технологічних процесів в хімічній, металургійній, харчовій, мікробіологічній промисловості, проте в даний час не існує енергоефективного обладнання для отримання мікробульбашкових газорідних середовищ для застосування в технології водопідготовки.

Метою роботи є розробка енергоефективного тепломасообмінного обладнання для створення мікробульбашкових газорідних середовищ в технології очищення води.

Для досягнення поставленої мети в Інституті технічної теплофізики НАН України було створено ефективну тепломасообмінну аераційно-окислювальну установку роторного типу. Установка використовується для очищення води від заліза, марганцю, сірководню, карбон діоксиду, корегування значення рН у відповідності до СанПін 2.2.4 – 171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною". Перевагами установки є те, що

швидкість розчинення кисню в порівнянні з існуючими аераційними пристроями збільшується в 3-4 рази, енерговитрати зменшуються на 30-35%, собівартість на 20-25 %.



Рис. Аераційно-окислювальна установка роторного типу : 1- приймальна ємність; 2 – розпилююча голівка; 3 – роторно-пульсаційний апарат ; 4 - ежектор; 5 – блок керування.

Висновки.

Розроблена установка може ефективно використовуватись в технології водопідготовки не тільки для пом'якшення води але регулювання вмісту інших показників її якості.

Перелік посилань:

1. Бошнятов Б.В. Гидродинамика микропузырьковых газожидкостных сред. *Известия ТПУ*. 2005.Т. 308, № 6. С. 156–160.
2. Бошнятов Б.В. О перспективах применения микропузырьковых газожидкостных сред в технологических процессах. *Известия вузов. Физика. Приложение*. 2005. Т. 48, № 11. С. 49–54.

УДК 662.66; 662.75

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ СПОСОБОМ ДІВЕ

гол. технолог Щепкін В.І., пр.н.с., к.т.н. Целень Б.Я., пр.н.с., д.т.н. Іваницький Г.К., с.н.с., к.т.н. Радченко Н.Л., с.н.с. Гартвіг А.П.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: *Наведені результати дослідження інтенсифікації процесу отримання водовугільної суспензії (ВВС) з використанням принципу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ). Досліджені реологічні характеристики, седиментаційна стійкість, гранулометричний склад ВВС. Результати можуть бути використані для практичної реалізації принципу ДІВЕ при розробці гідродинамічного змішувача для приготування ВВС з підвищеною питомою продуктивністю і знижених енерговитратах.*

Ключові слова: ПРИНЦИП ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ (ДІВЕ), ВОДОВУГІЛЬНА СУСПЕНЗІЯ, РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СЕДИМЕНТАЦІЙНА СТІЙКІСТЬ, ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД.

Abstract: *The results of the study of the intensification of the process of obtaining a water-coal suspension (WCS) using the principle of discrete-pulsed energy input (DPEI) are presented. The rheological characteristics, sedimentation stability, particle size distribution of the WCS were studied. The results can be used for the practical implementation of the DPEI principle in the development of a hydrodynamic mixer for the preparation of the WCS with increased specific productivity and reduced energy consumption.*

Keywords: PRINCIPLE OF DISCRETE-PULSE ENERGY INPUT (DPEI), WATER-COAL SUSPENSION, RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS, SEDIMENTATION STABILITY, GRANULOMETRIC COMPOSITION.

Приготування ВВС з заданими властивостями є технологічною задачею вирішення якої залежить від способів підготовки дисперсної фази і рівномірного розподілу її в дисперсійному середовищі за допомогою змішувальних апаратів. Використання високоефективних способів приготування ВВС (вібраційний, ультразвуковий, гідродинамічний та ін.) показало можливість спрощення та інтенсифікації процесів подрібнення сухого чи вологого вугілля з каталізатором чи без нього до розмірів зерен менше 0,03 мм, масовою концентрацією 60÷70%, змішування його з дисперсійним середовищем, поліпшити структурно-механічні, механіко-хімічні та фізико-хімічні властивості отриманих ВВС і продуктів їх переробки. Однак, для додаткової інтенсифікації процесу диспергування доцільно використати спосіб ДІВЕ, що ініціює гідродинамічні процеси на якісно вищому рівні включаючи такі потужні механізми, як процеси кавітації, ударні хвилі, ультразвукові коливання, міжфазову турбулізацію та інші механізми. Одним зі способів генерації імпульсів енергії є кавітаційні парогазові бульбашки.

Дослідження проводили на гідродинамічному змішувачі, що складається з проточної частини, віброфільтра, електродвигуна, вентиля, ємності, системи рециркуляції і кульового млина. Проточна частина, в свою чергу, складається з конфузора з'єднаного патрубком з віброфільтром, горловини, дифузора приєднаного патрубком до ємності, турбулізатора встановленого в горловині і з'єднаного з валом електродвигуна. Турбулізатор забезпечує перекачування суспензії та утворення на лопатях кавітації.

Для експерименту використовували вугілля марки Д, воду з господарчо-питного водопроводу і турбулізатор з діаметром 48 мм. Отримання ВВС складалось з наступних операцій: демінералізації вугілля за стандартною методикою і його двохстадійного вологого подрібнення (перша стадія – подрібнення вугілля в кульовому млині до розміру частинок 0÷4 мм при співвідношенні вугілля : вода = 54 : 46; друга стадія – подрібнення вугілля в гідродинамічному змішувачі до класу крупності частинок 0÷0,05 мм при співвідношенні вугілля : вода = 40 : 60.

Експеримент проводили наступним чином. Змішувач заповнювали ВВС масовою концентрацією вугілля 40% з розміром частинок $0\div 4$ мм в кількості 12 літрів. Після досягнення стабільного режиму течії суспензії проходила через віброфільтр, де осаджувались і накопичувались частинки вугілля розміром до 1,0 мм. Вміст частинок вугілля класу крупності менше 0,05 мм складав $40\div 55\%$ після 30 хвилин диспергування. Вугільну суспензію після віброфільтра доводили до масової концентрації $60\div 65\%$ і подавали в змішувач для диспергування і гомогенізації протягом 5 хвилин.

Седиментаційну стійкість ВВС визначали по висоті шару осажденної дисперсної твердої фази і зміні технологічних характеристик з плином часу. Отримані залежності показали стабільність ВВС протягом $5\div 6$ діб. Гранулометричний склад ВВС визначали методом вологого фракціонування на ситах стандартним методом. При 30 хвилинному розмелюванні гранулометричний склад вугілля класу крупності частинок 0,05 мм складав більше 55%. Отримано залежність структурної в'язкості ВВС від масової концентрації вугілля. Встановлено, що з ростом дисперсності, гігроскопічності і щільності упаковки дисперсної фази збільшується структурна в'язкість суспензії. При зовнішньому впливі на суспензію відбувається збільшення частки дрібних частинок і оклюзія дисперсійного середовища, що супроводжується збільшенням в'язкості суспензії.

Енергія, що вивільнюється під час імпульсного впливу ДІВЕ використовується не лише для диспергування вугілля, а й спричиняє підвищення водневого показника дисперсійного середовища до $8,5\div 9,0$, що, в свою чергу, призводить до виділення гумінових кислот, утворення гумітів, які забезпечують стійкість ВВС до розшарування.

Висновки. Отримано ВВС з заданими реологічними характеристиками, седиментаційною статичною стійкістю протягом $5\div 6$ діб без застосування хімічних домішок, що значно спрощує технологію отримання ВВС. Підтримання стійкості ВВС більш тривалий час можливе з застосуванням хімічних домішок або періодичною його рециркуляцією в ємності зберігання.

УДК 532.5

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ ВОДНОЇ СУСПЕНЗІЇ СОЛОМИ ПШЕНИЧНОЇ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ

д-р техн. наук, с.н.с. Ободович О.М., канд. техн. наук Сидоренко В.В., канд. техн. наук Лимар А.Ю., Хоменко В.О.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: *Проведено чисельне моделювання руху водної суспензії соломи пшеничної в робочій зоні роторно-пульсаційного апарата. Визначені поля швидкості і розподіл надлишкової температури.*

Ключові слова: МОДЕЛЮВАННЯ, БІОМАСА, ТЕПЛОВІДДАЧА, ДИСИПАЦІЯ ЕНЕРГІЇ, РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ

Abstract: *Numerical simulation of the motion of an aqueous suspension of wheat straw in the working zone of the rotor-pulsation apparatus is carried out. The velocity fields and the distribution of excess temperature are determined.*

Keywords: BIOETHANOL, BIOMASS, HEAT TRANSFER, ENERGY DISSIPATION, ROTOR-PULSATING APPARATUS

Одним зі шляхів підвищення ефективності попередньої обробки лігноцелюлозної сировини є використання теплофізичних ефектів, що відбуваються при русі в'язкої рідини в роторно-пульсаційних апаратах [1]. Розуміння характеру течії водної дисперсії біомаси та теоретичне обґрунтування підвищення її температури шляхом обробки в роторно-пульсаційному апараті є актуальною задачею.

Метою досліджень було моделювання течії водної дисперсії соломи пшеничної протягом її обробки в роторно-пульсаційному апараті.

Чисельне моделювання течії рідини в роторно-пульсаційному апараті виконується за методом, описаним в [2,3]. Течія в'язкої рідини та перенесення

теплоти в об'ємі роторно-пульсаційного апарату описується системою диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса разом з рівнянням збереження енергії для потоку рідини. Задача течії і перенесення теплоти розглядається в двовимірній постановці в перерізі, що перпендикулярний до спільної осі ротора та статора. На поверхнях робочих елементів задавались граничні умови четвертого роду, що встановлювали рівність температур рідини і твердого тіла, а також рівність густин теплових потоків, що переносяться від рідини до робочих елементів. Для досягнення рідиною температури, достатньої для здійснення необхідних хімічних перетворень, рідина повинна багатократно оброблюватися в роторно-пульсаційному апараті. Рідина після обробки в апараті надходить до приймальної ємкості по системі трубопроводів. В трубопроводах і в приймальній ємкості рідина частково охолоджується внаслідок теплових втрат з поверхонь обладнання. Втрата теплоти відбуваються також безпосередньо з поверхні апарату. Для визначення характеру зміни у часі температури рідин, що безперервно надходить в роторно-пульсаційний апарат і видаляється з нього, застосовується диференціальне рівняння теплового балансу, що наведене в [3].

Тепловіддача з поверхонь обладнання здійснюється шляхом природної конвекції та випромінювання. Підвищення температури середовища, що обробляється в роторно-пульсаційному апараті, здійснюється за рахунок дисипації механічної енергії в робочому об'ємі апарату. Як зазначається в [2, 3], найбільш інтенсивно дисипація відбувається в зазорі між ротором та статором, де найсуттєвіше відбувається деформація швидкості. Картина течії рідини та розподіли надлишкової температури в дослідженому елементі робочої зони наведено на рис. 1. Як видно з рис. 1, найбільш суттєвий перегрів рідини відбувається в зазорі між ротором і статором біля внутрішньої поверхні статора, де відбуваються найбільш інтенсивне виділення теплоти за рахунок дисипації механічної енергії.

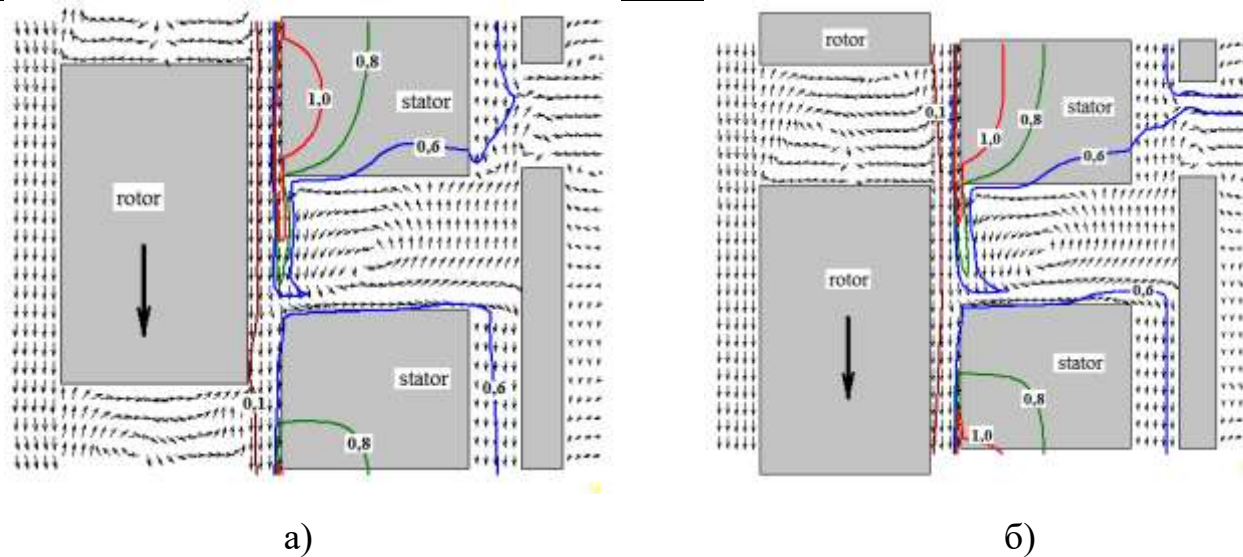


Рис. 1 Поле швидкості і розподіл надлишкової температури Δt в робочій зоні роторно-пульсаційного апарату при обробці водної дисперсії соломи: а - $\mu = 0,09$ Па·с; б - $\mu = 0,107$ Па·с.

З результатів чисельного моделювання випливає, що максимальний перегрів рідини в зазорі за один період обертання ротора складає $\Delta t_{\max} = 1,9$ °С при $\mu = 0,09$ Па·с та $\Delta t_{\max} = 2,2$ °С при $\mu = 0,107$ Па·с. При цьому середня надлишкова температура оброблюваної рідини у вихідному патрубку РПА складає $\Delta t = 0,44$ °С при $\mu = 0,09$ Па·с та $\Delta t = 0,53$ °С при $\mu = 0,107$ Па·с.

Перелік посилань:

1. Larysa A. Sablii, Oleksandr M. Obodovych, Vitalii V. Sydorenko, Tamila, V. Sheyko Study of wheat straw delignification in a rotary-pulsation apparatus. *Acta Periodica Technologica*. 2019. Vol. 51. pp. 103–111.
2. Басок Б.И., Давыденко Б.В., Ободович А.Н., Пироженко И.А. Диссипация энергии в активной зоне роторно-пульсационного аппарата. *Доповіді НАН України*. 2006. № 12. С. 81 – 87.
3. Басок Б.И., Давыденко Б.В., Авраменко А.А., Пироженко И.А. Гидродинамика, теплообмен и эффекты дробления во вращательно-пульсирующих потоках. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Експрес", 2012. 300 с.

УДК 621.671

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПОДАЧІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

гол. технолог Щепкін В.І., пр.н.с., д.т.н. Іваницький Г.К., пр.н.с., к.т.н. Целень Б.Я., с.н.с., к.т.н. Гоженко Л.П., гол. механік Шуляк В.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація: *Досліджено ефективність робочих коліс з лопатями подвійної кривизни і циліндричними лопатями. Визначено робочі характеристики відцентрового насоса з робочим колесом з лопатями подвійної кривизни, що встановлені під кутом 50° до осі потоку. Визначено залежності напору від продуктивності для різних діаметрів колеса.*

Ключові слова: ВІДЦЕНТРОВИЙ НАСОС, РОБОЧЕ КОЛЕСО, ЛОПАТИ ПОДВІЙНОЇ КРИВИЗНИ, ЦИЛІНДРИЧНІ ЛОПАТИ, РОБОЧА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСА

Abstract: *The efficiency of impellers with double curvature blades and cylindrical blades has been studied. The operating characteristics of a centrifugal pump with an impeller with blades of double curvature, installed at an angle of 50° to the flow axis, are determined. The dependences of the pressure on the performance for different wheel diameters are determined.*

Keywords: CENTRIFUGAL PUMP, IMPELLER, DOUBLE CURVATURE BLADES, CYLINDRICAL BLADES, PUMP PERFORMANCE.

Особливості умов роботи, високі вимоги до надійності і безпеки обслуговування, якості і безпечності продуктів визначають вимоги до контролю якості на всіх стадіях проектування, розробки і виготовлення насосного устаткування для молочної промисловості.

Відцентрові насоси мають найбільш широкі діапазони частот обертання ротора і температур перекачуваних рідин, низький коефіцієнт швидкості і найбільше значення коефіцієнта напору, а відкриті робочі колеса відносяться до

гідродинамічних решіток, що працюють з відривом потоку. Перелічені характеристики відцентрових насосів з відкритими робочими колесами створюють можливості щодо збільшення ККД і зниження енергоємності в насосах цього типу.

Досліджували відкриті діагональні відцентрові робочі колеса з лопатями подвійної кривизни і циліндричними лопатями. Спроектовано та виготовлено робочі колеса у вигляді увігнутого диску діаметром 170 мм, 180 мм і 190 мм. Лопаті виконані у вигляді відрізка з подвійною кривизною з кутом 18° , товщиною 3 мм і шириною 60 мм біля маточини з переходом на 20 мм на виході колеса. Лопаті циліндрових робочих коліс виконані товщиною 3 мм і шириною 40 мм на всій довжині і встановлювались під кутом 30° і 50° на виході колеса.

Експеримент проводили на герметичному стенді для дослідження насосів, що складається з експериментального насоса, заспокоювача-сепаратора з'єданого з охолоджувачем, теплообмінника, запобіжних клапанів, бачка для збору повітря, вакуумного насоса, термометра, резервної мірної ділянки для вимірювання подачі насоса, трубопроводу, пристрою гідравлічного керування і мірної діафрагми, що встановлена перед пристроєм гідравлічного керування. Тиск вимірювали вакуумметрами, встановленими на відстані двох діаметрів трубопроводу від вхідного та напірного патрубків. Величину розрідження (вакууму) в стенді задавали через кран тонкого регулювання, встановленому між вакуумним насосом і бачком для збору повітря. Дослідження проводили при розрідженні на вході в насос $-0,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$, співвідношення діаметра робочого колеса до діаметра вхідного патрубка становило 2,2, початкова температура продукту $-85^\circ\text{C} \div 95^\circ\text{C}$.

Перед проведенням експерименту через заспокоювач-сепаратор заповнювали стенд початковим продуктом, який нагрівали в теплообміннику періодично вмикаючи насос для вирівнювання температури в контурі. Експеримент проводили з застосуванням способу керування примежовим

шаром рідини, який визначається візуалізацією потоку в примежових шарах колеса методом змивання сирої фарби.

Ефективність робочого колеса визначали по місцезнаходженню меж відривних зон примежового шару рідини (ефективніше те колесо, в якого зони незмитої фарби на виході з колеса найменші). При дослідженні коліс з циліндричними лопатями орієнтовна довжина межі відривних зон примежового шару рідини становила $0,3 \div 0,5$ довжини лопаті при установці лопатей з кутами на виході колеса 50° і 30° . При дослідженні коліс з лопатями подвійної кривизни орієнтована довжина межі відривних зон примежового шару рідини становила $0,15 \div 0,3$ довжини лопаті при установці лопатей з кутами на виході колеса 50° і 30° . Відносна відстань зони незмитої сирої фарби найменша у робочого колеса з лопатями, що встановлені під кутом 30° і найбільша у робочого колеса з лопатями, що встановлені під кутом 50° . Також встановлено, що напір насоса збільшується на 2%, а ККД – на $3 \div 4\%$ лише на недовантажених режимах.

Визначено робочі характеристики відцентрового насоса з робочим колесом з лопатями подвійної кривизни, що встановлені під кутом 50° до осі потоку продукту. Встановлено, що робота насоса при розрідженні $-0,6 \cdot 10^5$ Па на стороні всмоктування стабільна. При збільшенні розрідження до $-0,9 \cdot 10^5$ Па кавітаційний запас насоса зменшується і спостерігається початкова кавітація, яка проявляється пароутворенням з характерними звуковими ефектами та зниженням подачі продукту. Також визначено залежності напору від продуктивності для різних діаметрів колеса. Встановлено, що збільшення діаметра колеса призводить до збільшення продуктивності насоса і напору продукту при сталому розрідженні на стороні всмоктування.

UDC 66.026.4

CURRENT DIRECTIONS OF RESEARCH OF PUMPING EQUIPMENT

student Muzyka S.M., associate professor, Ph. D, Stepaniuk A. R.

**National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»**

Annotation: *The report provides an overview of current research on pumps. Examples are given and it is confirmed that in the modern world without pumps life will stop.*

Key words: PUMPS, ESSENCE OF PUMPS, IMPROVEMENT, DESCRIPTION OF PUMPS.

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

студентка Музика С.М., к.т.н., доцент Степанюк А.Р.

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

Анотація: *В даній роботі наведено огляд актуальних досліджень насосів. Examples are given and a conclusion is made about the directions of modernization of pumping equipment*

Ключові слова: НАСОСИ, РОЛЬ НАСОСІВ, ПОКРАЩЕННЯ, ОПИС НАСОСІВ.

Today, pumps are key elements of equipment in almost all industries, as well as in utilities. They are necessary to ensure the movement of fluids, and to create the

desired pressure of the working medium. Therefore, the reliable operation of such equipment often determines the reliability of the entire production line. Given the importance of pumps, much attention is paid to research that can increase their efficiency [1-2].

Project [1] presents a new method for selecting a pump for large-power PV irrigation systems working at a variable frequency. This can have a significant impact since the traditional way of selecting the pump is based on maximizing the efficiency of pump in the duty point at a certain single operating frequency, which is not useful for PV irrigation systems working at a variable frequency.

The proposed method starts by considering the pumps with H-Q curves with a high slope and the duty point in the right-hand third of the curve to assure a wide range of operating frequencies. Then, the efficiency within the whole range of frequencies is evaluated. An example of a performance comparison between the pumps selected with the new and traditional methods has been carried out.

Results show that by using the new method, the yearly volume of water pumped increases by 7.2–21.0% and the pump efficiency by 4.3–5.3%. Finally, it is important to mention that the proposed method has already been implemented in the SISIFO tool, able to simulate PV irrigation systems.

In project [2], where was studied a solid-liquid two-phase analysis in a large-scale centrifugal slurry pump, was installed, that Centrifugal slurry pumps are widely used in the mining and dredging industries. However, the flow passage components in the pump can become severely worn due to their low speeds, high flow rates, and high slurry concentrations. In the mining industry, slurry pumps often only last 20 to 30 days.

The resulting frequent pump disassembly and installation not only consumes much time, but the frequent replacement of the flow passage components is very expensive. This study analyzed a heavy-duty slurry pump in the grinding circuit of an ore dressing plant. The Eulerian-Eulerian method was used to analyze the slurry flow for various particle concentrations and small volumetric flow rates.

The analysis shows that for small flow rates, the pump flow is very unstable with significant backflow and intense local abrasion and as the particle concentration increases, the flow resistance increases, the backflow increases, and the local wall abrasion is aggravated. A grinding circuit slurry pump was field tested with the results showing that the location of the most severe local abrasion confirmed the simulation results.

Conclusion:

This review confirms that the interest of researchers in the operation of pumps remains significant. Studies published in the scientific literature show that there are opportunities to increase the efficiency, reliability and efficiency of pumps in different conditions of their application.

References:

1. Tarodiya R, Gandhi B K. Hydraulic performance and erosive wear of centrifugal slurry pumps - A review. *Powder Technology*, 2017, 305:27-38.
2. Knecht R, Baumgartner FP. PV-battery and diesel hybrid system for irrigation of a farm in Patagonia. In: 33rd European photovoltaic solar energy conference and exhibition, Amsterdam; 2017.
3. Munoz J, Carrillo J, Martínez-Moreno F, Carrasco L, Narvarte L. Modeling and simulation of large PV pumping systems. In: Proceedings of the 31th European photovoltaic solar energy conference and exhibition, Hamburg; 2015.

UDC 66.074.33

CHOICE OF TECHNOLOGICAL SCHEME OF INSTALLATION FLUE GAS CLEANING

Student Yanytskyi Vladyslav, Ph.D., senior lecturer Dvoinos Yyaruslav

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: *The choice of technological scheme is an important stage in the design of new equipment, analysis of existing technologies and the use of modern methods allows you to create a competitive advantage and meet modern requirements for the final product. The selected technological scheme of flue gas purification from gaseous toxic impurities by absorption is modern. The requirements for hardware performance and the possibility of scaling devices with preservation of hydrodynamic modes of operation to ensure the intensity of mass transfer processes are considered.*

Key words: REGENERATIVE HEAT EXCHANGER, NON – STATIONARY

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ

студент Яницький Владіслав, к.т.н., ст. викл. Двойнос Ярослав

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Анотація. *Вибір технологічної схеми важливий етап проектування нового обладнання, аналіз існуючих технологій та використання сучасних методів дозволяє створити конкурентну перевагу та виконати сучасні вимоги до кінцевого продукту. Обрана технологічна схема очищення димових газів від газових токсичних домішок шляхом абсорбції є сучасною. Розглянуто вимоги до апаратного виконання та можливість масштабування апаратів з збереженням гідродинамічних режимів роботи для забезпечення інтенсивності процесів масообміну.*

Ключові слова: ОЧИЩЕННЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ, ДЕСОРБЕР, МАСООБМІН

Liquid absorption is used in industry for the extraction of sulfur dioxide, hydrogen sulfide, carbon disulfide, mercaptans and other sulfur compounds, nitrogen oxides, halogens and their compounds, acid vapors (HCl, HF, H₂SO₄), carbon dioxide and carbon monoxide, various aldehydes, formaldehyde, volatile solvents, etc.).

Absorbents used in industry are evaluated by the following indicators: 1) absorption capacity, ie the solubility of the extracted component in the absorber depending on temperature and pressure; 2) selectivity, which is characterized by the ratio of solubility of fissile gases and their absorption rates; 3) the minimum vapor pressure [1].

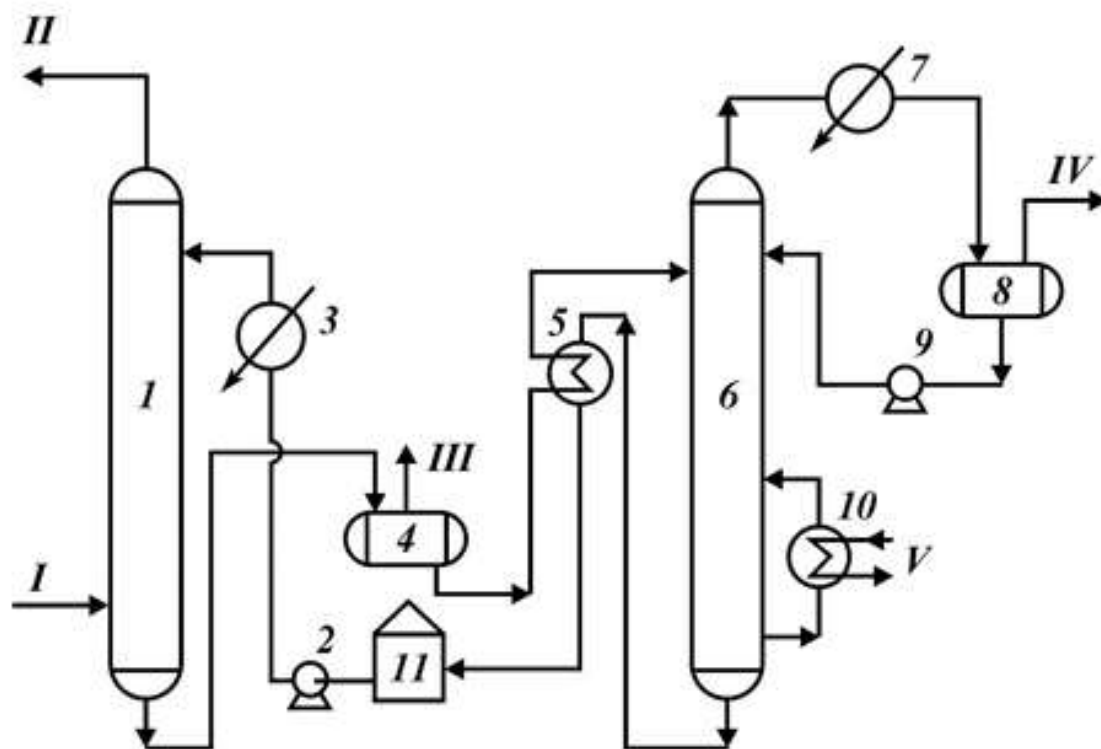
An example of a waste-free absorption-desorption cyclic scheme is the absorption of carbon dioxide from gases absorbed by solutions of monoethanolamine with subsequent regeneration of the absorbent during the desorption of CO₂, Fig. 1.

The installation is waste-free, as pure carbon dioxide after liquefaction is transferred to the consumer in the form of a marketable product.

The flue gases pass upstream through the absorber to meet the flow of the solution. The acid-saturated solution leaving the bottom of the absorber is heated in a heat exchanger and fed to the top of the desorber. After partial cooling in the heat exchanger, the regenerated solution is further cooled with water or air and fed to the top of the absorber.

Absorption technology using monoethanolamine can be used in a wide range of concentrations of sulfur-containing compounds and CO₂.

The main energy consumer in the scheme is the process of heating the absorbent, so it is proposed to combine heating with vacuum to remove the absorbed gases, which will reduce the specific energy consumption, but increase the removal of the absorbent during degassing.



I - gas for cleaning; II - purified gas; III - expansion gas; IV - acid gas;
V - water vapor; 1 - absorber; 2.9 - pumps; 3.7 - refrigerators;
4 - expander; 5 - heat exchanger; 6 - desorber; 8 - separator; 10 - boiler;
11 - amine regeneration capacity

Figure 1 - Scheme of flue gas purification with solutions of monoethanolamine

Conclusions: the study of the desorption process with different parameters of pressure and temperature is an important task in calculating the new technological installation of flue gas purification, and the topic of optimization of degassing parameters is important.

References:

1. Industrial gas purification technology. - [Electronic resource]. – Mode access: <http://medbib.in.ua/ochistka-gazov-paroobraznyih-gazoobraznyih.html>. - date of application: 22.04.2021.
2. Ochistka tekhnologicheskikh gazov. Izd. 2-e, per. i dop. M., «KhimiYA», 1977.

UDC 66.074.1

**CHOICE OF TECHNOLOGICAL INSTALLATION SCHEME
REFLECTION OF ASSOCIATED GASES**

Student Hushcha Maksym, Ph.D., senior lecturer Dvoinos Yaroslav

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. *The choice of technological scheme is an important stage in the design of new equipment, analysis of existing technologies and the use of modern methods allows you to create a competitive advantage and meet modern requirements for the final product. The chosen technological scheme of purification of associated gases from gasoline vapors by oil absorption is modern. The requirements for hardware performance and the possibility of scaling devices with preservation of hydrodynamic modes of operation to ensure the intensity of transfer processes are considered.*

Key words: ASSOCIATED GAS PURIFICATION, HEAT EXCHANGER

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ

ВІДБЕНЗИНЮВАННЯ ПОПУТНИХ ГАЗІВ

студент Гуща Максим, к.т.н., ст. викл. Двойнос Ярослав **Національний**

технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Анотація. *Вибір технологічної схеми важливий етап проектування нового обладнання, аналіз існуючих технологій та використання сучасних методів дозволяє створити конкурентну перевагу та виконати сучасні вимоги до кінцевого продукту. Обрана технологічна схема очищення попутних газів від парів бензину шляхом масляної абсорбції є сучасною. Розглянуто вимоги до апаратного виконання та можливість масштабування апаратів з збереженням гідродинамічних режимів роботи для забезпечення інтенсивності процесів переносу.*

Ключові слова: ОЧИЩЕННЯ ПОПУТНОГО ГАЗУ , ТЕПЛООБМІННИК

Oil absorption is the main method of degassing associated gases at domestic and foreign enterprises. About 70% of gas sent for processing is degassed in domestic productions, and in the USA - more than 80% [1].

The technological scheme of the oil absorption unit of a typical gas processing plant (GPP) is shown in Fig. 1. Unstable gasoline I enters the upper part of the absorber 1 at a temperature of -23 °C and a pressure of 4.0 MPa.

As a result of the absorption process, gasified gas II is obtained. Saturated absorbent (gasoline with dissolved gases) is partially demethanized in the lower part of the absorption column 1, where heat is supplied, and passing through the heat exchanger 6, is fed to the middle part of the absorption stripping column (ASC) 9 to the stripping section. Apparatus 1 and 9 are irrigated with a pre-saturated absorbent obtained by mixing the depleted absorbent (kerosene) with exhaust gases with ASC.

Exhaust gases are separated from the absorbent in the separator 5, removed from the installation and used as fuel III. In the lower part of the column 9 get saturated deethanized gasoline IV.

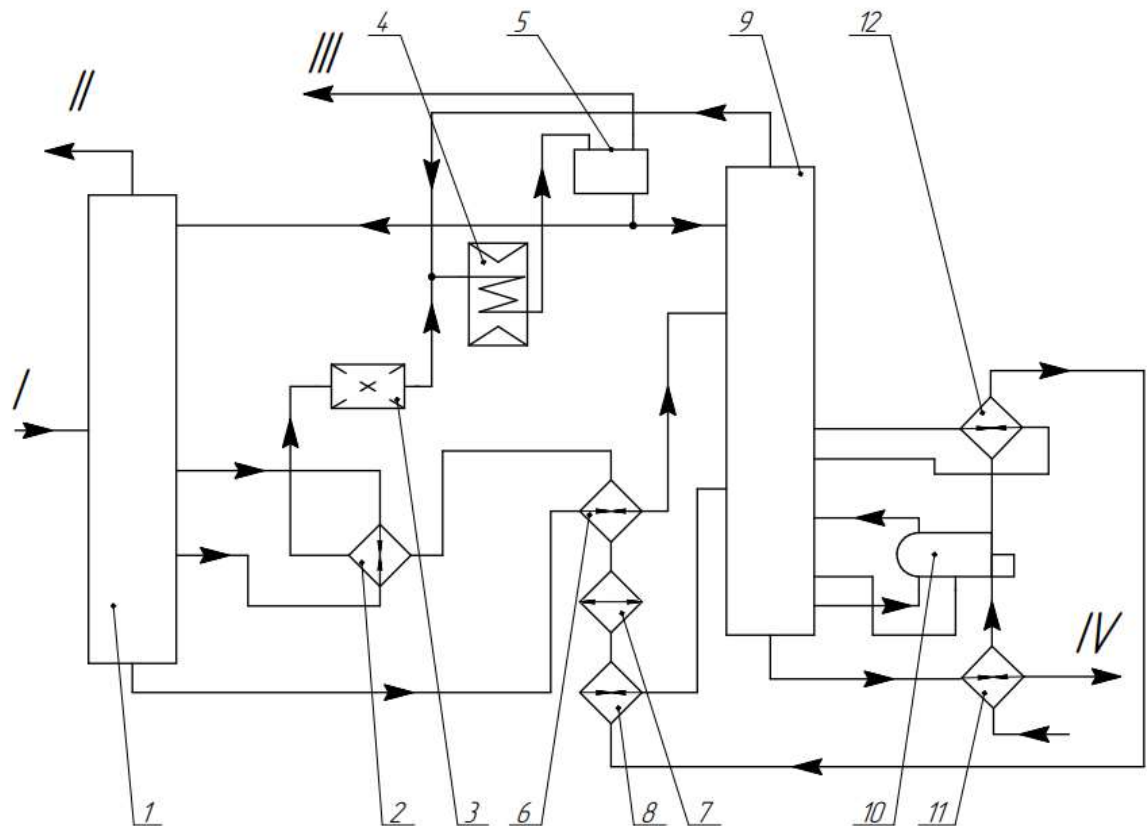
The heat exchanger 6 is designed to heat gasoline before feeding to the deethanizer and the peculiarity of its operation in the rapid contamination of heat exchange surfaces with macromolecular compounds, and the need to remove gases dissolved in gasoline when heated (mainly ethane and butane).

For heating gasoline, a shell-and-tube heat exchanger was selected with the supply of gasoline to the intertube space and water to the pipe space, which is justified by the lower heat transfer coefficient for gasoline.

The design of the heat exchanger must be adapted to the removal of gases and simple cleaning of working surfaces in the intertube space.

To optimize the specific heat consumption for heating gasoline in the heat exchanger 6 is used spent coolant (water) from the heat exchanger 18, designed to cool gasoline after ASC before feeding. The heat exchanger 18 has a large temperature difference (75 °C), so it is proposed to use two heat exchangers, in which gasoline is gradually cooled by water and you can get superheated water to supply the

distiller ASC 10 (about 110 °C) and heat exchanger 6, the temperature potential of this coolant is about 80 °C.



1 - absorber; 2, 6, 8, 11, 12 - heat exchangers; 3 - tank;

4 - propane evaporator; 5 - separator; 7 - air refrigerator;

9 - absorption-stripping column; 10 - AVK boiler

Figure 1 - Technological scheme of the oil absorption unit

Conclusions: the proposed scheme allows to improve the energy efficiency of the installation and more fully utilize heat by obtaining heat carriers with different temperature potential.

References:

Spravochnik neftekhimika v 2 t. / pod red. S. K. Ogorodnikova. – L.: Khimiya, 1978. T 1. 496 s.

UDC 621.565.954

MODERNIZATION OF PLATE HEAT EXCHANGER IN ALCOHOL PRODUCTION

Student Pechernyi D.V., Associate Professor, Ph.D. Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація: *Наведено сфери застосування етилового спирту. Представлено різновиди етанолу та шляхи його отримання. Запропонована конструкція пластинчатого теплообмінника для охолодження етанолу. Наведено переваги, недоліки та основні особливості пластинчатого теплообмінника.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕТИЛОВИЙ СПИРТ, ЕТАНОЛ, ПЛАСТИНЧАТИЙ ТЕПЛООБМІННИК, ТЕПЛООБМІН.

Summary: *The areas of application of ethyl alcohol are given. Varieties of ethanol and ways of its production are presented. The design of a plate heat exchanger for cooling ethanol is proposed. The advantages, disadvantages and main features of the plate heat exchanger are given.*

KEYWORDS: ETHYL ALCOHOL, ETHANOL, PLATE HEAT EXCHANGER, HEAT TRANSFER.

Ethyl alcohol (ethanol) is used in many areas of human activity. In addition to the food industry and the production of vodka, it is actively used in medicine, cosmetology and other fields.

Ethanol is a monoatomic substance having the formula C_2H_5OH . Under normal conditions, it is a flammable clear liquid with a specific odor. When stored in an open container, it partially evaporates.

There are different types of heat exchangers [2]. For example, the principle of operation distinguishes between recuperative, regenerative and mixing heat exchangers.

Plate heat exchangers are well suited for cooling alcohol. This type of heat exchanger has a number of advantages:

First of all, it should be noted such an important advantage as ease of maintenance. If this unit becomes clogged, the device must be disassembled and rinsed thoroughly. After that, it should be dried and collected. This procedure does not require much physical or time.

The second advantage is that when using this type of heat exchanger, a low level of contamination of the heat exchange surface can be observed. This is achieved due to the high turbulence of the fluid flow, which is formed by the corrugations. In addition, this factor is influenced by the fact that the heat exchange plates have a quality polishing.

The third important advantage is savings. This unit can last more than 20 years. In this case, if in the process you need to replace the plates, it is easy to do, saving a lot of money. So, for example, at repair of the casing unit it is necessary to say goodbye to the big sum of money.

The disadvantage of such a heat exchanger is its rigidity, especially if the pressure drop of the coolant values. Then from the two channels where more pressure will press on the channel where less pressure. The plates are corrugated to increase turbulence and sometimes the tops of the corrugated plates are in contact, which increases the stiffness. As an option, we can offer to change the shape of the plates. That is the usual completely flat smooth plate goes on stamping for creation of corrugations, but not on all height as standard, and with gaps. And in places of passes "columns" from one party of plates are welded. On the other hand, these columns are NOT welded. It turns out that these columns on one side rest on the flat side of the other plate, increasing the rigidity of the plate. Plus there are also turbulizers, which increases Reynolds and heat transfer in general.

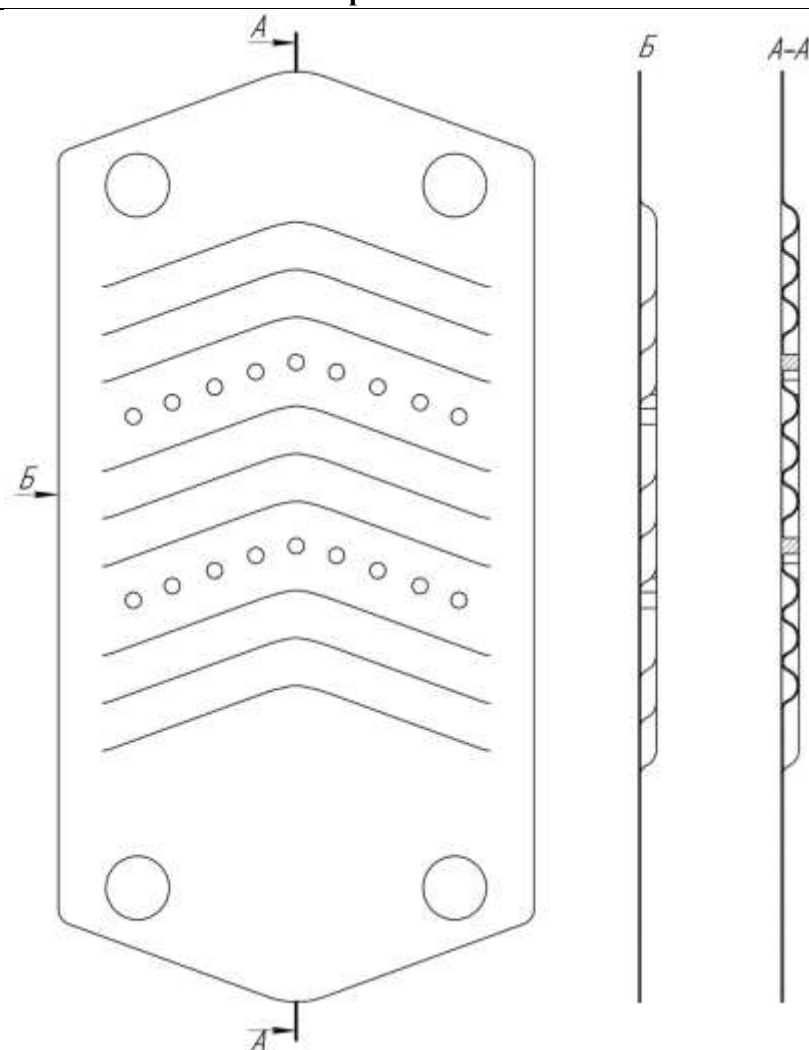


Fig. 1 – Heat exchanger plate design

Conclusions: By installing additional columns on one side of the plate, we increased the rigidity of the plate, plus thanks to this we increased the Reynolds test and heat transfer.

References:

1. Internet resource: <https://megaobuchalka.ru/2/20371.html>
2. Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский и др. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Ю. И. Дытнерский. — М.: Химия, 1991. — 496 с. — 24 000 экз.

UDC 66.048.3-932.2

SELECTION OF TECHNOLOGICAL SCHEME OF METHANOL DISTILLATION

Student Ivanov Maksym, Ph.D., senior lecturer Dvoinos Yaroslav

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract: The choice of technological scheme is an important stage in the design of new equipment, analysis of existing technologies and the use of modern methods allows you to create a competitive advantage and meet modern requirements for the final product. The chosen technological scheme of methanol distillation from impurities by sequential distillation is modern and highly productive. The requirements for hardware performance and the possibility of scaling devices with preservation of hydrodynamic modes of operation to ensure the intensity of mass transfer processes are considered.

Key words: DISTILLATION, METHANOL PRODUCTION, TECHNOLOGICAL SCHEME

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДИСТИЛЯЦІЇ МЕТАНОЛУ

студент Іванов Максим, к.т.н., ст. викл. Двойнос Ярослав

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Анотація. Вибір технологічної схеми важливий етап проектування нового обладнання, аналіз існуючих технологій та використання сучасних методів дозволяє створити конкурентну перевагу та виконати сучасні вимоги до кінцевого продукту. Обрано технологічну схему дистиляції метанолу від домішок шляхом послідовної дистиляції є сучасною та високопродуктивною. Розглянуто вимоги до апаратного виконання та можливість масштабування апаратів з збереженням гідродинамічних режимів роботи для забезпечення інтенсивності процесів масообміну.

Ключові слова: ДИСТИЛЯЦІЯ, ВИРОБНИЦТВО МЕТАНОЛУ,

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА

After the synthesis reactor, methanol needs to be purified from impurities. The industry uses the method of sequential distillation [1]. In the first stage, crude methanol is purified from esters at a pressure of 1.2 MPa and a temperature in the VAT residue of 135÷148 °C and a reflux condenser of 40÷50 °C. Distillation under pressure significantly reduces the content of methanol in the distillate, which mainly contains dimethyl ether and is used for the production of dimethyl sulfate.

After permanganate purification, methanol enters the stage of basic distillation, Fig. 1, in column 1, operating with the following characteristics [1]: temperature in the upper part of the column 64 °C (distillate - methanol-rectified, according to DSTU 3057-95 - technical methanol [2]); the temperature at the bottom of the column is 105 °C. The design of the column - cap, the selection of fractions is carried out at the following temperatures: isobutyric fraction – 72 °C.

After permanganate purification, methanol enters the stage of basic distillation, Fig. 1, in column 1, operating with the following characteristics [1]: temperature in the upper part of the column 64 °C (distillate - methanol-rectified, according to DSTU 3057-95 - technical methanol [2]); the temperature at the bottom of the column is 105 °C. The design of the column - cap, the selection of fractions is carried out at the following temperatures: isobutyric fraction - 72 °C; isobutyl (side) fraction - 92 °C. The reflux ratio is chosen in the range of 2.1÷2.3.C; isobutyl (side) fraction - 92 °C. The reflux ratio is chosen in the range of 2.1÷2.3.

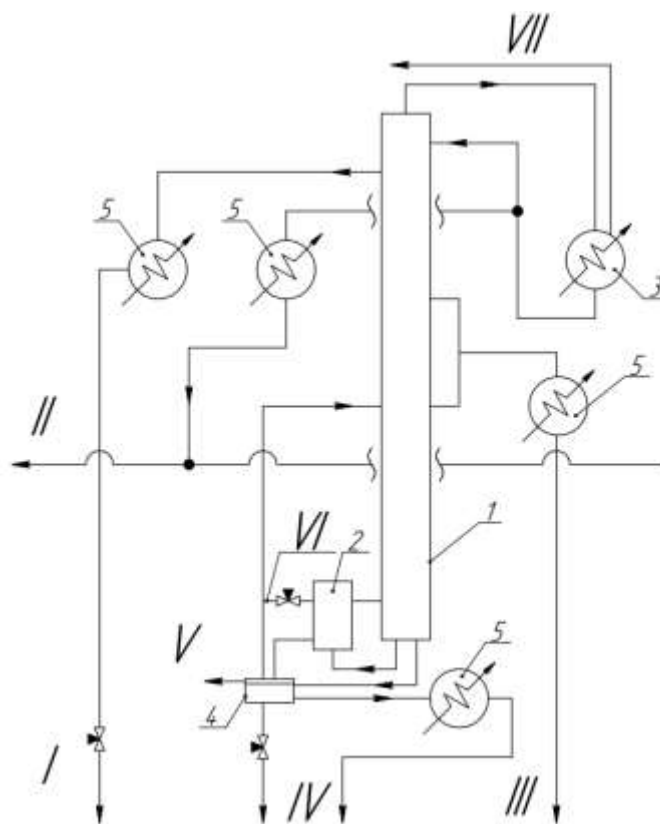
Methanol-rectified IIV after cooling is sent to the warehouse. A mixture of isobutyric II and isobutyl III fractions with methanol is sent to the base composition and then to the distillation.

Water IV containing up to 0.2% of alcohols is discharged from the bottom part of the column. After heat exchange with the product fed to the column and cooling, the bottom liquid is sent to a reinforced concrete tank, where it is fed into the system of treatment plants, while the condensate V is removed from the evaporator 2 and cooled in the heat exchanger 4.

Gases VII from the condenser of the column pass through the washing column

and are removed to the atmosphere.

The methanol - oil - water fraction from the VAT residue can be subjected to the following stages of purification by distillation.



1 - distillation column; 2 - evaporator; 3 - capacitor;
4 - heat exchanger; 5 - refrigerator

Figure 1 - Technological scheme of the main distillation of crude methanol

Conclusions: taking into account that the process of rectification in methanol purification is the most energy-intensive design of new rectification equipment for methanol purification in the scheme of its production in order to reduce specific energy consumption or obtain a cleaner product in one device is relevant and important.

References:

1. Mel'nikov E.Ya. Spravochnik azotchika – M.: Himiya, 1987. – 462 s.
2. Products of CJSC "Severodonetsk Association of Nitrogen" [Electronic resource].- Access date: April 2021 - Access mode: http://www.azot.lg.ua/katalog/download/METANOL_DSTU.pdf.

UDC 66.074.1

CHOICE OF TECHNOLOGICAL INSTALLATION SCHEME REFLECTION OF ASSOCIATED GASES

Student Denysenko Davyd, Ph.D., senior lecturer Dvoinos Yaroslav

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Abstract. *The choice of technological scheme is an important stage in the design of new equipment, analysis of existing technologies and the use of modern technological solutions allow you to create a competitive advantage and meet modern requirements for the final product. The chosen technological scheme of purification of associated gases from gasoline vapors by low-temperature distillation is modern. The requirements for hardware performance and the possibility of scaling devices with preservation of hydrodynamic modes of operation to ensure the intensity of transfer processes are considered.*

Key words: LOW TEMPERATURE RECTIFICATION, PURIFIED GAS PURIFICATION

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ВІДБЕНЗИНЮВАННЯ ПОПУТНИХ ГАЗІВ

студент Денисенко Давид, к.т.н., ст. викл. Двойнос Ярослав

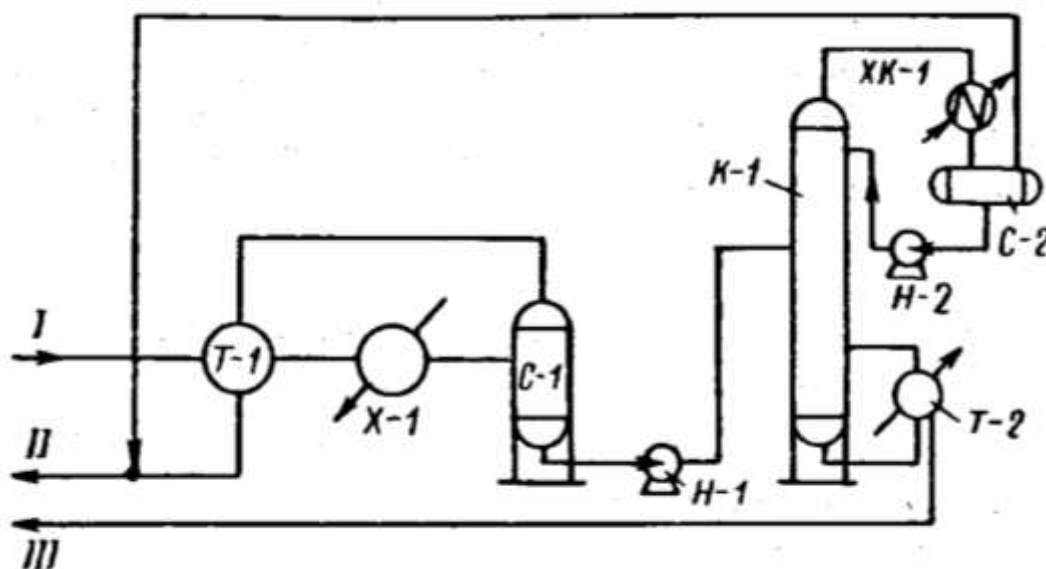
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Анотація. *Вибір технологічної схеми важливий етап проектування нового обладнання, аналіз існуючих технологій та використання сучасних технологічних рішень дозволяють створити конкурентну перевагу та виконати сучасні вимоги до кінцевого продукту. Обрана технологічна схема очищення попутних газів від парів бензину шляхом низькотемпературної ректифікації є сучасною. Розглянуто вимоги до апаратного виконання та можливість масштабування апаратів з збереженням гідродинамічних режимів роботи для забезпечення інтенсивності процесів переносу.*

Ключові слова: НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА РЕКТИФІКАЦІЯ, ОЧИЩЕННЯ ПОПУТНОГО ГАЗУ

Low-temperature distillation is used to degass the associated gas with a content of higher hydrocarbons up to 50 g/m^3 , in this range of use of the method is economically justified. At higher concentrations of higher hydrocarbons, it is economically feasible to use low-temperature distillation [1].



T-1 - heat exchanger; X-1 - propane gas cooler; C-1 - separator; H-1, H-2 - pumps;

K-1 - distillation column; T-2 - boiler; C-2 - reflex capacity; XK-1 - capacitor

Figure 1 - Scheme of installation of degassing of associated gas by the method of low-temperature rectification

The technological scheme of low-temperature rectification installation for degassing of associated gas is shown in fig. 1. Unstable gasoline-gasoline under pressure up to 4.0 MPa is cooled after compression in the heat exchanger T-1 to a temperature of -10°C and in the heat exchanger X-1 to a temperature of about -40°C . Pure methane without frozen higher hydrocarbons after the separator is returned to the heat exchanger X-1 and is the final product. The gases condensed in the separator (mainly propane with gasoline) enter the distillation column for separation.

Gasoline from the VAT residue contains butane, so in the future it is served for purification (debutanizer) or gas fractionation (with a sufficient percentage of ethane).

An important apparatus of the technological scheme is a distillation column for the separation of propane and gasoline. Type of plates - failures with overflow devices. The peculiarity of the design of low-temperature distillation columns in their small temperature range, and, accordingly, the sensitivity to the height of the liquid layer on the plates. Reducing the height of the liquid layer on the plates makes the requirements for assembly and installation of the distillation column even more stringent.

Heating in a cube in such columns does not require energy, and cooling in a reflux condenser, on the contrary, requires significant energy costs.

To estimate the specific energy consumption for condensation in a reflux condenser, it is proposed to adopt a thermodynamic efficiency of 0.62 for a refrigeration machine of a reflux condenser with a temperature potential of $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

Refrigeration capacity of a steam compression refrigeration machine under the

following conditions: $Q_{cool} = \frac{L}{0.62COP_{carnot}} = \frac{L}{0.62\left(\frac{T_{cool}}{T_{heat} - T_{cool}}\right)} \approx 0.45L$, where COP_{carnot}

– Carnot cycle cooling coefficient, $T_{cool} = 231\text{K}$ (-42°C) - boiling point of freon (propane); $T_{heat} = 298\text{K}$ ($+25^{\circ}\text{C}$) - ambient temperature.

Conclusions: the proposed scheme allows to effectively degass the associated gas with a high content of higher hydrocarbons by low-temperature distillation. To improve the energy efficiency and selectivity of the plant, it is important to evaluate the effect of the reflux ratio on the size of the distillation column and energy consumption on condensation at a constant value of the distillate concentration.

References:

1. Spravochnik neftekhimika v 2 t. / pod red. S. K. Ogorodnikova. – L.: Himiya, 1978. T 1. 496 s.
2. Aprea, C., & Greco, A. (2003) Performance evaluation of R22 and R407C in a vapour compression plant with reciprocating compressor. Applied Thermal Engineering, 23(2), 215-227. doi:10.1016/s1359-4311(02)00160-6.

UDC 66.047.57

DRUM DRYER DESIGN MODERNIZATION

student Ovdii D.Yu., Senior lecture, Ph.D. Novokhat O.A.

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ABSTRACT. Improving of drum dryer design provided. As a result of the improvement, the efficiency of the apparatus is increased following the increase in the amount of time the material is kept in a free fall state.

KEY WORDS: DRYING, DRUM DRYER, PYRITE.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ

студент Овдій Д. Ю., старший викладач, доктор філософії Новохат О. А.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

АНОТАЦІЯ. Наведено вдосконалення конструкції барабанної сушарки. В результаті вдосконалення підвищується ефективність апарату внаслідок збільшення часу перебування матеріалу в стані вільного падіння.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СУШІННЯ, БАРАБАННА СУШАРКА, ПІРИТ.

Iron pyrite is the main raw material for producing sulfuric acid. It is used to purify the gas waste from chemical industry from chlorine. Pyrite has the ability to deposit gold from solutions. This is the basis for its use for gold mining, which is a constituent of sea water.

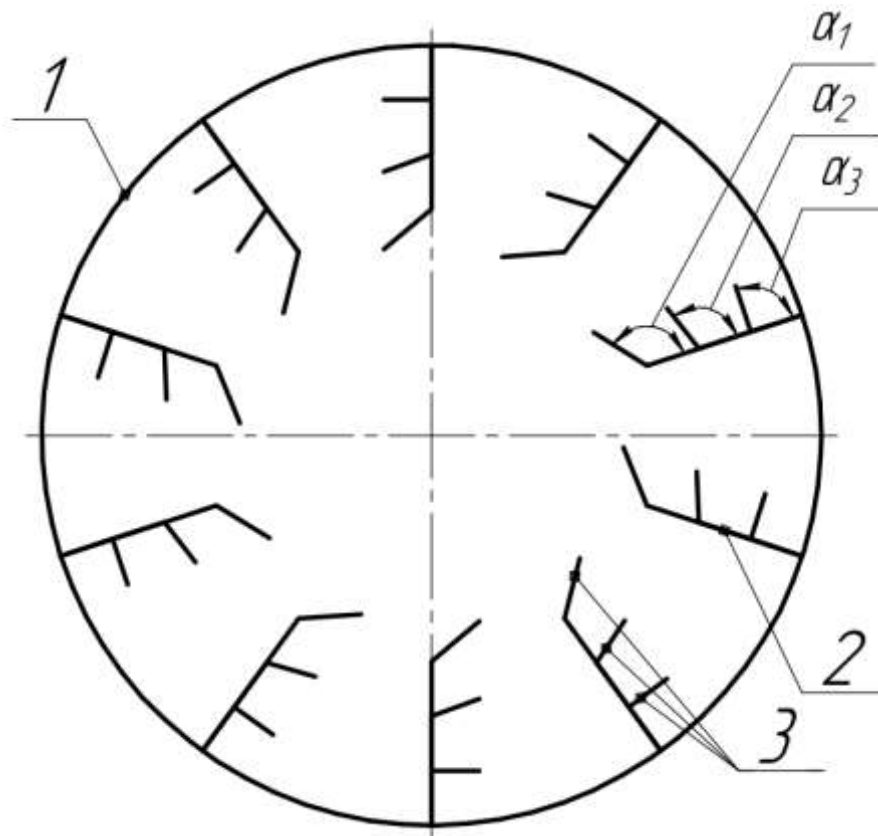
In the case of long-term carriage of dry pyrite by rail, the mass of dry mass can increase up to 5-7% by the absorption of moisture from the atmosphere. Therefore, there is a need to install dryers in enterprises. Pyrite may also not be dried until the necessary condition at the place where it is received, which also requires the use of dryers. Drum type dryers are the most common for drying such materials [1].

Blades are mounted inside the drying drum to intensify the drying process. As a result of the rotation of the drum, the wet material is mixed and disintegrated. However, often the material falls out before reaching the top of the drum. Therefore, the time spent by the material in a state of collapse is less than the maximum possible, thus reducing the efficiency of the process.

In order to increase the efficiency of the apparatus, owing to the longer stay of the material to be dried, there is the following sentence, figure 1.

According to the invention, mixing blades (2) are mounted in the cylindrical drum (1), on which in turn additional guides (3) are mounted, wherein the angle between the blade and the guide differs depending on the arrangement of the distance from the axis of the drum. This design of the drum will hold the material on the blades and drop from the maximum possible height.

Consequently, this improvement will increase the drying rate by increasing the time the material stays in the falling state without changing the total time of the material to be dried.



1 – cylinder; 2 – paddle; 3 – hasp

Fig. 1 - Cross-section of the drums of the dryer with the sliding blades

Consequently, this improvement will increase the drying rate by increasing the time the material stays in the falling state without changing the total time of the material to be dried.

References:

1. Ovdii D.Yu., Novokhat O.A. DRUM DRYER FOR DRYING OF IRON KOLCHEDAN (PYRITE): матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 25-26 лист. 2020 р. Київ, 2020. С. 23-25

UDC 676.026.4

MODERNIZATION OF CASEIN PRODUCTION PLANT WITH DRYER DEVELOPMENT

student Shashkov V. O., professor, Ph. D. Marchevskiy V. M.

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

Annotation: *Shown as routine casein production upgraded to a modern automated line.*

KEY WORDS: CASEIN, AGGREGATE, DRYING, VORTEX LAYER, PNEUMATIC FEEDER.

МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА КАЗЕЇНУ З РОЗРОБКОЮ СУШАРКИ

студент Шашков В. О., професор, к.т.н. Марчевський В. М.

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

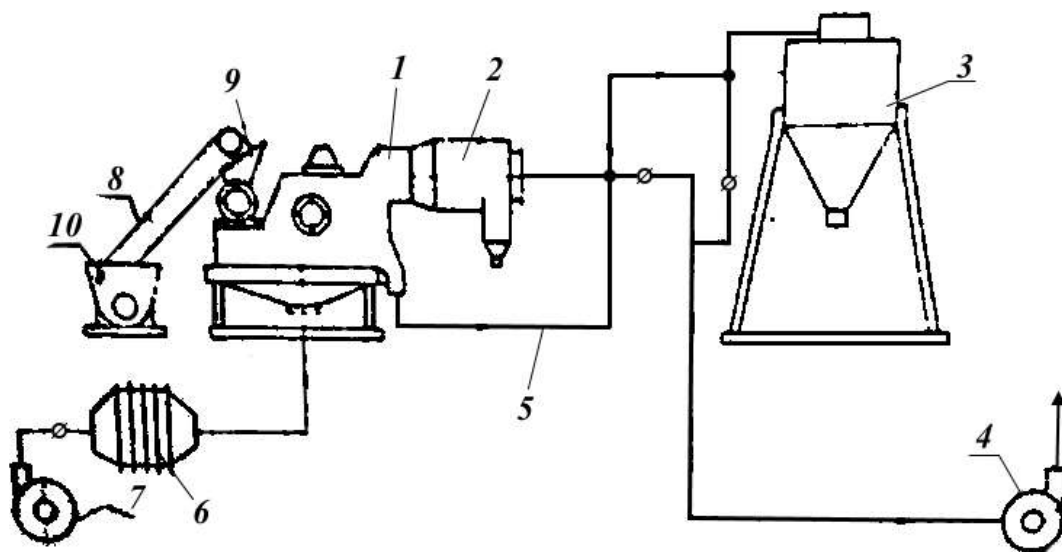
Анотація: *Показано як рутинне виробництво казеїну модернізовано до сучасної автоматизованої лінії.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАЗЕЇН, АГРЕГАТ, СУШІННЯ, ВИХРОВИЙ ШАР, ПНЕВМАТИЧНИЙ ЖИВИЛЬНИК.

Перша модель агрегату для сушіння казеїну була розроблена для роботи з застарілою технологічною схемою виробництва казеїну. В той час в Радянському Союзі використовували періодичний спосіб виробництва. Казеїн варили у відкритих ваннах з мішалками ємністю 5-10 м³. Обслуговували ці

ванни жінки в резинових чоботах. В ваннах здійснювали: коагуляцію білка із знежиреного молока; відділення і вивід сироватки; промивку білка водою. Білкова суспензія зливалася з ванни у виноградний прес, де вода відфільтровувалася через тканину (серпянку), а білок спресовували в монолітний блок масою 10-16 кг. Далі блок подрібнювався вручну і сушився на «сонці».

Для механізації цих ручних операцій на агрегаті ВС-150КПІ встановили розроблені подрібнювачі блоків казеїну і спеціальний транспортер для подачі подрібненого казеїну в дозатор-гранулятор.



1 – апарат вихрового шару; 2 – прямоточний циклон; 3 – бункер-накопичувач;

4 – витяжний вентилятор; 5 – пневмотранспортна лінія; 6 – блок з чотирьох калориферів; 7 – приточний вентилятор; 8 – завантажувальний транспортер;

9 – живильник-гранулятор; 10 – подрібнювач блоків казеїну.

Рисунок 1 – Схема установки ВС-150КПІ до модернізації

Але ці вдосконалення поруч з механізацією подрібнення завантаження, збільшували металоємність і ускладняли експлуатацію агрегату.

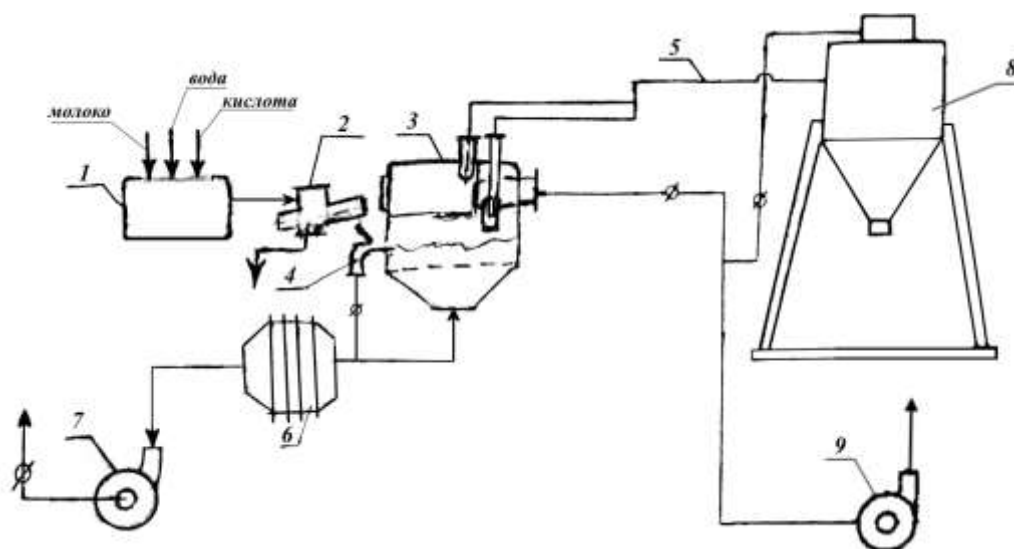
Суттєве вирішення проблеми було здійснено розробленням шнекового преса для безперервного зневоднення і грануляції казеїну.

Розроблений прес з'єднавав ванну з сушаркою в технологічну лінію. Крім того, відкрились можливості в модернізації апарата для сушіння (далі сушарка).

В процесі модернізації розроблений прес замінив живильник-гранулятор поз. 9; транспортер поз. 8; подрібнювач 10. Подача відпресованого і подрібненого казеїну здійснювалась пневможивильником. З'явилась можливість використати прямоточний циклон в якості даху сушарки, що зменшує її габарити і металоємність.

Кінцевим етапом модернізації є заміна сирної ванни лінією безперервної коагуляції казеїну. Схема модернізованої лінії наведена на рисунку 2.

Цю нелегку проблему модернізації вирішила невелика група молодих співробітників і студентів кафедри Машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв.



1 – лінія коагуляції; 2 – прес шнековий; 3 – модернізована сушарка для сушіння казеїну; 4 – пневможивильник; 5 – пневмотранспортні труби; 6 – калорифер; 7 – приточний вентилятор; 8 – бункер-накопичувач; 9 – вентилятор витяжний.

Рисунок 2 – Схема модернізованої установки для виробництва казеїну з модернізованою сушаркою

Модернізована установка забезпечує безперервне виробництво в потоці високоякісного казеїну експортних кондицій.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

THE MODERNIZATION OF THE CONDENSING APPARATUS FOR THE ACETIC ACID PRODUCTION PLANT	
Karagodin A. S., Hulienko S.V.	4
MODERN DIRECTIONS FOR IMPROVING THE RECTIFICATION BUBBLE CAPS	
Kurylenko O., Liubeka A	8
MODERNIZATION OF BOILER FOR METHANOL PRODUCTION PLANT	
Solomonova V.E., Hulienko S.V., Stepaniuk A. R.	12
MODERNIZATION OF THE HEAT EXCHANGER IN THE SCHEME OF PRODUCTION OF SUSPENSION POLYSTYRENE	
Virych S., Shved M.P.	16
THE MODERNIZATION OF RECTIFICATION COLUMN FOR ISOPROPANOL PRODUCTION PLANT	
Luchko A.T., Hulienko S.V.	20
THE MAIN DIRECTION OF THE MODELING OF THE ORESSURE DRIVEN MEMBRANE PROCESSES	
Hulienko S.V	24
THE MODERNIZATION OF ROTARY DRYER FOR SUPERPHOSPHATE PRODUCTION	
Yasenchuk V.V., Hulienko S.V,	28
MODERNIZATION OF A DRUM DRYER UNIT FOR DRYING ZEOLITE	
Litvin O., Grobovenko Y.	32
IMPROVEMENT OF THE CONTACT TRAY OF THE MASS TRANSFER APPARATUS	
Sameliuk O., Andreiev I.	35
IMPROVEMENT OF THE ADSORBER DESIGN	
Trachuk E., Andreiev I.	38
FLAME CATCHER	
Koliadenko V., Andreiev I.	41
SULFUR PRODUCTION TECHNOLOGY	
Krombet M., Haidai S.	44
THE MODERNIZATION OF THE EVAPORATOR FOR BRINE PURIFICATION IN THE SODA ASH PRODUCTION	
Matvienko A.A., Hulienko S.V., Sachok R.V.	50

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ПЛОДІВ АЙВИ	
Гусарова О.В., Шапар Р.О.	54
ОЧИЩЕННЯ СПИРТУ ВІД ДОМШОК ПРИ ЦИКЛІЧНІЙ РЕКТИФІКАЦІЇ	
Булій Ю.В., Ободович О.М., Сидоренко В.В.	57
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПОБУТОВИХ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ	
Коник А.В., Хоменко М.В.	60
ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ВАКУУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ДРІЖДЖІВ	
Булій Ю.В., Ободович О.М., Сидоренко В.В., Хоменко В.А.	65
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГОЛОЗЕРНОГО ВІВСА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ.	
Целень Б.Я., Ганзенко В.В., Гоженко Л.П., Радченко Н.Л.	68
НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СПИРТУ З НЕКОНДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ	
Булій Ю.В., Ободович О.М., к.т.н., Сидоренко В.В., Азаров С.П.	70
МОДЕРНІЗАЦІЯ КАВІТАЦІЙНОГО ПУЛЬСАТОРА ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВНУТРІШНЬОГО МАСОПЕРЕНОСУ	
Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Гоженко Л.П.	73
ПЕРСПЕКТИВНЕ ТЕПЛОМАСООБМІННЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРО БУЛЬБАШКОВОГО ГАЗОРІДИННОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ	
Ободович О.М., Лимар А.Ю., Азаров С.П.	75
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДОВУГІЛЬНОЇ СУСПЕНЗІЇ СПОСОБОМ ДІВЕ	
Щепкін В.І., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П.	78
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЇ ВОДНОЇ СУСПЕНЗІЇ СОЛОМИ ПШЕНИЧНОЇ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ	
Ободович О.М., Сидоренко В.В., Лимар А.Ю., Хоменко В.О.	81
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПОДАЧІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	
Щепкін В.І., Іваницький Г.К., Целень Б.Я., Гоженко Л.П., Шуляк В.В.	84
CURRENT DIRECTIONS OF RESEARCH OF PUMPING EQUIPMENT	
Muzyka S.M., Stepaniuk A. R.	87
CHOICE OF TECHNOLOGICAL SCHEME OF INSTALLATION FLUE GAS CLEANING	
Yanytskyi V. Dvoinos Y.	90

CHOICE OF TECHNOLOGICAL INSTALLATION SCHEME REFLECTION OF ASSOCIATED GASES	
Hushcha M., Dvoinos Y.	93
MODERNIZATION OF PLATE HEAT EXCHANGER IN ALCOHOL PRODUCTION	
Pechernyi D.V., Novokhat O.A.	96
SELECTION OF TECHNOLOGICAL SCHEME OF METHANOL DISTILLATION	
Ivanov M., Dvoinos Y.	99
CHOICE OF TECHNOLOGICAL INSTALLATION SCHEME REFLECTION OF ASSOCIATED GASES	
Denysenko D., Dvoinos Y.	102
DRUM DRYER DESIGN MODERNIZATION	
Ovdii D.Yu., Novokhat O.A.	105
MODERNIZATION OF CASEIN PRODUCTION PLANT WITH DRYER DEVELOPMENT	
Shashkov V. O., Marchevskiy V. M.	108